Caracterización radiativa de colectores solares para reactores foto-fenton

MAURINO, Marcos[1]; CORTIZO CARBONE, María Clara[1,2]; VENIER, César Martín[1,2]; PAIRETTI, César Ignacio[1,2]

[1]Escuela de Ingeniería Mecánica - Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario
[2] CONICET - Instituto de Física de Rosario/ sec@ifir-conicet.gov.ar

Palabras claves: Transferencia de calor; radiación; incidencia; ángulo de aceptación.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se estudia el comportamiento térmico de un colector solar de tipo CPC (*Compound Parabolic Concentrator*) mediante herramientas de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD), empleando la plataforma OpenFOAM [1]. Estos colectores aprovechan la energía solar concentrando la radiación sobre un tubo absorbedor, por el cual circula un fluido encargado de transportar la energía térmica obtenida.

OBJETIVOS

Analizar la influencia de distintos parámetros geométricos y operativos sobre el comportamiento térmico del colector, especialmente , el ángulo de aceptación (θ), velocidad de caudal (v), la separación del tubo absorbedor (gap) y el ángulo de incidencia de la radiación solar (α). Estudiar la distribución de la radiación y la transferencia de calor hacia el fluido, con el fin de comparar las configuraciones y comprender su influencia en el desempeño térmico del colector.

METODOLOGÍA Y MÉTODOS NUMÉRICOS

El solver empleado fue *myBuoyantPimpleFoam* [2], que resuelve las ecuaciones de Navier-Stokes para un **flujo transitorio** las cuales son conservación de masa, momento, energía.

$$\nabla \cdot \vec{u} = 0$$

$$\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + \nabla \cdot (\vec{u}\vec{u}) = -\frac{1}{\rho_{0,f}} \nabla p + \nu \nabla^2 \vec{u} + \vec{g}$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \nabla \cdot \left(\vec{u} T_f\right) - \alpha_f \nabla^2 T_f = 0$$

Para el fluido se consideraron las siguientes hipótesis:

1. **Fluida newtoniano**
2. **Fluido incompresible**
3. **Fluido con densidad constante**

RESULTADOS y DISCUSIÓN

El ángulo de incidencia influye significativamente en la distribución de la radiación y el flujo de calor. A bajas incidencias, la radiación se concentra alrededor de 130°, mientras que al aumentar el ángulo, la distribución se vuelve más amplia e irregular, generando mayores variaciones de temperatura en el tubo.

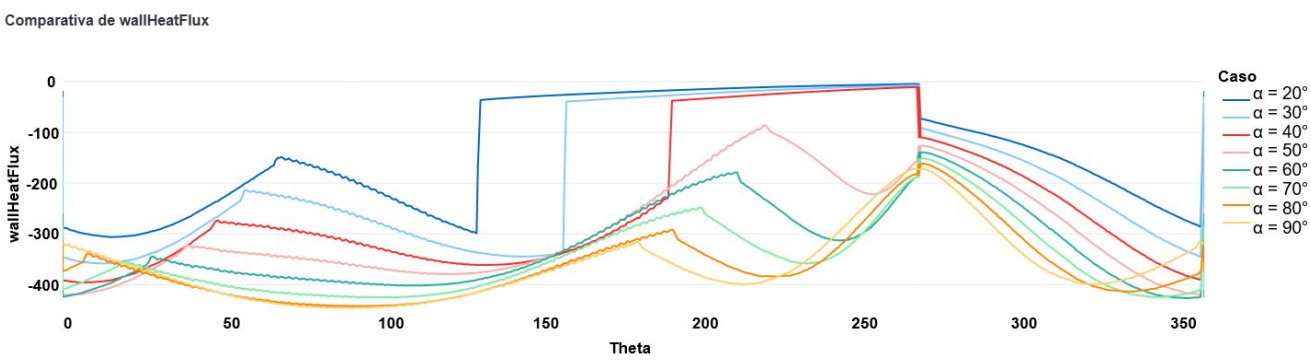


Figura 1. Comparativa de transferencia de calor alrededor del tubo colector de casos con θ = 90°, gap = 0 m, v = 0,1 m/s, α = 20° a 90°.

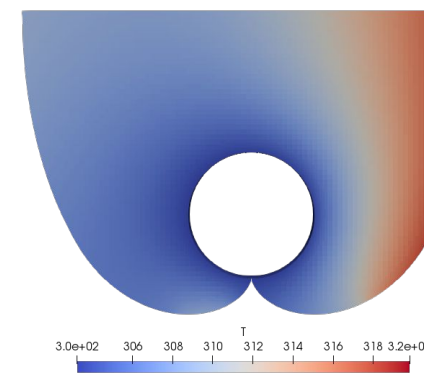


Figura 2. Distribución de la temperatura θ = 60°, gap = 0 m, v = 0,1 m/s, α = 60°.

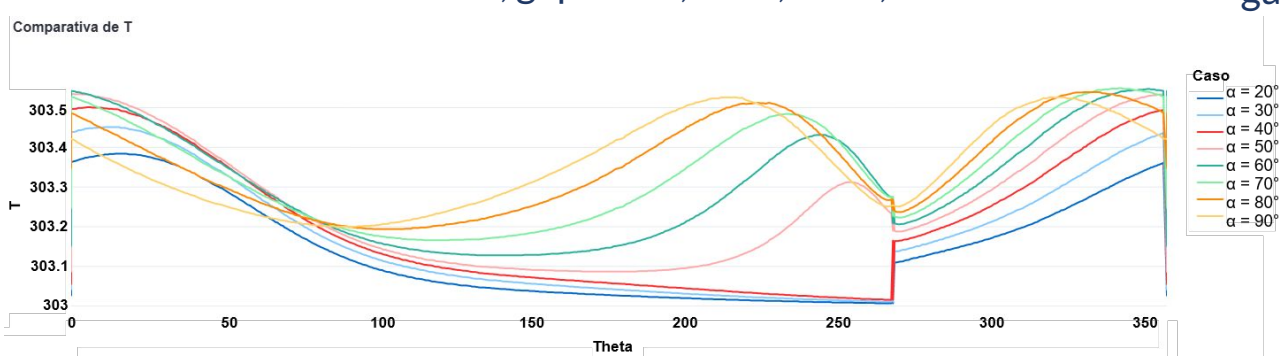


Figura 1. Comparativa de temperatura alrededor del tubo colector de casos con θ = 90°, gap = 0 m, v = 0,1 m/s, α = 20° a 90°.

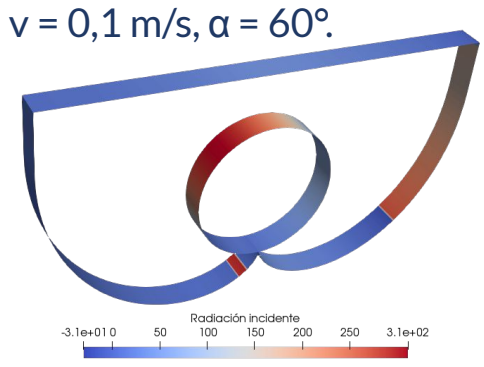


Figura 4. Incidencia de la radiación θ = 60°, gap = 0 m, v = 0,1 m/s, α = 60°.

CONCLUSIONES

Las simulaciones CFD permitieron analizar el comportamiento térmico de un colector solar CPC y evaluar la influencia de sus principales parámetros. Los resultados muestran que la geometría del colector y el ángulo de incidencia de la radiación son los factores que más afectan la distribución de energía y la transferencia de calor. Además, la posición del tubo receptor tiene una influencia significativa, especialmente para mayores ángulos de incidencia, mientras que la velocidad del fluido afecta principalmente la temperatura y la transferencia de calor.

REFERENCIAS

1. OpenFOAM, https://www.openfoam.com/
2. Piña, J. S., Catalano, J. C., Cortizo, M. C., Venier, C. M., Pairetti, C. I., Corzo, S. F., Godino, D., & Ramajo, D. (2025). Development of a boundary-coupled CFD model for collimated-diffusive radiation. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 248, 127170.
3. Duffie, J. A., Beckman, W. A., & Blair, N.Solar (2020). Engineering of Thermal Processes, Photovoltaics and Wind.