

Análisis térmico de un sistema de ventilación tipo *Chilled Beam* por medio de dinámica de fluidos computacional

Axel Alfredo Meza Benítez^{1*}, Elva Lilia Reynoso Jardón²

Resumen

Este estudio aborda el análisis térmico de sistemas de ventilación tipo Chilled Beam mediante Dinámica de Fluidos Computacional (CFD), con el objetivo de optimizar el proceso de validación durante la fabricación y reducir la dependencia de pruebas físicas. Los Chilled Beams son dispositivos de climatización que combinan ventilación e intercambio de calor, cuyo rendimiento se evalúa tradicionalmente mediante métricas como el coeficiente de rendimiento (COP) y el factor de resistencia aerodinámica (K-factor), obtenidos en laboratorio mediante pruebas exhaustivas. La metodología propuesta incluye el modelado CAD de una unidad comercial, la simulación en ANSYS Fluent bajo condiciones de frontera equivalentes a las pruebas físicas y la comparación estadística entre resultados simulados y experimentales. Si la precisión de las simulaciones es aceptable, se plantea su integración en procesos de manufactura para predecir métricas en configuraciones no probadas, reduciendo costos y tiempo. Este enfoque contribuye a la industria HVAC al establecer un marco reproducible para validar diseños mediante CFD, impulsando la eficiencia y la innovación en sistemas de climatización.

Palabras Clave

Dinámica de fluidos computacional – *Chilled beam* – Optimización térmica – Sistemas HVAC

^{1,2}Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.

*Autor de correspondencia: al251847@alumnos.uacj.mx

Programa académico

Maestría en Ingeniería en Manufactura

Fecha de presentación

27 de noviembre de 2025

Financiamiento

SECIHTI (CVU 915318)

Institución responsable del estudio

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Evento académico

1.^{er} Congreso Internacional de las Fronteras de las Ingenierías

Conflicto de interés

Sin conflicto de interés declarado

Referencias

1. Karimi, A. (2018). Design Optimization of Active Chilled Beam for an Office Space using Large Eddy Simulation. ASHRAE Conference Papers.
2. Zheng, K., Sekhar, C., & Chew, L. W. (2024). Effects of Nozzle Radius on Induction Ratio of Active Chilled Beams. In *Proceedings of ASIM 2024: 3rd International Conference on Advanced Sensing, Intelligent Manufacturing*.
3. Chen, Y. (2012). *Energy Efficiency and Indoor Air Quality in Buildings: A Review*. Purdue University.
4. Filipsson, P., Trüschel, A., Gräslund, J., & Dalenbäck, J.-O. (2020). Modelling of rooms with active chilled beams. *Journal of Building Performance Simulation*, 13(4), 409–418. <https://doi.org/10.1080/19401493.2020.1752801>
5. Zhou, L., Huang, H., Shakeri, A., Rastan, S., Stach, B., Pero, K., Morofsky, E., & Haghighat, F. (2005). Indoor Environment in an Office Floor with Nozzle Diffusers: A CFD Simulation. In *Proceedings of Building Simulation 2005: 9th International Conference of IBPSA* (pp. 1433–1440).

CITACIÓN: Meza Benítez, A.A., & Reynoso Jardón, E.L. (2026). Análisis térmico de un sistema de ventilación tipo Chilled Beam por medio de dinámica de fluidos computacional [Fronteras de la Ingeniería y Transformación Tecnológica]. *Memorias Científicas y Tecnológicas*, 5(1), 60-61.

Análisis térmico de un sistema de ventilación tipo *Chilled Beam* por medio de dinámica de fluidos computacional

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, IIT, Departamento de Ingeniería Industrial y Manufactura
Maestría en Ingeniería en Manufactura

Autores

Ing. Axel Alfredo Meza Benítez

Dra. Elva Lilia Reynoso Jardón

RESUMEN

Este estudio pretende utilizar la Dinámica de Fluidos Computacional (CFD) para simular el rendimiento térmico, las tasas de inducción y la resistencia aerodinámica de diferentes configuraciones de *Chilled Beams* (elementos de ventilación con intercambiador de calor). El objetivo principal es establecer un marco descriptivo de pruebas virtuales que optimice el proceso de validación durante la fabricación, reduciendo así la dependencia de la creación de prototipos físicos.

Introducción

En la industria de manufactura de sistemas de HVAC, particularmente para la fabricación de *Chill Beams*, los métricos de rendimiento son cruciales para validar la fiabilidad y eficiencia del producto. Los métricos requeridos son el coeficiente de rendimiento en términos de intercambio de calor (COP) y el coeficiente de resistencia aerodinámica (*K-factor*) los cuales se obtienen mediante procedimientos experimentales controlados. A su vez, para obtener las variables de COP y *K-factor* es requerido realizar pruebas de fuga de aire y de inducción para compensar la variabilidad estadística de las muestras medidas.

La dependencia de las pruebas físicas para los valores del *K-factor* y el COP implica una inversión en tiempo y dinero, ya que obtener resultados estadísticamente significativos requiere analizar múltiples muestras.

Las simulaciones por medio de dinámica de fluidos computacional (CFD) pueden generar métricos de rendimiento para *Chill Beams* con un nivel de precisión comparable a los valores estándar obtenidos en laboratorio. Los resultados de simulaciones por CFD pueden integrarse al proceso de validación durante la manufactura de *Chill Beams*.

El estudio proporcionará una estrategia para la integración de técnicas de simulación y validación en la industria de manufactura de HVAC. La generación de modelos y conjuntos de datos reproducibles y comprobables contribuyen como caso de estudio para profundizar los fundamentos teóricos y aplicaciones prácticas de las simulaciones por CFD.

Objetivos

Analizar un sistema de ventilación tipo *Chill Beam* mediante dinámica de fluidos computacional para optimizar el proceso de validación durante su proceso de fabricación.

- Modelar el diseño de una unidad *Chill Beam*, por medio de software CAD para analizarlo por CFD.
- Simular el funcionamiento del sistema de ventilación tipo *Chill Beam* en ANSYS Fluent considerando las condiciones de frontera utilizadas en estudios previos [1] para obtener los métricos de rendimiento de la unidad.
- Comparar los resultados simulados con los resultados reales y obtener la diferencia estadística para la validación del modelo.
- Extender el análisis a configuraciones adicionales del mismo modelo de *Chill Beam* para estimar con precisión los métricos de rendimiento.

Sample 57 2p-2w

Model	Length	Nozzle Size	Pipe Config	Throw Pattern	Kfactor	GPM	Conn Pts (in.wc)	Pst Airflow (cfm)	ENT (F)	INT (F)	$\Delta T_{wa} (F)$	COOLING BTUH (Normal to 18F ΔT_{wa})	BTUH (Normal to 18F ΔT_{wa})	COPa (BTUH/cf-m)	BTUH/Pt
CBAL-2	4	M00	2P	2W	77.1	1.00	0.50	54.5	56.9	75.2	18.34	2138	2088	38.5	525

Model	Length	Nozzle Size	Pipe Config	Throw Pattern	Kfactor	GPM	Conn Pts (in.wc)	Pst Airflow (cfm)	ENT (F)	INT (F)	$\Delta T_{wa} (F)$	HEATING BTUH (Normal to 40F ΔT_{wa})	BTUH (Normal to 40F ΔT_{wa})	COPa (BTUH/cf-m)	BTUH/Pt
CBAL-2	4	M00	2P	2W	77.1	1.00	0.50	54.5	115.0	84.4	30.58	3475	4546	83.4	1136

Fig. 1. Resultados típicos de pruebas de capacidad operacional (COP). [1]

Metodología

Se seleccionó un modelo y configuración específico de *Chill Beam* disponible en el mercado. [2]

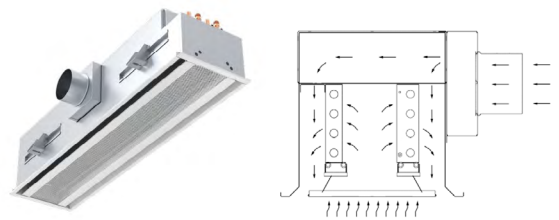


Fig. 2. Unidad de *Chill Beam* CBLV-12 marca Titus y vista transversal del flujo de aire. [2]

Usando los mismos parámetros y condiciones de frontera que en las pruebas físicas, se repican los experimentos por medio del software ANSYS Fluent. [3] [4]

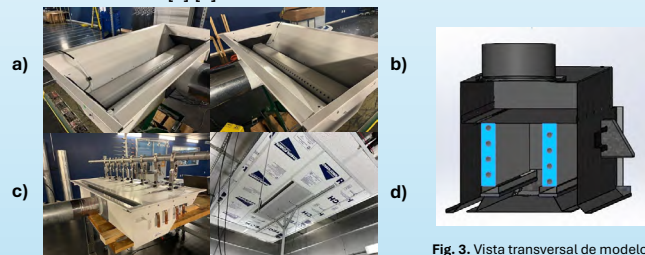


Fig. 3. a) Prueba de fuga de aire. b) Prueba de *K-factor*. c) Prueba de inducción. d) Prueba de capacidad (COP). [3]

Fig. 3. Vista transversal de modelo CAD del CBLV-12 seleccionado. [4]

Resultados esperados

Se espera que los resultados de las simulaciones por medio de CFD sean estadísticamente comparables a los valores estándar obtenidos en laboratorio. Consecuentemente, se espera predecir los métricos de configuraciones no probadas empíricamente.

Conclusiones

Si la precisión de los resultados generados por CFD demuestra equivalencia o una desviación aceptable con respecto a los datos empíricos de laboratorio, las simulaciones pueden estandarizarse e integrarse a los procesos de manufactura de *Chill Beams*. Los resultados obtenidos por CFD permitirían optimizar las pruebas de rendimiento en la línea de montaje al reducir la dependencia a las pruebas físicas.

Referencias

- A. Karimi, "Design Optimization of Active Chilled Beam for an Office Space using Large Eddy Simulation," *ASHRAE Conference Papers*, 2018.
- K. Zheng, C. Sekhar, and L. W. Chew, "Effects of Nozzle Radius on Induction Ratio of Active Chilled Beams," in *Proc. ASIM 2024: 3rd Int. Conf. on Advanced Sensing, Intelligent Manufacturing*, 2024.
- Y. Chen, "Energy Efficiency and Indoor Air Quality in Buildings: A Review," *Purdue University*, 2012.
- P. Filipsson, A. Trüschel, J. Gräslund, and J.-O. Dalenbäck, "Modelling of rooms with active chilled beams," *Journal of Building Performance Simulation*, vol. 13, no. 4, pp. 409–418, 2020, doi: 10.1080/19401493.2020.1752801.
- L. Zhou, H. Huang, A. Shakeri, S. Rastan, B. Stach, K. Pero, E. Morofsky, and F. Haghighat, "Indoor Environment in an Office Floor with Nozzle Diffusers: A CFD Simulation," in *Proc. Building Simulation 2005: 9th Int. Conf. of IBPSA*, Montréal, Canada, Aug. 15–18, 2005, pp. 1433–1440.