

Análisis del Flujo de Fluidos en una Incubadora para todo Tipo de Aves

Benigno Alejandro del Valle Soberanes¹

benigno.vs@zacatepec.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0001-6222-3400>

Tecnológico Nacional de México
IT de Zacatepec
Zacatepec Morelos, C.P. 62780
México

Andrés Cuevas Rodríguez

L18090702@zacatepec.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0007-9236-0757>

Tecnológico Nacional de México
IT de Zacatepec
Zacatepec Morelos, C.P. 62780
México

Alejandro Rojas Ayala

alejandrorojas@zacatepec.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0003-0403-6169>

Tecnológico Nacional de México
IT de Zacatepec
Zacatepec Morelos, C.P. 62780
México

Abel Flores Moreno

abel.florez@zacatepec.tecnm.mx

<https://orcid.org/0009-0008-3833-167X>

Tecnológico Nacional de México
IT de Zacatepec
Zacatepec Morelos, C.P. 62780
México

Miriam Gutiérrez Macedo

miriam.gutierrez@zacatepec.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-4443-6944>

Tecnológico Nacional de México
IT de Zacatepec
Zacatepec Morelos, C.P. 62780
México

Enrique de Jesús Moreno Carpintero

enrique.moreno@zacatepec.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0002-5472-1503>

Tecnológico Nacional de México
IT de Zacatepec
Zacatepec Morelos, C.P. 62780
México

RESUMEN

En la presente investigación se realizó un análisis por medio de software SolidWorks para determinar el flujo de fluidos dentro de una incubadora para todo tipo de aves, el cuál es un sistema abierto. El análisis consistió en realizar la simulación basados en la Dinámica de Fluidos Computacionales (CFD, en sus siglas en inglés, Computational Fluid Dynamics), con el cuál se determinó si el diseño planteado de dicha incubadora era el óptimo para la correcta distribución de humedad y temperatura dentro del sistema. Para la simulación se tomaron en cuenta diferentes parámetros, como son el tamaño de la incubadora, los materiales, así como el sitio donde se colocaría dicha incubadora, para ello se utilizó un sistema electrónico de control para la selección del tipo de ave que se requiere incubar. El diseño que se realizó fue basado en bibliografía consultada, tomando en cuenta que varios diseños solo especifican un tipo de ave, no pudiendo satisfacer al cliente a un 100%, es por ello, que el nuevo diseño propuesto se realizó en base a todo tipo de aves para tener un mejor aprovechamiento y poder brindar una satisfacción total.

Palabras claves: análisis CFD; incubadora; aves; solidworks; control electrónico

¹ Autor principal.

Correspondencia: alejandrorojas@zacatepec.tecnm.mx

Analysis of Fluid Flow in an Incubator for all Types of Birds

ABSTRACT

In the present investigation, an analysis was carried out using SolidWorks software to determine the flow of fluids inside an incubator for all types of birds, which is an open system. The analysis consisted of carrying out the simulation based on Computational Fluid Dynamics (CFD), with which it was determined whether the proposed design of said incubator was optimal for the correct distribution of humidity and temperature within the system. For the simulation, different parameters were taken into account, such as the size of the incubator, the materials, as well as the place where said incubator would be placed. For this, an electronic control system was used to select the type of bird required. incubate. The design that was made was based on consulted bibliography, taking into account that several designs only specify one type of bird, not being able to satisfy the client 100%, which is why the new proposed design was made based on all types. of birds to have better use and be able to provide total satisfaction.

Keywords: *CFD* analisis; incubator; birds; solidworks; electronic control

Artículo recibido 15 noviembre 2023
Aceptado para publicación: 26 diciembre 2023

INTRODUCCIÓN

Actualmente en el mercado existen varios tipos de incubadoras, sin embargo, no cuentan con las condiciones adecuadas para lograr que el producto llegue a eclosionar, ya que es de suma importancia que el embrión llegue a su maduración adecuada, teniendo un producto saludable garantizando que nazca en las mejores condiciones posibles (Rodríguez-Moya & Cruz-Bermúdez, 2017).

A lo largo del desarrollo del embrión, hay diversas etapas determinadas por cambios estructurales en el huevo debido a los periodos de crecimiento. Estos periodos son críticos ya que es el momento dónde el producto es más sensible a la influencia de factores externos. (Ivanovich et al., n.d.)

Para las especies animales del tipo ovíparos, en este caso las aves, las condiciones ambientales experimentadas durante el tiempo de incubación pueden presentar efectos a largo plazo durante el tiempo de vida del espécimen. Para determinar como la temperatura influye durante el tiempo de desarrollo del embrión, se tomó la decisión de incubar de manera artificial huevos del Robin Americano (*Turdus migratorius*) tomando como referencia dos temperaturas, un tratamiento de baja temperatura (36.1 °C) y un tratamiento de alta temperatura (37.8 °C). Cuando eclosionaron, los ejemplares fueron criados hasta la misma edad. Se tomaron medidas del tarso, longitudes de las alas y la masa; estas medidas fueron comparadas con polluelos escogidos al azar incubados de forma natural. Se encontraron efectos considerables relacionados con la temperatura de incubación, la duración de esta, el crecimiento y la supervivencia en donde los polluelos incubados experimentalmente tuvieron cortos periodos de incubación (10.22, 11.50 y 11.95 días para los tratamientos alto, bajo y los huevos naturalmente incubados, respectivamente). Los ejemplares que recibieron el tratamiento de más baja temperatura eran físicamente más pequeños y su tiempo de vida era más corto comparado con los que recibieron el tratamiento con una mayor temperatura y los que fueron incubados de forma natural. (Ospina et al., 2018).

Otro aspecto que debe ser estudiado y tomado en cuenta es la humedad relativa dentro del sistema (Ozcan et al., 2010). Existen investigaciones que proponen la implementación de un Control Difuso Mamdany (Mamdany fuzzy) para controlar los niveles de humedad y temperatura dentro de una incubadora para huevos de gallina, sin embargo, esta propuesta metodológica es aplicable para cualquier especie de ave

(Lestari et al., 2020). Muchos investigadores presentaron su propuesta de control en diversos tipos de incubadoras con el propósito de continuar con el desarrollo de modelos más eficientes según la tecnología fuera avanzando con el paso del tiempo (Dutta & Anjum, 2021).

Los microcontroladores han sido de gran interés en términos de automatización de procesos debido a su gran desempeño y efectividad. Estos dispositivos han evolucionado de tal forma que son compatibles en diferentes campos de estudio tales como aplicaciones médicas, sistemas de comunicación inalámbricos, de control, etc. Los sistemas de control se desarrollaron usando diversos tipos de microcomputadoras como PIC, microcontrolador dsPIC, y Arduino (Salah & Zneid, 2019). La serie Arduino es muy dinámica en cuanto sus aplicaciones se refiere, es por ello que actualmente es de las tarjetas electrónicas más usadas en el mercado; un ejemplo de esto es el diseño realizado de una incubadora para aves de corral alimentada con energía eléctrica cuyo sistema está basado en el microcontrolador Arduino Nano (Kutsira et al., n.d.). Además del uso de la tarjeta Arduino, se puede sacar provecho del Internet de las Cosas (Internet of Things, por sus siglas en inglés, IoT) lo cual nos permite el control del dispositivo mediante una señal Wifi con conexión a internet usando una computadora personal o un teléfono inteligente con una aplicación instalada que tenga interacción directa con el microcontrolador a través de una dirección IP (Wibowo & Institute of Electrical and Electronics Engineers, n.d.).

Además del control, para lograr un ambiente propicio dentro del sistema para el sano desarrollo del producto debemos tomar en cuenta las pérdidas por transferencia de calor. En diversas investigaciones relacionadas con flujo de fluidos a cierta temperatura, se ha dado a conocer la relevancia de las pérdidas por transferencia de calor a través de las paredes del material ya que ello determina la eficiencia del sistema y su relación con el control seleccionado. Una forma de hacer un estudio sobre este fenómeno es el análisis por medio de la analogía de circuitos eléctricos. Este es un método efectivo ya que demuestra el comportamiento de varios procesos de transferencia de calor haciendo uso de una sola ecuación obtenida de la deducción del conjunto de resistividades térmicas que conforman las paredes del material (Chen et al., 2015). Los métodos numéricos han representado una solución rápida y económica en la resolución de problemas de mecánica de fluidos que involucran flujos laminares y turbulentos (Capurso et al., 2019), recientemente diversas

investigaciones han hecho uso de software para analizar la transferencia de energía en fluidos sometidos a ciertas condiciones en sistemas abiertos y cerrados (Yu-qin & Ze-wen, 2020). Debido a esto, se propone realizar el análisis del fluido de trabajo (aire) al interior de la incubadora usando la dinámica de fluidos computacional (CFD, en sus siglas en inglés, Computational Fluid Dynamics) (De Chile, 2015). Computadoras de gran capacidad de procesamiento de información son usadas para realizar estos cálculos requeridos para simular la interacción de líquidos y gases dentro de determinadas condiciones de frontera (Dubioso et al., 2017). El análisis CFD se puede implementar para flujo de fluidos, transferencia de calor y reacciones químicas (Raman et al., n.d.). Asimismo, este método nos provee una aproximación a las ecuaciones que gobiernan el movimiento del fluido (Zawawi et al., 2018). El CFD es aplicable al flujo generado por una corriente de aire (Hortelano-Capetillo et al., 2020) mientras este circula libremente al interior del espacio delimitado por las condiciones de frontera previamente establecidas (Tamhankar et al., n.d.). En el mercado existen varias opciones de software para llevar a cabo estudios de características de fluidos (Jeong & Seong, 2014), el propósito de estos análisis es contribuir a la discusión sobre la eficiencia del método de elemento finito (MEF) y el método de volumen finito (MVF) (Pinto et al., 2017). Solidworks es un software CAD (en sus siglas en inglés, Computacional Aided Design) que permite el dibujo de piezas mecánicas, así como la simulación de flujo de fluidos por medio del complemento llamado Flow Simulación. Solidworks permite una simulación de manera dinámica con una exposición clara de los resultados finales de manera gráfica mostrando animaciones que facilitan el entendimiento e interpretación del estudio realizado.

METODOLOGÍA

Se realiza un ensamble en Solidworks con las dimensiones reales [milímetros], así como todos sus componentes internos, tal como lo muestra la figura 1. Para llevar a cabo el estudio nos aseguramos de que el dibujo CAD sea del todo hermético incluyendo las entradas y salidas del fluido, estas últimas por medio de las denominadas “Lids” (Figura 2); hacemos uso del complemento llamado “Flow Simulation” que nos permite conocer las trayectorias del fluido dentro del sistema. Dicho modelo CAD está delimitado por una entrada y una salida de fluido según el prototipo físico ya construido. En el software se indican las

condiciones de frontera, así como las propiedades que debe tener el fluido al entrar a la incubadora tales como: velocidad, humedad, temperatura y tipo de flujo (laminar y turbulento) (Figura 3).

Es recomendable el uso de un mallado fino, ya que esto nos garantiza volúmenes de control más pequeños en el dominio computacional así que tendremos resultados más precisos en las iteraciones realizadas por el software (Figura 4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La simulación fue realizada tomando en cuenta la estructura encargada de sostener las charolas de los huevos. En la figura 5 podemos observar de manera gráfica el comportamiento del fluido dentro de la incubadora, a su vez, notamos el comportamiento que presenta en la estructura.

Dentro del sistema se observa cierta turbulencia en el comportamiento del fluido, dicha turbulencia es provocada por la geometría de la incubadora. Sin embargo, esto beneficia a los huevos ya que esta recirculación ayuda a mantener la temperatura y humedad dentro del sistema.

Ilustraciones, Tablas, Figuras

Figura 1. Dibujo CAD con dimensiones.

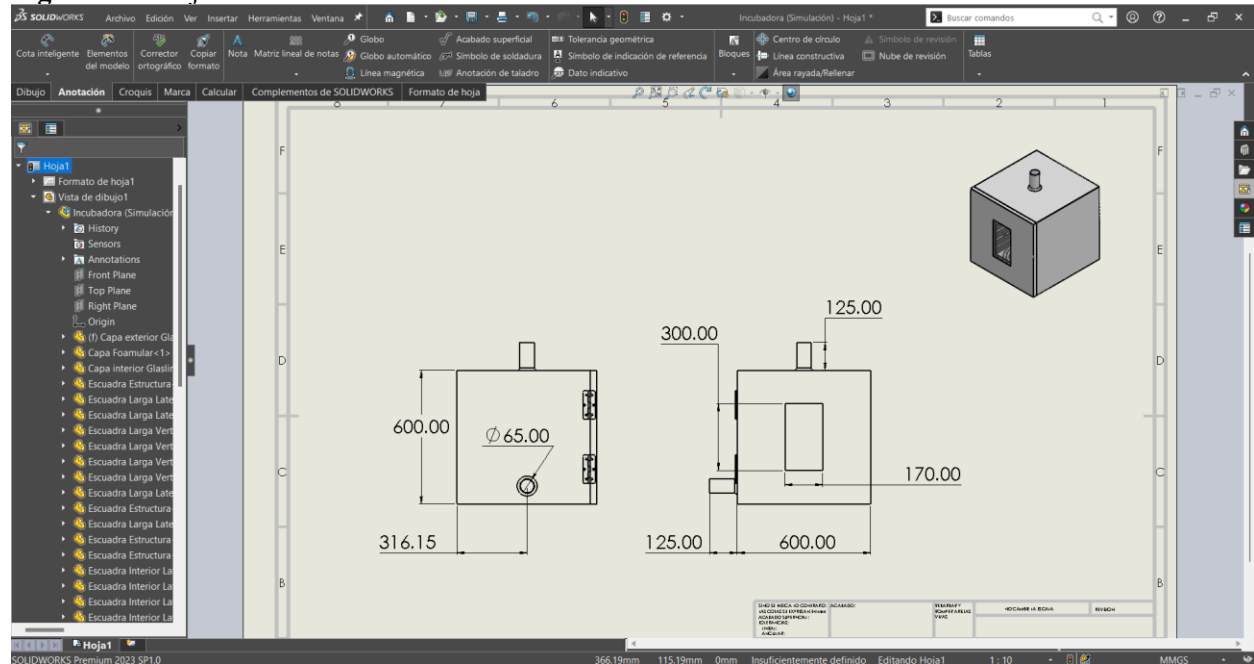


Figura 2. Lids en la entrada y salida del fluido.

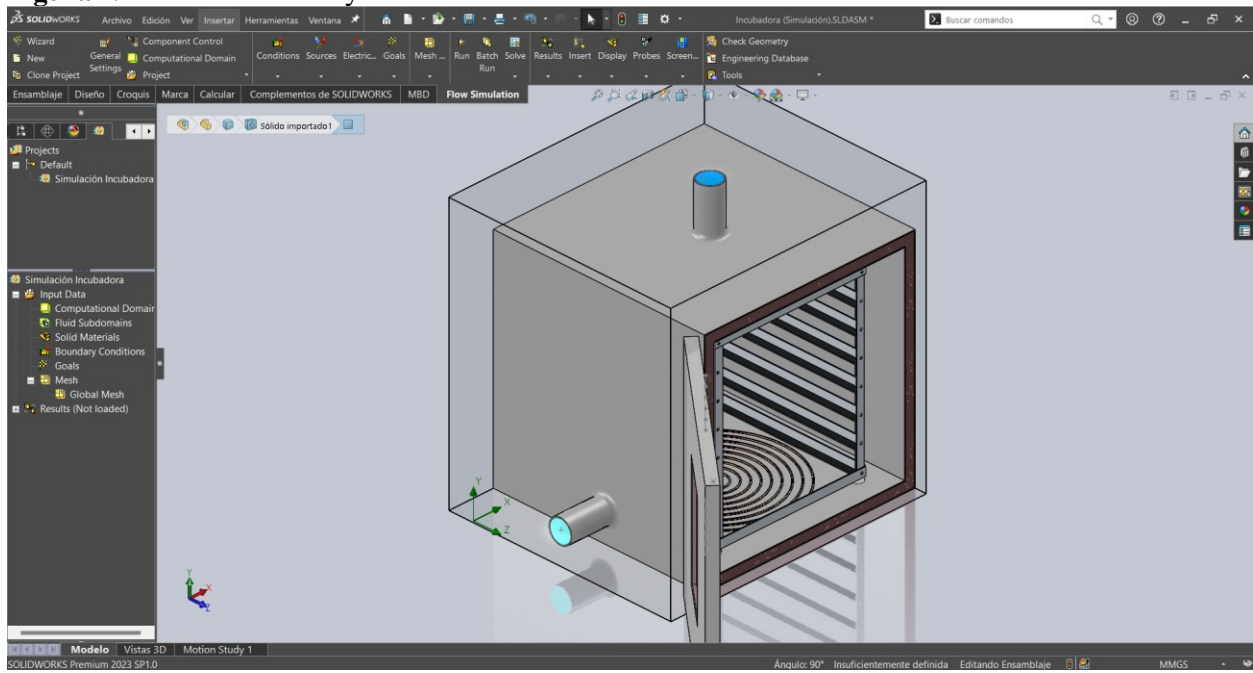


Figura 3.

Del lado izquierdo se observa la entrada de fluido al sistema; a la derecha la salida el fluido al ambiente.

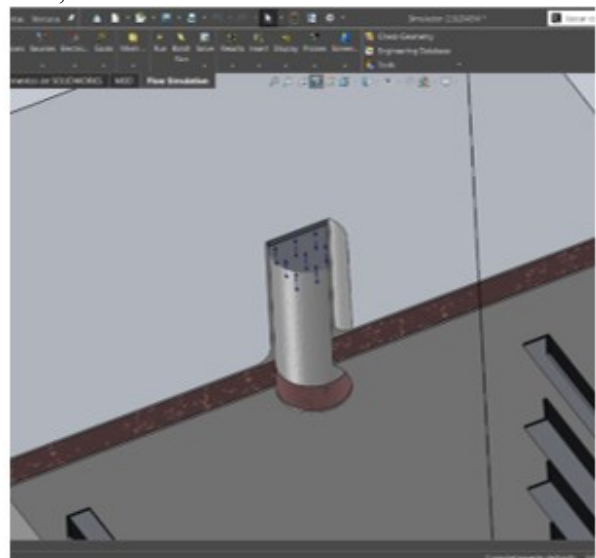
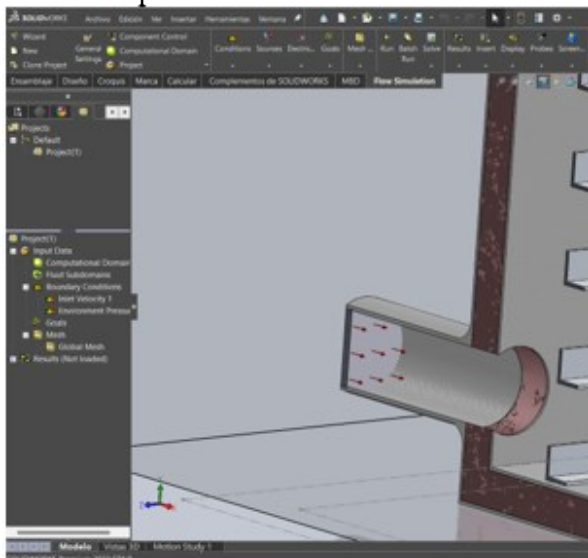


Figura 4. Mallado del dominio computacional para la simulación; visto desde una vista isométrica seccionada del diseño CAD.

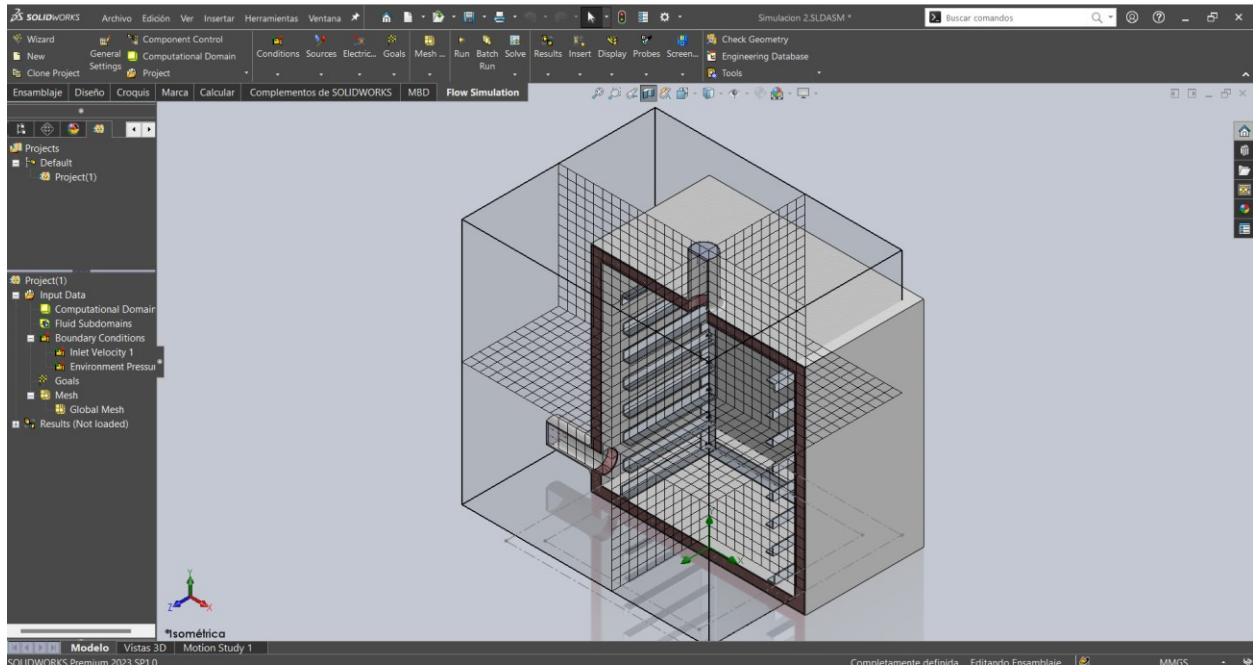
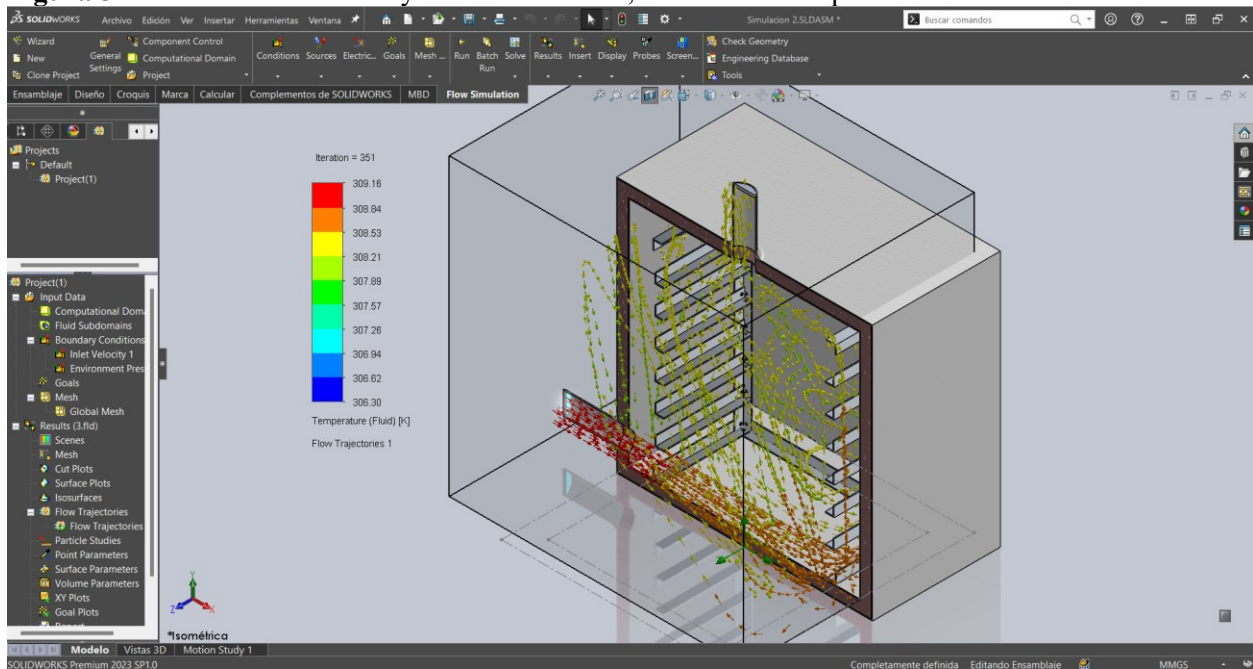


Figura 5. Visualización de las trayectorias del fluido, así como su temperatura dentro del sistema



CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos por la simulación y el diseño propuesto para el interior de la incubadora es el adecuado para la distribución del fluido. Cabe mencionar que las variaciones de temperatura pueden variar más menos 1°C cuando el producto esté dentro de la incubadora. Dicha simulación nos da la certeza de que nuestro perfil de velocidad es el adecuado para mantener la temperatura de incubabilidad, y con ello garantizar que nuestro producto esté en óptimas condiciones para el buen desarrollo del embrión.

Por medio del control electrónico nos garantizo estar dentro de los parámetros requeridos para incubar cualquier tipo de ave.

El diseño propuesto y el uso de materiales que se emplearon para la fabricación de la incubadora, por mucho rebasaron los que actualmente están en el mercado, debido a la reducción considerable de los costos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Capurso, T., Bergamini, L., & Torresi, M. (2019). Design and CFD performance analysis of a novel impeller for double suction centrifugal pumps. *Nuclear Engineering and Design*, 341, 155–166.

<https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2018.11.002>

Chen, Q., Fu, R. H., & Xu, Y. C. (2015). Electrical circuit analogy for heat transfer analysis and optimization in heat exchanger networks. *Applied Energy*, 139, 81–92.

<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.11.021>

De Chile, S. (2015). Análisis Fluido Dinámico De Un Flujo De Burbujas Mediante Cfd Memoria Para Optar Al Titulo De Ingeniero Civil Mecanico Matías Ignacio Inaipil Leal Profesor Guía Álvaro Valencia Musalem Miembros De La Comisión Williams Calderón Muñoz Néstor Becerra Yoma.

Dubbioso, G., Broglia, R., & Zaghi, S. (2017). CFD analysis of turning abilities of a submarine model. *Ocean Engineering*, 129, 459–479. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2016.10.046>

Dutta, P., & Anjum, N. (2021). Optimization of Temperature and Relative Humidity in an Automatic Egg Incubator Using Mamdani Fuzzy Inference System. *International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques*, 12–16.

<https://doi.org/10.1109/ICREST51555.2021.9331155>

- HORTELANO-CAPETILLO, J. G., MARTÍNEZ-VÁZQUEZ, J. M., & RODRIGUEZ-ORTIZ, G. (2020). Análisis aerodinámico en CFD de los alerones en automóviles convencionales. *Revista de Ingeniería Industrial*, 1–12. <https://doi.org/10.35429/jie.2020.11.4.1.12>
- Ivanovich, V., Leonid, S., Sidorenko, I., Koshchaev, A. G., Khakhyashevich, V., Ludmila, V., & Skvortsova, N. (n.d.). Chicken Hatching Synchronization for Artificial Incubation.
- Jeong, W., & Seong, J. (2014). Comparison of effects on technical variances of computational fluid dynamics (CFD) software based on finite element and finite volume methods. *International Journal of Mechanical Sciences*, 78, 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2013.10.017>
- Kutsira, G. V, Nwulu, N. I., & Dogo, E. M. (n.d.). Development of a Small Scaled Microcontroller-Based Poultry Egg Incubation System.
- Lestari, I. N., Mulyana, E., & Mardi, R. (2020, September 3). The implementation of mamdani's fuzzy model for controlling the temperature of chicken egg incubator. *Proceedings - 2020 6th International Conference on Wireless and Telematics, ICWT 2020*. <https://doi.org/10.1109/ICWT50448.2020.9243647>
- Ospina, E. A., Merrill, L., & Benson, T. J. (2018). Incubation temperature impacts nestling growth and survival in an open-cup nesting passerine. *Ecology and Evolution*, 8(6), 3270–3279. <https://doi.org/10.1002/ece3.3911>
- Ozcan, S. E., Andriessens, S., & Berckmans, D. (2010). Computational study of the heat transfer of an avian egg in a tray. *Poultry Science*, 89(4), 776–784. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00230>
- Pinto, R. N., Afzal, A., D'Souza, L. V., Ansari, Z., & Mohammed Samee, A. D. (2017). Computational Fluid Dynamics in Turbomachinery: A Review of State of the Art. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 24(3), 467–479. <https://doi.org/10.1007/s11831-016-9175-2>
- Raman, R. K., Dewang, Y., & Raghuwanshi, J. (n.d.). A review on applications of computational fluid dynamics. *International Journal of LNCT*, 2(6).
- Rodríguez-Moya, J., & Cruz-Bermúdez, A. I. (2017). Factores que afectan la incubabilidad de huevo fértil en aves de corral. *Nutrición Animal Tropical*, 11(1), 16. <https://doi.org/10.15517/nat.v11i1.28295>

- Salah, W. A., & Zneid, B. A. (2019). Evolution of microcontroller-based remote monitoring system applications. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 9(4), 2354–2364. <https://doi.org/10.11591/ijece.v9i4.pp2354-2364>
- Tamhankar, N., Pandhare, A., Joglekar, A., & Bansode, V. (n.d.). Experimental and CFD analysis of flow through venturimeter to determine the coefficient of discharge.
- Wibowo, F. W., & Institute of Electrical and Electronics Engineers. (n.d.). 2018 International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT) : 6-7 March 2018.
- Yu-qin, W., & Ze-wen, D. (2020). Influence of blade number on flow-induced noise of centrifugal pump based on CFD/CA. *Vacuum*, 172. <https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2019.109058>
- Zawawi, M. H., Saleha, A., Salwa, A., Hassan, N. H., Zahari, N. M., Ramli, M. Z., & Muda, Z. C. (2018). A review: Fundamentals of computational fluid dynamics (CFD). *AIP Conference Proceedings*, 2030. <https://doi.org/10.1063/1.5066893>