

## APLICACIÓN DEL GEMELO DIGITAL EN UN EDIFICIO LOGÍSTICO DE MONTEPINO PARA LA OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE SU CLIMATIZACIÓN

Enero 2024

Dentro del convenio de colaboración establecido entre Montepino Logística y la Cátedra UPC-JG para la sostenibilidad en la edificación, se ha modelizado un edificio logístico mediante herramientas CFD (dinámica computacional de fluidos), procediendo posteriormente a su validación a través de la monitorización en tiempo real de diferentes variables representativas. Este modelo informático calibrado es un “gemelo digital” del edificio real, que puede ser utilizado para analizar diferentes variantes y mejoras que se podrían introducir en el edificio construido.

El edificio objeto del estudio se utiliza para la gestión de pedidos de un primer proveedor internacional de moda, con una actividad básicamente automatizada, pero con una ocupación de personal importante, que realiza el empaquetado de los pedidos y gestiona también las devoluciones que se van recibiendo, en la zona que se llama de empaquetado o “packing”.

Para mantener la máxima flexibilidad en la operación del edificio, estas zonas de mayor presencia de personal no están físicamente aisladas dentro del mismo, sino que están abiertas en el espacio general. Como tienen personal que trabaja de forma estacionaria, es necesario proporcionarles acondicionamiento climático. Sin embargo, al estar dichas zonas abiertas al resto del edificio, la solución que se ha adoptado hasta ahora ha sido la de atemperar climáticamente toda la superficie del edificio mediante aerotermos repartidos por la misma. Esto provoca un consumo importante de energía en zonas (las automatizadas) que no lo requerirían.

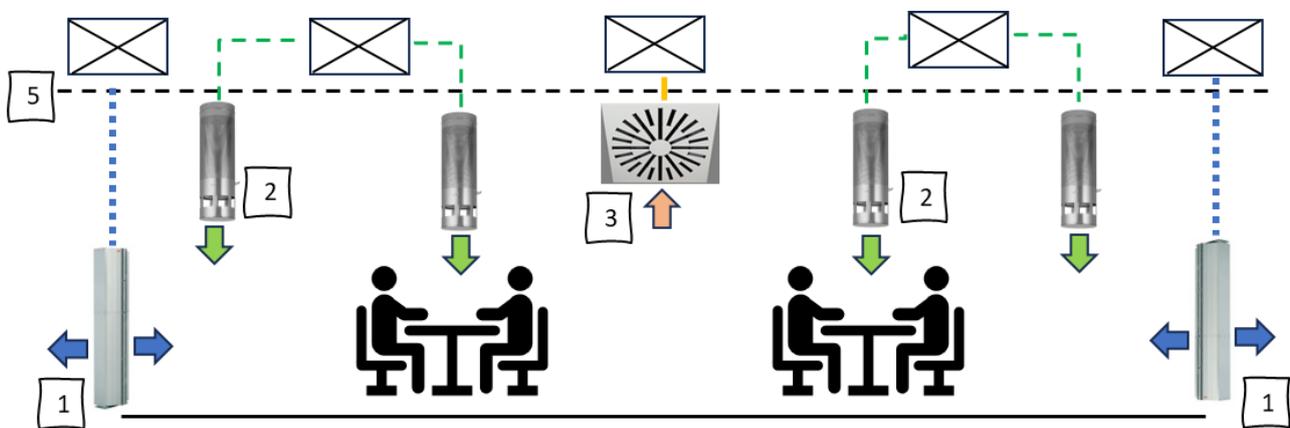
En el estudio realizado se propone diseñar y validar un modelo de climatización aplicado sólo a las zonas de trabajo estacionario y abierto al resto del edificio, valorando el ahorro energético y en emisiones de CO<sub>2</sub> que se consigue.

### Sistema propuesto de climatización local

El objetivo es instalar un sistema de climatización exclusivo para la zona de “packing” o empaquetado, de forma que se pudiera anular todo el sistema general de climatización por aerotermos, con el ahorro energético y de emisiones de CO<sub>2</sub> que ello comportaría. El sistema propuesto tiene cinco elementos (ver figura 1):

1. Unas cortinas de aire instaladas en el perímetro de la zona a acondicionar, de modo que dejan pasar personas y producto, pero contienen el aire climatizado dentro de la zona de “packing”.
2. Unos difusores por desplazamiento, instalados a 3 m de altura en una malla de 8 x 8 m, y que impulsan aire caliente o frío, dependiendo de la estación.

3. Unas rejillas de retorno de aire de la zona climatizada, que recogen el aire tanto de las cortinas de aire como de los difusores por desplazamiento. Estas rejillas de retorno están colocadas en el centro de la zona de “packing”, a 4 m de altura.
4. Un conjunto de climatizadores para esta zona de empaquetado, tanto para las cortinas de aire como para los difusores por desplazamiento.
5. Para mejorar la eficacia de la solución, se propone un elemento adicional de separación entre la parte baja de la zona de empaquetado (los primeros 4 metros) y el resto del edificio en altura, para intentar mitigar, especialmente en invierno, la pérdida de aire tratado de la zona de empaquetado hacia las partes altas. Este elemento podría ser un elemento rígido (un panel de vidrio o metacrilato) o elástico (unos toldos ligados a los pilares).



**Figura 1.** Esquema de funcionamiento del sistema de climatización localizada propuesto

### Resultados obtenidos

Con el sistema de climatización propuesto, (todavía sin el toldo, figuras 2 y 3), se puede reducir el funcionamiento de los aerotermos generales a un 25% de su capacidad, consiguiendo un nivel de confort adecuado y una reducción energética anual de 3.261 MWh y de emisiones de 297 Toneladas de CO<sub>2</sub> anuales.

El ahorro económico generado es de 148.000 € anuales, y la inversión necesaria para el nuevo sistema localizado de climatización es de 1.106.000 €, por lo que el periodo de retorno de esta inversión es de 7,3 años.

Se plantea una mejora adicional, consistente en colocar unos toldos a baja altura (unos 4 m) sobre la zona de “packing”, para reducir las fugas de aire localmente acondicionado hacia el resto del edificio. Con esta mejora se podría anular completamente el funcionamiento de los aerotermos generales (figuras 4 y 5).

Con la simulación CFD efectuada, el rendimiento del sistema mejora en un 15% adicional, lo que significa un ahorro energético añadido de 597 MWh anuales, y de 89 Toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> anuales.

La inversión adicional necesaria para implementar esta solución comprendería el propio toldo y una red de rociadores secundaria a instalar a bajo nivel, y asciende a 440.000 €. El ahorro económico adicional generado es de 62.000 €/año.

	Atemperar edificio entero	Climatizar packing + 25% aerotermos	Climatizar packing + toldo + 0% aerotermos
Demanda energía anual - MWh	5.931	2.670	2.073
Emisiones CO2 – Ton/año	878	581	492
Inversión necesaria - M€	0,00	1,10	1,55
Ahorro anual – M€/año		0,15	0,21
Periodo de retorno - años		7,3	7,4

Representación de estudios CFD realizados

A continuación, se presenta un resumen gráfico de los resultados de la simulación CFD que avalan el estudio realizado.

En verano, aerotermos al 25%, sin toldo:

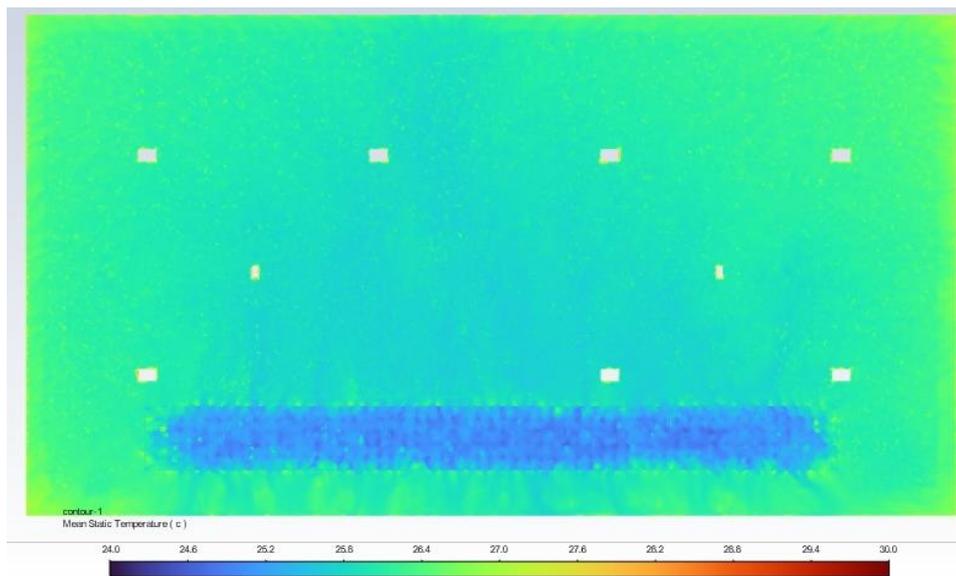


Figura 2: Temperaturas (en °C) a 1,5 m del suelo, representación en planta, con climatización local más aerotermos al 25%

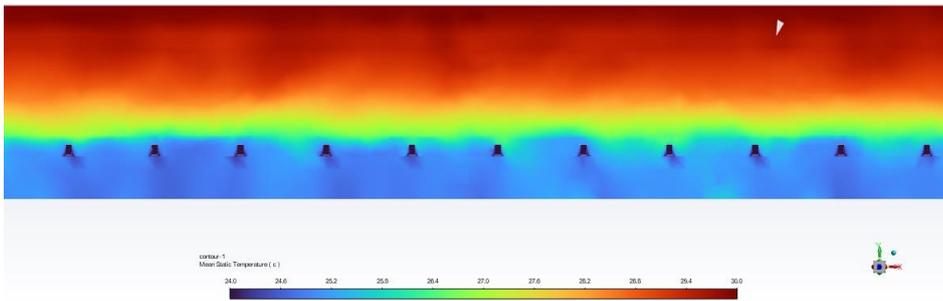


Figura 3: Temperaturas (en °C) en zona packing, representación en sección, con climatización local más aerotermos al 25%

En verano, aerotermos parados y con toldo:

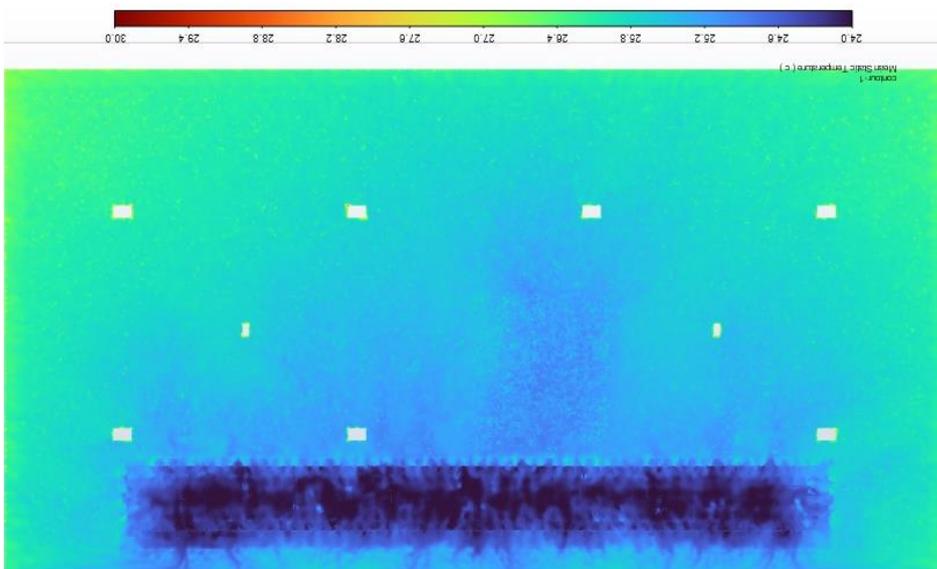


Figura 4: Temperaturas (en °C) a 1,5 m del suelo, representación en planta, con climatización local más toldo y aerotermos parados

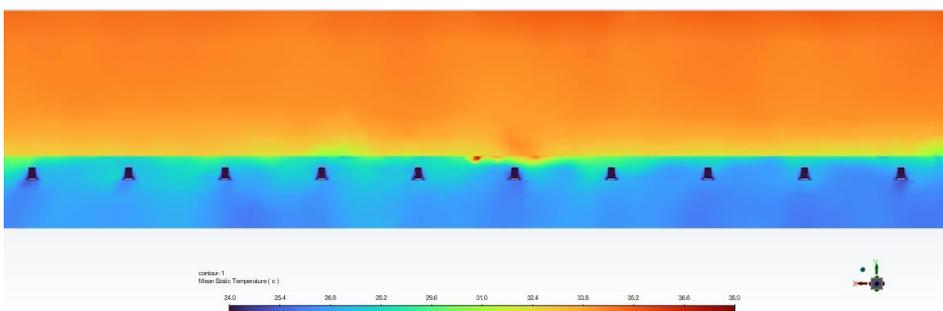


Figura 5: Temperaturas (en °C) en zona packing, representación en sección, con climatización local más toldo y aerotermos parados

### Posibles líneas de trabajo futuro

Montepino Logística y la Cátedra UPC-JG están estudiando continuar la investigación realizada en diferentes líneas de trabajo:

- Utilización del “gemelo digital” para analizar y validar diferentes soluciones constructivas de los edificios: aislamientos de cubiertas y fachadas, lucernarios en fachada y cenitales, estrategias de ventilación natural.
- Creación de modelos predictivos basados en inteligencia artificial. Uno de los objetivos de estos modelos sería predecir de manera automática el consumo del sistema de climatización en base a los históricos de temperatura interior del edificio y a las previsiones climáticas y de ocupación/funcionamiento de esta. De esta manera se podrían proponer e integrar en el BMS del edificio acciones sobre la operativa del mismo que permitiesen reducir su consumo energético.

Para más información, contactar con:

Juan Gallostra, JG Ingenieros, [jgallostra@jgingenieros.es](mailto:jgallostra@jgingenieros.es)

Eva Cuerva, Cátedra UPC-JG, [eva.cuerva@upc.edu](mailto:eva.cuerva@upc.edu)

Departamento de comunicación de Montepino, [comunicacion@valfondo.com](mailto:comunicacion@valfondo.com)