

IMPLEMENTACIÓN DE UNA PERSIANA PARA EVITAR EL RECALENTAMIENTO DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA EN AUTOBÚS AK

IMPLEMENTATION OF A DAMPER TO AVOID THE REHEATING OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE OF A BUS TYPE AK

Cárdenas Yáñez Rodrigo Andrés¹, Molina Osejos Jaime Vinicio², Peralta Zurita Diana Belén³

^{1,2,3}Universidad Internacional SEK – Ecuador - Facultad de Arquitectura e Ingeniería – Maestría en Diseño Mecánico Mención Fabricación de Autopartes de Vehículos

e – mail : ¹rcardenas.mdm@uisek.edu.ec, ²jaimemolina@uisek.edu.ec, ³dianaperalta@uisek.edu.ec

Revista Energía Mecánica Innovación y Futuro VI Edición 2017, No.1 (19)

RESUMEN

El objetivo principal de la investigación es diseñar, simular y construir una persiana de un autobús tipo AK, que cumpla con los parámetros principales de diseño para evitar el recalentamiento del motor. Para esto, se analizó la cubierta original del autobús con el fin de tomar las dimensiones de su perfil para el estudio de ingeniería, así como también el material idóneo para la fabricación de la autoparte. Como primera instancia se identificó las dimensiones de los perfiles de la cubierta del autobús para realizar un levantamiento de dos prototipos de persianas. Luego se modeló los dos prototipos de persiana más la original en programas de ingeniería (CAD), en donde se analizó el flujo de aire mediante simulación computacional (CFD). Finalmente se evaluó el comportamiento del flujo de aire de las tres configuraciones de persiana del autobús. Adicionalmente en un análisis posterior se identificó el prototipo con el material idóneo para elaborar una tabla comparativa de resultados y finalmente construir el prototipo final.

Palabras Clave:

Persona, CAD, simulación, CFD

The main objective of the research is to design, simulate and build a shutter of an AK type bus, which complies with the main design parameters to avoid engine overheating. For this, the original cover of the bus was analyzed in order to take the dimensions of its profile for the engineering study, as well as the ideal material for the manufacture of the autopart. As a first instance, the dimensions of the profiles of the bus cover were identified to carry out a survey of two shutter prototypes. Then the two blind prototypes were modeled, plus the original one in engineering programs (CAD), where the air flow was analyzed by computational simulation (CFD). Finally, the behavior of the air flow of the three configurations of the bus blind was evaluated. Additionally, in a subsequent analysis, the prototype was identified with the ideal material to prepare a comparative table of results and finally to build the final prototype.

Keywords:

Domper, CAD, simulation, CFD

ABSTRACT

1. INTRODUCCIÓN

La aerodinámica de los vehículos tiene su origen en las competencias automovilísticas en los años 80 en el continente europeo, en ese entonces los ingenieros experimentaban diferentes diseños y formas que permitían aumentar la velocidad en los automóviles, con el objeto de tener éxito en las diferentes pistas de competencia se ha ido innovando diseños aerodinámicos para con ello permitir un rendimiento eficiente en el MCI (motor de combustión interna), precisamente en su sistema de enfriamiento, ya que su función principal es moderar la temperatura interna del MCI con el fin de llevar a cabo un trabajo adecuado.[1]

La aerodinámica, se centra en la fuerza que sufre un cuerpo al moverse por consecuencia del aire, uno de los factores determinantes es la velocidad respectiva de un cuerpo con relación al medio en el que se desenvuelve, para conocer la aerodinámica en los vehículos es necesario enfocarse en el estudio de diferentes coeficientes que en ocasiones resultan difíciles de determinar de forma artesanal, éstos pueden ser: presiones, fuerza de arrastre, coeficientes aerodinámicos, entre otros.[2] Sin embargo, gracias a la evolución de la tecnología, existen en la actualidad medios e instrumentos como el análisis computacional que facilitan el estudio de estos factores brindando facilidades a los ingenieros y principales industrias concentradas en esta rama.

Actualmente en países desarrollados, la aerodinámica se estudia a través del uso de software especializado en diseño mecánico CFD (Dinámica de Fluidos Computacional), la cual se basa en la resolución de ecuaciones matemáticas; así como también mediante túneles de viento, que permiten a los operadores (técnicos) modificar los modelos de diseño precisamente con costos reducidos, a esto se considera que el estudio por CFD tiene mejor acogida por los ingenieros en diseño mecánico, debido al tiempo y a la facilidad de modificar parámetros para el análisis. [3]

En el Ecuador existen estudios aerodinámicos en vehículos de competición, como es la Formula Student y autobuses interprovinciales realizados

mediante software, tales como el CFD, lo cual es de gran utilidad ya que permiten contar con una línea base que sirva de referencia para realizar este tipo de estudios.

Cuando se habla del análisis aerodinámico en los autobuses, uno de los componentes que se pueden estudiar es precisamente su persiana frontal, esto debido a que a consecuencia del viento, cuando el autobús se dirige a altas velocidades se genera una fuente de ventilación frontal eficiente que permite mitigar los posibles riesgos causados debido al recalentamiento del MCI e inclusive eliminando la acción de elevar de forma manual o mecánica la persiana frontal del autobús para mayor ingreso de aire. [4]

El funcionamiento constante de las unidades trae como consecuencia que el motor de combustión interna (MCI) trabaje todo el tiempo, por otro lado, es importante tomar en cuenta que uno de los sistemas primordiales para el funcionamiento de un automotor, es el sistema de enfriamiento, cuya función principal es moderar la temperatura interna del MCI.

La implementación de esta investigación contribuye al disminuir los problemas por recalentamiento del MCI, permitiendo contar con una solución adecuada para mantener óptimas condiciones la ventilación del MCI y de esta manera evitar el levantamiento de la persiana en la unidad.

Para solución a ésta problemática se validó el diseño constructivo de la persiana para autobús tipo AK, mediante simulación por CFD y ensayos a través de pruebas prácticas en funcionamiento para el suministro necesario del flujo de aire en el sistema de enfriamiento del MCI.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Metodología

La metodología se estableció mediante una revisión sistemática del estudio del arte, ya que se analiza las tendencias actuales referentes a la aerodinámica en vehículos y se identificó su importancia para la exploración, incluyendo a su vez métodos de investigación utilizados en la aerodinámica con respecto al flujo de aire

hacia la persiana y el dimensionamiento para su instalación. Seguidamente, se plantearon temas para cumplir con los objetivos principales del proyecto, los cuales consisten en: realizar el análisis de las geometrías de persianas actuales en los autobuses, diseñar las geometrías de la persiana mediante CAD, simular el comportamiento aerodinámico de las persianas actuales más la propuesta de diseño mediante CFD y construir la persiana para evaluar el diseño propuesto a través de pruebas de ruta como se indica a continuación:

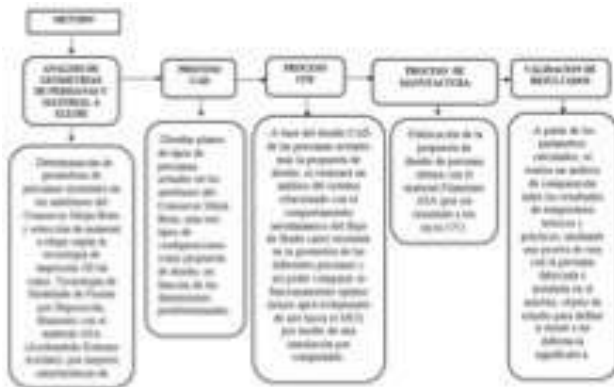


Figura 1. Metodología de la investigación.

Fuente: El autor

Revisión del estado del arte.

A través del análisis de información secundaria como revistas, libros, tesis, bases de datos en línea y publicaciones. Los temas revisados fueron: sistema aerodinámico en vehículos pesados, materiales empleados en la fabricación de carrocerías de autobuses y factores que afectan en el recalentamiento del MCI.

Métodos experimentales.

Son aquellas técnicas que se consideraron para responder a las preguntas de la investigación, incluyendo el análisis de las geometrías de persianas actuales en los autobuses, generación de las magnitudes geométricas de la persiana frontal y simulaciones del comportamiento aerodinámico. Estos métodos fueron evaluados por su idoneidad para responder a los objetivos de la investigación realizada.

Análisis de la geometría de la persiana.

Para determinar la geometría de la persiana, se procede a verificar la posición por efecto en el

automotor y se analiza la altura de desplazamiento que posee dicha persiana al elevar de forma manual, con el fin de diseñar su modelo.

Se realizó la medición de toda la geometría externa de forma manual, determinando el ángulo de las esquinas laterales de la persiana y calculando los ángulos internos, una vez determinados los resultados de la medición se evaluará en 2D y 3D para verificar los canales de flujo de aire según la necesidad y de esta manera determinar la ubicación idónea de cada uno. Los estudios se han llevado a cabo para varias aplicaciones y a su vez este método se aplica como una técnica para investigar que posicionamiento adecuado para la instalación de cualquier mecanismo con una configuración idónea. Además estos estudios fueron basados en investigaciones de laboratorio e incorporaron el ajuste de subcomponentes de autopartes especificados para que los técnicos seleccionan la posición óptima de los componentes para de esta manera ajustarse mejor a los requisitos de la tarea de ensamblaje y eficiencia de tiempos de trabajo.

Para la medición se tomó datos en los ocho puntos externos donde va instalada la rejilla del autobús (ángulo superior izquierdo, ángulo central izquierdo, ángulo inferior izquierdo, largo superior, ángulo superior derecho, ángulo central derecho, ángulo inferior derecho y largo inferior). La medición se realizó tres veces para aumentar la fiabilidad, cabe recalcar que dicha medición se realizó una vez que la rejilla contaba con sus acabados finales (aplicación de pintura), lo cual podría generar variación en los resultados.

Mediciones de longitud y ángulo de la persiana.

Para realizar la medición de la persiana, se tomó en cuenta longitudes geométricas directas en el lado izquierdo y derecho del habitáculo del autobús, mediante el uso de un flexómetro, como se muestra en las figuras 2 y 3.

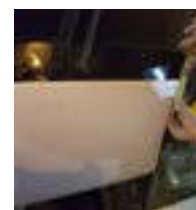


Figura 2. Dimensionamiento lateral LH y RH Fuente: El Autor



Figura 3. Longitud superior e inferior

En la tabla 1 están las medidas

Tabla 1 Medidas obtenidas en la persiana del autobús

Descripción	Medida (mm)
Largo superior	1 689
Altura	228
Largo inferior	1 443

La metodología llevada a cabo para el diseño y simulación de la persiana será la siguiente:

- Medición de los diferentes modelos de persianas instauradas actualmente en los autobuses.
- Una vez determinadas las medidas y definidas las variables de flujo de aire, se plantea la construcción del diseño propuesto.
- Análisis de los parámetros principales de la ubicación de la persiana, como son: el perfil externo, la ubicación de los elementos de sujeción, ente otros., esto se llevará a cabo con el fin de definir la posición de los ángulos de las aspas de la persiana, de tal manera que el flujo de aire ingrese de forma eficiente hacia el interior del MCI.
- Simulación del comportamiento aerodinámico de los dos tipos de persianas existentes en la flota de autobuses en comparación con el prototipo de diseño propuesto. La simulación se lleva a cabo mediante el uso de CFD, con el fin de obtener variantes de diseño que permitan comparar la eficiencia de cada uno de estos.
- Una vez determinada la eficiencia de la persiana propuesta, se fabrica mediante el uso de materiales como termoplástico, considerado un material de alta resistencia mecánica y con estabilidad ultra violeta (UV) que a su vez proporciona una mejor estética.

Construcción

Para la construcción de la persiana se utilizó tecnología de impresión en termoplástico ASA (Acrilonitrilo Estireno Acrilato), ya que es una tecnología que proporciona facilidades en su uso, además mantiene resistencia contra rayos ultravioletas.

Validación de la persiana

La validación de la persiana se llevó a cabo mediante la aplicación de pruebas de ruta, las mismas que mantendrán un control del aire que ingresa al MCI con el fin de determinar la temperatura del automotor.

Es importante tener en cuenta que la configuración adecuada de la forma de la persiana evita la acción de elevar y descender la persiana de forma manual por parte del conductor o responsable del autobús, para ello es indispensable investigar la adaptabilidad de la persiana en el autobús utilizando la teoría de aerodinámica y el diseño en software CAD-CAE facilitando la validez del diseño de persiana propuesta.

Por otro lado, el punto de referencia clave es la parte central donde va instalada la persiana para la evaluación en cuanto a los niveles de enfriamiento del MCI; esto debe establecerse antes de inspeccionar los puntos de anclaje de la persiana, ya que consiste en fijar el ángulo correcto de las aspas internas de la rejilla, para llevar a cabo un estándar de eficiencia.

Materiales y equipos

El material a utilizarse es: filamento ASA (Acrilonitrilo Estireno Acrilato) (figura 4) perteneciente a la Tecnología de Modelado de Fusión por Deposición (FDM), en la tabla 2 se muestra la ficha técnica respectiva.



Figura 4. Acrilonitrilo estireno y acrilato

Tabla 2. Ficha técnica ASA

Material ASA	
Diámetro	1,75 mm / 2,85 mm
Peso	750 g
Tolerancia diametral	+/- 0.05 mm
Temperatura de impresión	255 - 260 °C
Temperatura cama caliente	110 °C

Fuente: [2]

La resistencia a los rayos UV que posee ASA es adecuado en las partes de uso final para el uso de una infraestructura y su amplia selección de colores y acabado mate lo hace ideal para prototipos atractivos en artículos deportivos de consumo, herramientas, componentes y accesorios automotrices.

Adicionalmente las características técnicas de ASA (acrilonitrilo estireno y acrilato) se dividen en propiedades mecánicas (tabla 3) y en propiedades térmicas (tabla 4).

Tabla 3. Propiedades mecánicas de ASA

MÉTODO DE PRUEBA	INGLES		MÉTRICO		
	ESTAN 509 SE	ORIENTAC 509 EX	ORIENTAC 509 SE	ORIENTAC 509 EX	
Resistencia a la tracción, Estándar (Tipo I, 0,125" x 0,2" / mm)	ASTM D638	4 200 psi	3 850 psi	29 MPa	27 MPa
Resistencia a la tracción, Real (Tipo I, 0,125" x 0,2" / mm)	ASTM D638	4 750 psi	4 300 psi	35 MPa	30 MPa
Módulo de tracción (Tipo I, 0,125" x 0,2" / mm)	ASTM D638	280 000 psi	280 000 psi	2 010 MPa	1 950 MPa
Elongación a la rotura (Tipo I, 0,125" x 0,2" / mm)	ASTM D638	9%	9%	9%	9%
Elongación al Rendimiento (Tipo I, 0,125" x 0,2" / mm)	ASTM D638	9%	9%	9%	9%
Resistencia a la flexión (Dóctil, 1, 0,05" x 0,05" / mm)	D790	8 700 psi	8 400 psi	60 MPa	60 MPa
Módulo de Flexión (Dóctil, 1, 0,05" x 0,05" / mm)	D790	270 000 psi	240 000 psi	1 870 MPa	1 650 MPa
Tensión de Flexión a la Rotura (Dóctil, 1, 0,05" x 0,05" / mm)	D790	No rotura	4%	No rotura	4%

Fuente: [2]

Tabla 4. Propiedades mecánicas de ASA

DESCRIPCIÓN	MÉTODO DE PRUEBA	MÉTRICO
Deflexión de calor (HDT) @ 99 psi	ASTM D648	99°C
Deflexión de calor (HDT) @ 264 psi	ASTM D648	99°C
Valor Inicial de Temperatura (Softa B/ 30)	ASTM D1223	109°C
Temperatura de transición de vidrio (Tg)	DMTA (D378)	109°C
Coefficiente de Expansión Térmica (real)	ASTM E831	8,79 E-05 mm/mm/°C
Coefficiente de Expansión Térmica (Bajo e)	ASTM E831	8,28 E-05 mm/mm/°C

Fuente: [2]

Continuando, con el equipo de impresión 3D, esta la impresora industrial profesional con tecnología de modelado de fusión por deposición (FDM), es una tecnología de impresión en termoplásticos, los materiales son de alta resistencia mecánica, como ABS M30, ASA, ABSi. la impresora es la Fortus 900 mc (figura 5).



Figura 5. Impresora 3D Fortus 900 mc

Fuente: [3]

Diseño y tipos de persianas

Se presenta dos tipos de persianas existentes en los autobuses, más tres alternativas de persianas para el autobús tipo AK, los mismos fueron diseñados en base a modelos locales, sometidos a un profundo proceso de simulación, en donde la persiana que generó la menor turbulencia fue seleccionada como la mejor para el análisis de eficiencia aerodinámica.

Simulación

El diseño computacional por Elementos Finitos (Finite Elements Analisis FEA) representa la mejor herramienta de diseño que se utiliza para diseñar y construir automotores y un sin número de objetos mecánicos.

Es así como, ANSYS ha sido reconocida como una de las empresas más innovadoras del mundo por prestigiosas publicaciones como “Bloomberg Businessweek” y revistas “FORTUNE”.

Para la generación de estos diseños se aplicó el método analítico de investigación, y se procedió a plantear las alternativas mostradas en la sección de resultados.

Estos modelos fueron desarrollados en Siemens NX utilizando varias herramientas del mismo y guardando los archivos en formato “STEP” para no tener inconvenientes futuros al querer abrirlos en otro tipo de software.

Parámetros de simulación

Los siguientes parámetros bajo los cuales el programa va a calcular la efectividad de dicha persiana, estos parámetros son:

- El Coeficiente de Sustentación (CL).
- La Fuerza de Arrastre (FD).
- El Número de Reynolds (Re).
- La Potencia para vencer la resistencia del aire (Pa).
- La Resistencia del aire (R).

Simulación de persianas

En esta sección se hará referencia a la metodología:

Se diseñó tres propuestas en Siemens Nx, utilizando la gran variedad de herramientas que pone a disposición este software.

Se importó a ANSYS en formato “STEP” en donde se procedió a realizar el análisis CFD.

Se generó un mallado fino tomando en cuenta el método del “Jacobian Ratio” en donde establece que el punto de convergencia de la malla y el flujo de aire debe tender a 1, esto con el fin de obtener resultados lo más cercanos a la realidad.

Se estableció las condiciones iniciales, como: ángulo de ataque, velocidad del autobús a 60 y 90 km/h, respectivamente para cada persiana; tomando en consideración como velocidades

promedio en este tipo de autobuses por ser inter-cantoniales y por acatar las velocidades establecidas por la ANT (Agencia Nacional de Tránsito).

Se procedió a resolver las simulaciones.

Se encontró la presión y velocidad del flujo de aire para cada uno a 60 y 90 km/h

Se encontró el área de contacto del cuerpo con el aire.

Mediante el cálculo del número de Reynolds se encontró que la persiana 3 con apertura de aspas a 90° fue la que generó una menor turbulencia, por lo tanto es la más eficiente.

Para el análisis de todos estos cálculos se tomo en cuenta las propiedades del aire descritas en la tabla 5, así como también los diferentes valores descritos a continuación tomados de la literatura [4] y del pronóstico del día por el INAMHI:

- Temperatura del aire en la Sierra (T) = 200 [C] o 293.150 [K]
- Presión atmosférica a 2800 m.s.n.m = 1 [atm] o 101 000 [Pa]
- Velocidad máxima del vehículo = 90 [km/h]o 25[m/s]
- Velocidad promedio del vehículo (permitida)= 60 [km/h]o 16.66[m/s]
- Densidad = 1.2 [kg/m^3] @ 101 000 Pa y 293.150 K

Tabla 5. Propiedades del aire

Temperatura T (°C)	Densidad ρ (kg/m³)	Peso Específico γ (kg/m³)	Viscosidad dinámica μ (Pa·s)	Viscosidad cinemática ν (m²/s)
0	1.292	12.67	1.72 x 10 ⁻²	1.33 x 10 ⁻²
10	1.247	12.29	1.77 x 10 ⁻²	1.42 x 10 ⁻²
20	1.204	11.91	1.81 x 10 ⁻²	1.51 x 10 ⁻²
30	1.161	11.42	1.86 x 10 ⁻²	1.60 x 10 ⁻²
40	1.127	11.05	1.91 x 10 ⁻²	1.69 x 10 ⁻²

Fuente: [5]

Con estos parámetros, y haciendo uso del método numérico por elementos finitos, se obtuvo el análisis aerodinámico con la propuesta de la

nueva persiana en el autobús y su incidencia directa en la eficiencia y posterior análisis para disminuir la temperatura del MCI. De igual manera se determinó el comportamiento del flujo de aire siendo factible la utilización de la velocidad del autobús como referencia para realizar los respectivos cálculos en donde se determinará las variables mencionadas.

Otro parámetro a ser considerado es el material del cual esta constituida la persiana, para ello se hace referencia al manual Stratasys del polímero ASA, en donde se establece que tiene un diámetro del filamento de 1.75 [mm].

El multímetro digital (figura 6), el mismo que posee la función para medición de temperatura con mayor precisión, ya que su diseño lo hace más ergonómico y permite un fácil manejo. Así como también ofrece una lectura inmediata en su pantalla de cristal líquido, en la unidad de medición de grados Celsius (centígrados).



Figura 6. Multímetro digital
Fuente: EW FIRST POWER

Con el fin de realizar pruebas que garanticen la funcionalidad de la persiana en el autobús se propone establecer una hoja de ruta donde se trace un recorrido de aproximadamente 27.4 km, partiendo del Cantón Mejía, desde la ciudad de Machachi hasta la Parroquia de Cutuglahua (figura 7). Se ha considerado este recorrido debido a las ventajas que proporcionan las condiciones topográficas de la zona, ya que se cuenta con una calzada recta, con pendientes y curvas que obligan al MCI a realizar un trabajo con mayor esfuerzo en comparación de si se lo hace en zonas rectas, se plantea también que la prueba se la realice con la carga de pasajeros para obtener resultados más reales.



Figura 7. Trayectoria de recorrido Machachi – Cutuglahua
Fuente: [6]

3. RESULTADO Y DISCUSIÓN

Validación computacional de las persianas

Se procede a simular en ANSYS WORKBENCH 16.0 cada una de las persianas a una velocidad de 60 [km/h] ó 16.66[m/s] y 90 [km/h] ó 25[m/s] respectivamente, para llegar a verificar el comportamiento de velocidad, presión y temperatura del fluido (aire).

Modelo de persianas.

Persiana 1.

En este sentido, se señala la parte frontal de la persiana 1 (Figura 8), obteniendo una área total de 0.28 m² (escala 1:1).



Figura 8. Área proyectada - Persiana 1

En la figura 9 se muestra la variación de velocidades que se generan en el sistema a 60 km/h.

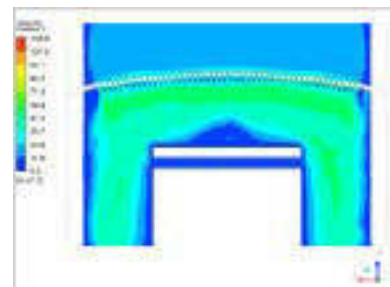


Figura 9. Velocidad de flujo de aire – Persiana 1 a 60km/h

En rojo se visualiza la temperatura máxima en [°C], en azul se visualiza la temperatura mínima en [°C]. Rectángulo central simula a morfología del radiador, mientras que el MCI está representado con el cuadrado inferior central. En la figura 10 se muestra la variación de temperaturas que se generan en el sistema a 60 km/h.

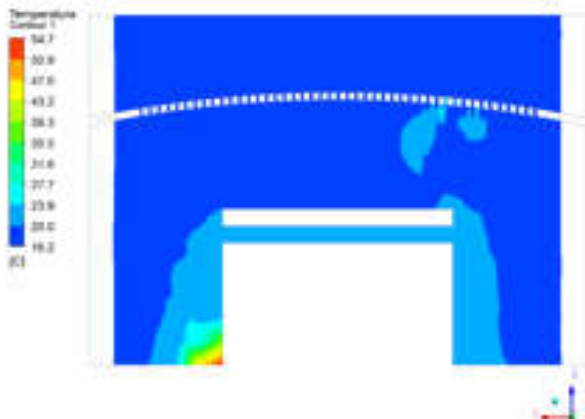


Figura 10. Temperatura - Persiana 1 a 60km/h

En la figura 11 se muestra la variación de temperaturas que se generan en el sistema a 90 km/h.



Figura 11. Temperatura - Persiana 1 a 90km/h

Persiana 2.

Seguidamente se obtiene el área total de la persiana 2 (figura 12), siendo 0.35 m².



Figura 12. Área proyectada - Persiana 2

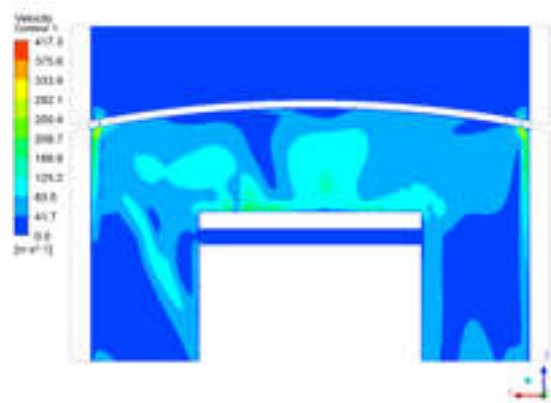


Figura 13. Velocidad de flujo de aire – Persiana 2 a 60km/h

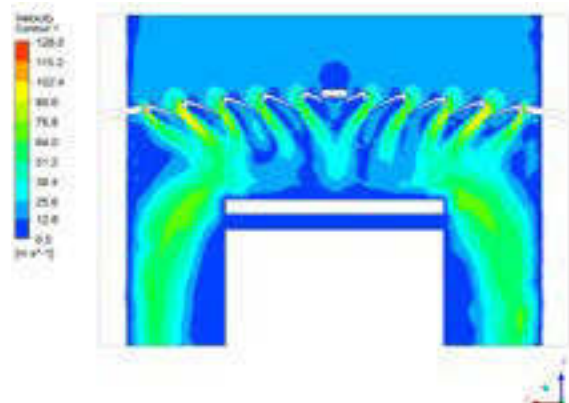


Figura 14. Velocidad de flujo de aire – Persiana 2 a 90km/h

Persiana 3 con apertura de aspas a 30°.

Para el cálculo del área total de la persiana 3, se establece en tres etapas, empezando con una apertura de las aspas a 30° (figura 45), obteniendo 0.35 m²

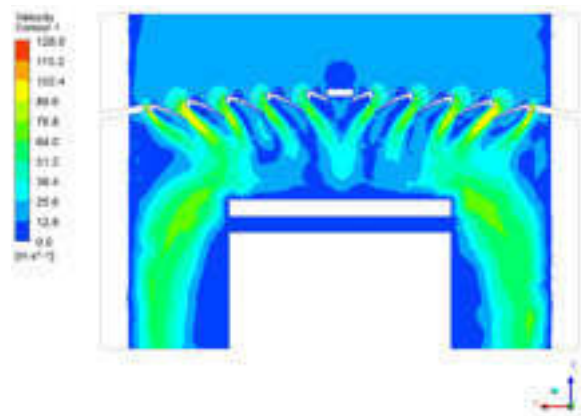


Figura 15. Área proyectada - Persiana 3 con apertura de aspas a 30

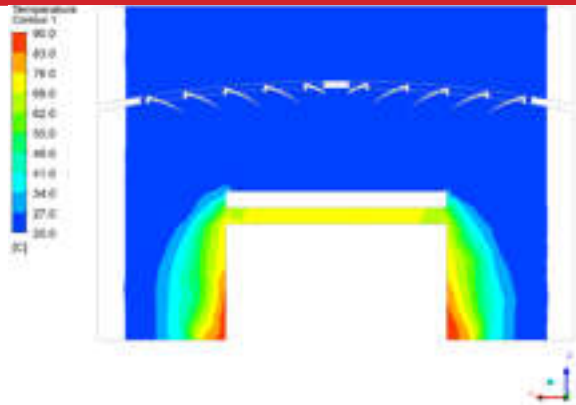


Figura 16. Velocidad de flujo de aire – Persiana 3 con apertura de las aspas a 30° a 60km/h

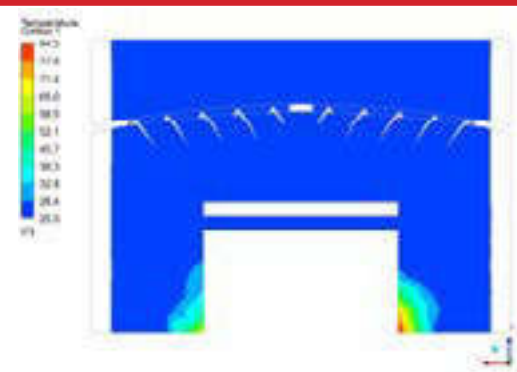


Figura 20. Velocidad de flujo de aire – Persiana 3 con apertura de las aspas a 60° a 60km/h

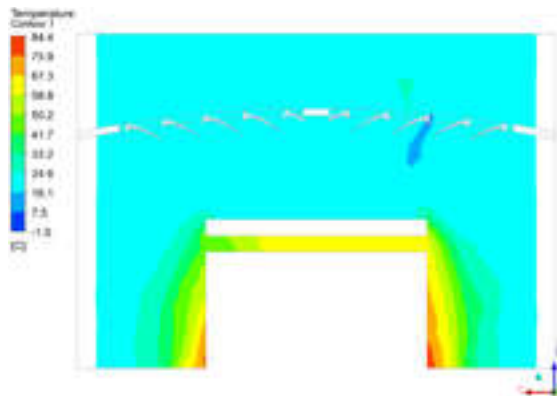


Figura 17. Temperatura - Persiana 3 con apertura de las aspas a 30° a 60km/h

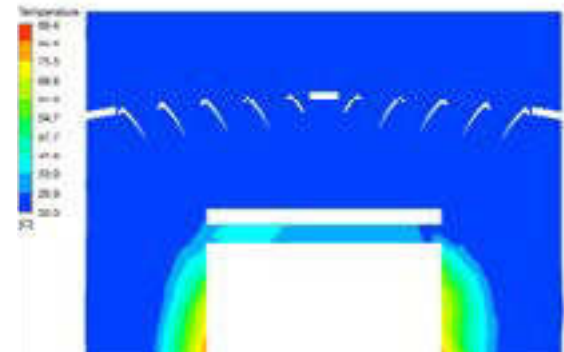


Figura 21. Temperatura - Persiana 3 con apertura de las aspas a 60° a 60km/h



Figura 18. Temperatura - Persiana 3 con apertura de las aspas a 30° a 90km/h

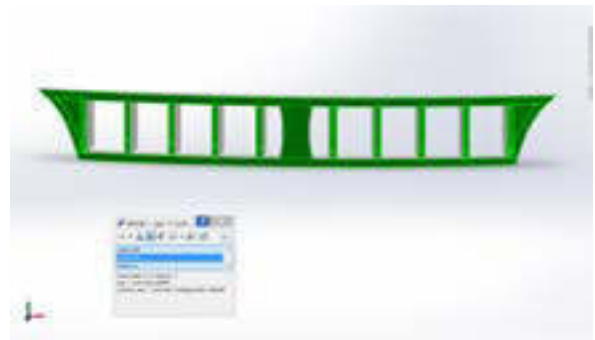


Figura 22. Temperatura - Persiana 3 con apertura de las aspas a 60° a 90km/h

Persiana 3 con apertura de aspas a 60°.

Seguidamente se calcula el área de la persiana 3 con una apertura de las aspas a 60° (figura 55), obteniendo 0.35 m²

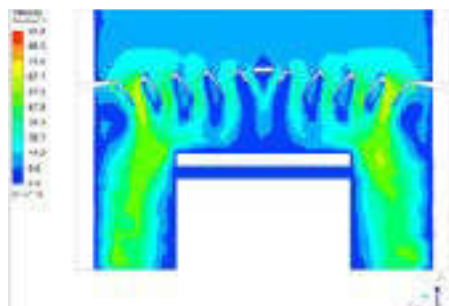


Figura 19. Área proyectada - Persiana 3 con apertura de aspas a 60°

Diseño de persiana 3 con apertura de las aspas a 90°.

Y finalmente se calcula el área de la persiana 3 con una apertura de las aspas a 90° (figura 23), obteniendo 0.17 m²

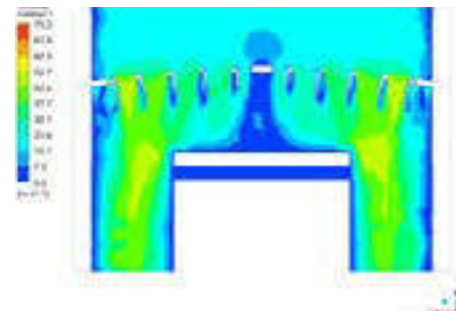


Figura 23. Área proyectada - Persiana 3 con apertura de aspas a 90°

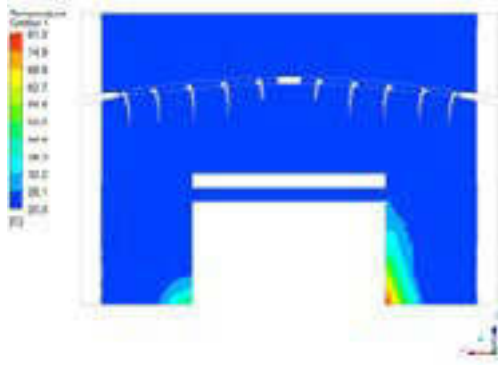


Figura 24. Velocidad de flujo de aire – Persiana 3 con apertura de las aspas a 90° a 60km/h

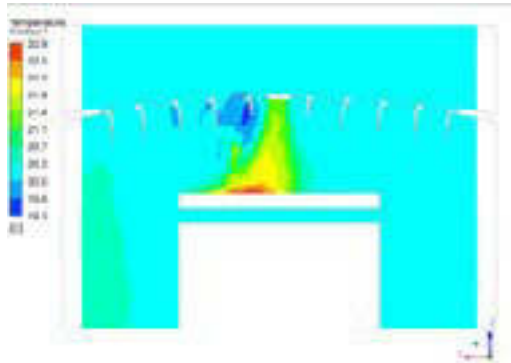


Figura 25. Temperatura - Persiana 3 con apertura de las aspas a 90° a 60km/h

4. CONCLUSIONES

- Se modeló las configuraciones de persianas de los autobuses tipo AK pertenecientes al Consorcio Mejía Brito, con sus medidas reales en un programa CAD, logrando evidenciar su ineficiencia en el aprovechamiento de aire para ventilación del MCI.
- Se analizó el comportamiento aerodinámico entre la persiana instalada en el autobús y la persiana con aspas a 90° en diferentes condiciones de velocidad, presión y temperatura a 90 km/h mediante CFD, en el cual se puede concluir que la persiana con aspas a 90° posee mejor eficiencia aerodinámica, manteniendo una temperatura de 21.1 °C.
- Se diseñó tres alternativas de persiana para autobús tipo AK
- Una vez obtenido los resultados del comportamiento aerodinámico de las persianas para el enfriamiento del MCI del autobús, se propuso la persiana más eficiente.
- Fluent del software CAE es una herramienta

potente y compleja, que ayuda a analizar aplicaciones de ingeniería, esta vez autopartes.

- El porcentaje de eficiencia referente a la temperatura obtenida con la persiana con aspas a 90° mejoró considerablemente en un 45.48%, comparada con la persiana instalada en el autobús, mediante la aplicación del software Siemens NX como herramienta de diseño, y Ansys como herramienta de análisis CFD.
- En base al estudio del material ASA, se puede fabricar una infinidad de productos o accesorios que estén expuestos a UV, pero sin duda éste se comercializa como un “terpolímero amorfo termoplástico”, con una excepcional resistencia a la intemperie, impulsando de esta manera la matriz productiva del país.
- Al finalizar este proyecto se logra concluir que el diseño aerodinámico de la persiana propuesta mejora considerablemente el aprovechamiento de aire hacia el MCI y a la vez reduce la temperatura del mismo.
- El material ASA presentó adecuadas características en el proceso de impresión 3D, con acabado de calidad.

5. REFERENCIAS

- [1] TECNOLOGÍA 3D, «<https://www.3dlimitless.com>,» 27 Sep 2016. [En línea]. Available: <https://www.3dlimitless.com/es/noticia/nuevos-materiales-para-impresion-3d-asa>.
- [2] Stratasys, «ASA A UV-STABLE, PRODUCTION - GRADE THERMOPLASTIC FOR FDM 3D PRINTERS,» The 3D Printing Solutions Company, 2016.
- [3] TRIMECH, «<https://trimech.com>,» [En línea]. Available: <https://trimech.com/products/3d-printers/fdm-technology/fortus-900mc>. [Último acceso: 13 Nov 2017].

- [4] Y. A. Cengel, Termodinámica, México: McGraw - Hill, 2003.
- [5] R. L. Mott, «Mecánica de Fluidos aplicada,» de Mecánica de Fluidos aplicada, Mexico, 2006, p. 257.
- [6] Google-maps, «<https://www.google.com.ec/maps>,» 12 Nov 2017. [En línea]. Available: <https://www.google.com.ec/maps/place/Quito/@-0.1865938,-78.570625,11z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91d59a4002427c9f:0x44b991e158ef5572!8m2!3d-0.1806532!4d-78.4678382>.



³Diana Belén Peralta Zurita, Ingeniera en Diseño Industrial en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato con mención en Diseño de objetos, graduada de Master en Sistemas de Manufactura en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores Monterrey campus Querétaro, especializada en Diseño- Innovación y Automatización, posee certificación Green Belt en mejora continua. Cuenta con amplia experiencia en proyectos I + D + I en México y Ecuador. Es docente de pregrado y posgrado en la Universidad Internacional SEK del Ecuador en la facultad de Arquitectura e Ingenierías y líder en la línea de Investigación “Innovación en el Diseño de Procesos y Productos en el Ecuador”

6. BIOGRAFÍA



¹Cárdenas Yánez Rodrigo Andrés.- nació en Machachi –Ecuador. Es Ingeniero Mecánico Automotriz, Maestría en Diseño Mecánico. Es analista - técnico en la Coordinación de Transportes del Ministerio de Salud Pública – Planta Central. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en Diseño, Mecánica, Manufactura y Sistemas Automotrices.

²Jaime Vinicio Molina Osejos. - Magister en Diseño Producción y Automatización Industrial, Master en Gestión y Pedagogía Universitaria, Ingeniero Mecánico. Coordinador de la Maestría de Diseño Mecánico y docente en la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Arquitectura e Ingeniería en la Universidad SEK – Ecuador.

