Un streamer
que aumenta la flecha de los ventiladores axiales de ebmpapst

Para un eficiente enfriamiento, los espacios cerrados necesitan de la circulación de aire. Debido a esto, en la actualidad los módulos de enfriamiento contienen accesorios de alta calidad que resultan en una mayor entrada de energía eléctrica y mayores niveles de ruido. ebmpapst les presenta una solución costo-eficiente, potente y técnicamente mucho mejor.

1. Objetivo

Hoy en día, el desempeño de los enfriadores de aire en espacios cerrados muchas veces se encuentra limitado porque el aire frío proveniente del ventilador no se extiende lo suficiente por la habitación y es absorbido nuevamente hacia el circuito corto sin ocasionar ningún efecto significante de enfriamiento. La esquina de la habitación en la cual generalmente se ubica el evaporador se enfría lo suficiente, mientras que en otros lugares las temperaturas requeridas no son alcanzadas debido a que el controlador del modulo de enfriamiento simplemente deja de realizar su tarea o incluso se apaga tan pronto como el aire frío del "circuito corto" es succionado nuevamente hacia adentro. Esta problemática se encuentra ilustrada en la **figura 1** (arriba).

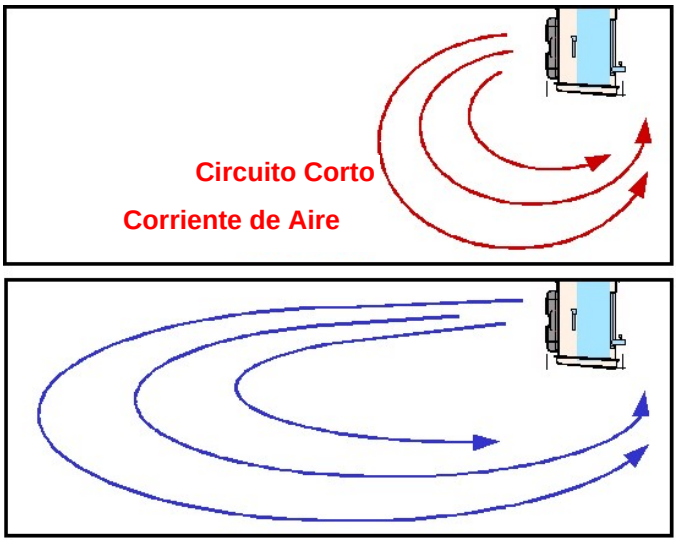


Fig.1: Mala (arriba) y buena (abajo) expansión de aire frío en cámaras frigoríficas.

Con el propósito de evitar la instalación de más unidades de enfriamiento o de unidades aún más grandes, la solución que se ha llevado a la práctica hasta el momento, ha sido el montaje de rejas con forma de panal de abeja en los ventiladores, inclusive, en algunos casos, se han utilizado mangueras textiles para desparramar el aire. Dejando de lado los altos costos de instalación, estos accesorios también originan un mayor consumo energético y mayor ruido, debido a que el ventilador debe superar la diferencia de presión adicional. Para contrarrestar esto, nuevos enfoques se orientaron a una mejora continua en la descarga del ventilador (ver **figura 1**, abajo). Una forma efectiva de reducir el ángulo de diver-

gencia del aire es desviando los componentes circulares y radiales de la descarga en dirección axial. Este efecto puede lograrse no solo al ajustar la geometría de la pala, sino también proveyendo palas con guía fijas. Este enfoque, adoptado por ebmpapst, resultó en el desarrollo de un "streamer" presentado a continuación.

2. Desarrollo del prototipo

La primera etapa constó del diseño de numerosas variantes que fueron montadas al ventilador axial del lado de carga. Luego de un análisis preliminar, los siguientes 4 diseños básicos con elementos de un streamer axial fueron analizados con mayor detenimiento:

- Prototipo 1: Inserción de reja con forma de panal de abeja
- Prototipo 2: Aro de guías con 6 guías radiales y 5 guías circulares
- Prototipo 3A: Streamer con 16 guías radiales
- Prototipo 3B: Streamer con 16 guías radiales y difusor

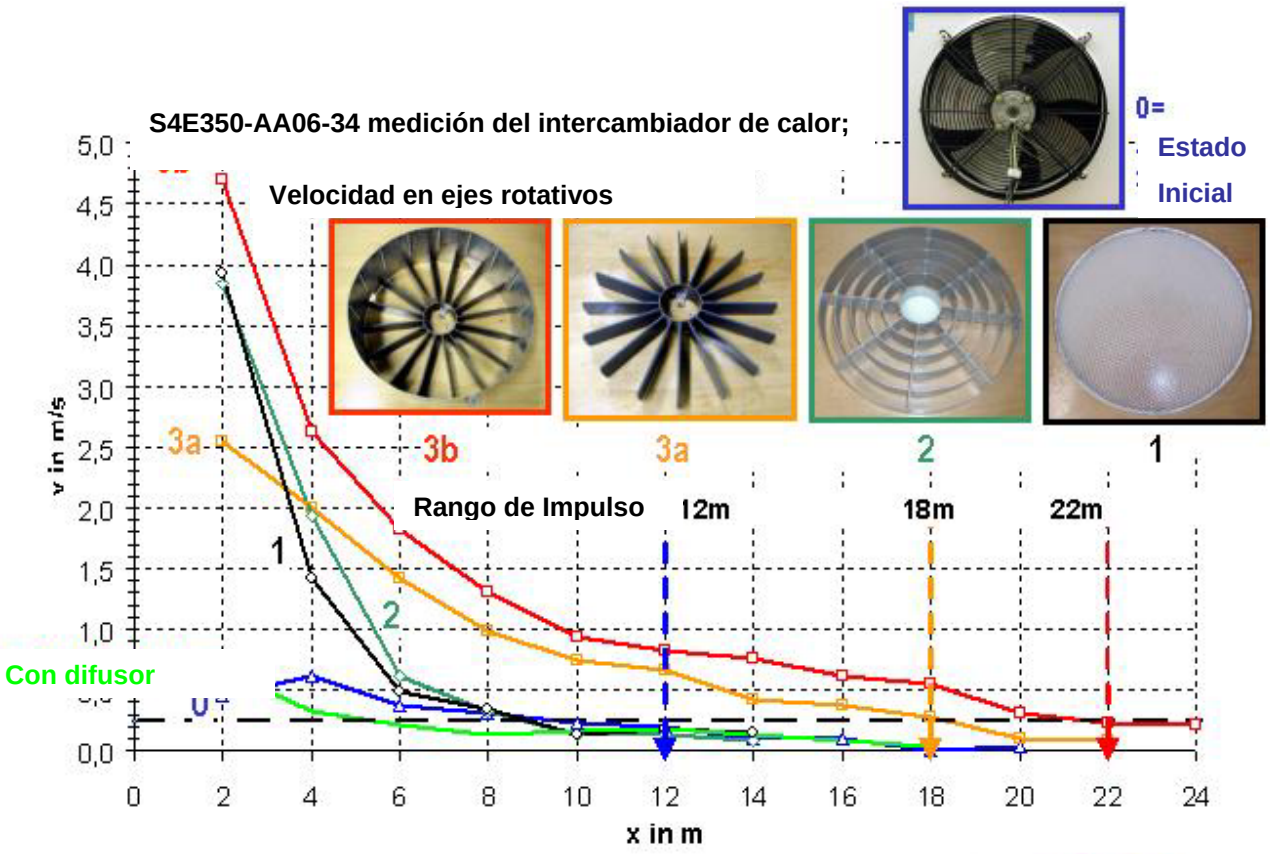


Fig. 2: Máxima velocidad del flujo con ejes rotativos.

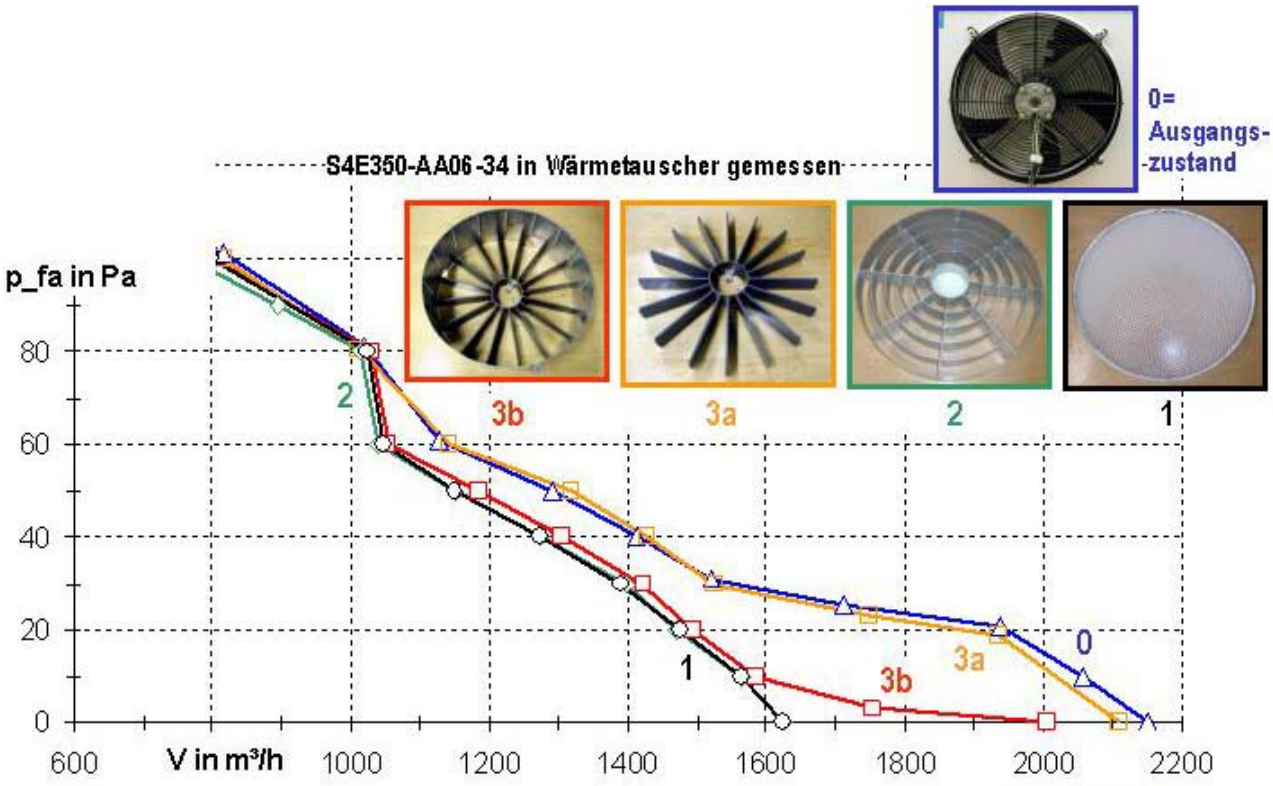
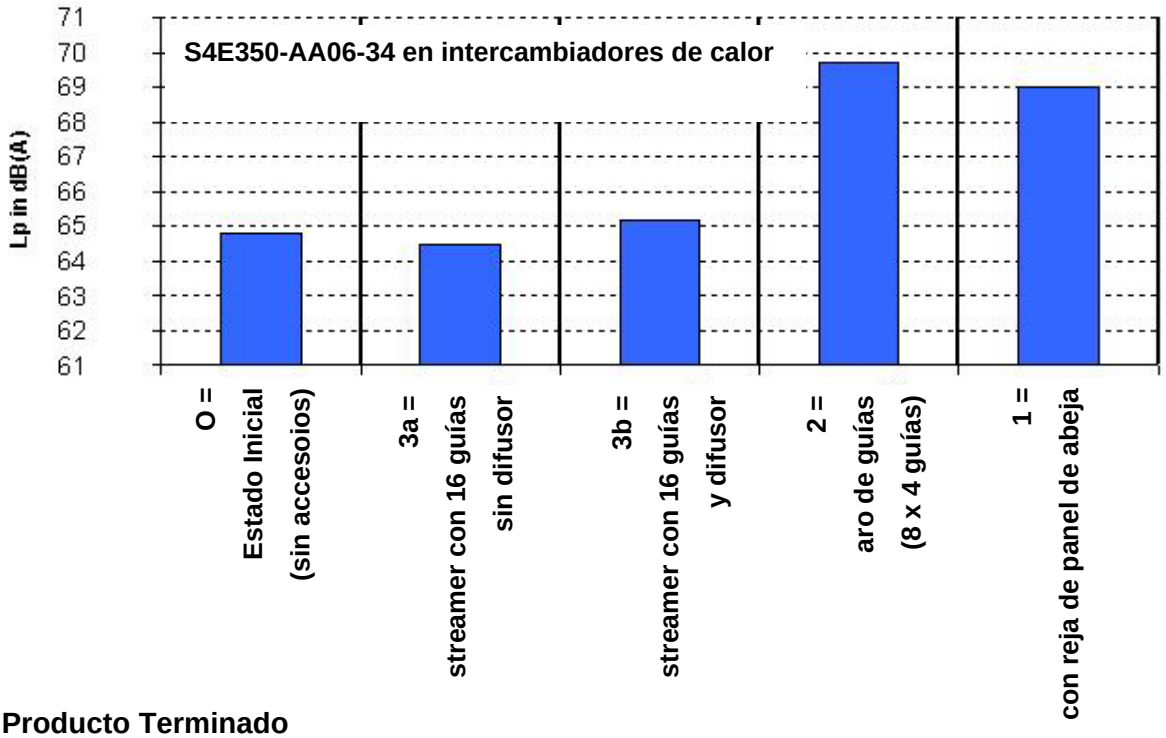


Fig. 3: Curvas sobre el desempeño del aire de los prototipos examinados.

una significativa caída del desempeño del aire. Sin contrapresiones externas, el desempeño del aire en módulos de enfriamiento disminuye desde 2150 a 1600m³/h con estos accesorios. La reducción en el comportamiento del aire explica porqué el flujo de desviación en estos dos diseños resultan en un aumento de la velocidad sólo en la proximidad del módulo de enfriamiento. El streamer con **S4E350-AA06-34 medición con intercabiador de calor** os 150m³/h. Sin **Estado Inicial** pérdida adicional de presión, por ejemplo con formación de hielo en el intercambiador de calor o en caso de que el aire del cooler sea instalado en la esquina, causa severas pérdidas en el desempeño del aire. Esto significa que este diseño solo alcanza altos rangos de impulso bajo condiciones ideales. Los mejores resultados se obtuvieron con el streamer que no posee difusor. Este diseño no solo muestra un sustancial incremento en el rango de impulso, sino que también causa a penas un mínimo descenso en el comportamiento del aire a lo largo de todas las características del rango.

Los resultados de los tests acústicos llevados a cabo y los análisis de eficiencia también demostraron que los prototipos con rejas de panal de abeja y aro de guías originan una marcada pérdida. Mientras que se detectaron mayores niveles de ruido de presión en estos diseños, los diseños con streamer (variantes 3a y 3b) no ocasionan agravaciones en el desempeño acústico (ver **figura 4**).

Al variar la longitud axial de las guías, la distancia hacia el ventilador y el número de guías no muestran un mayor potencial para mejoras.



3. Producto Terminado

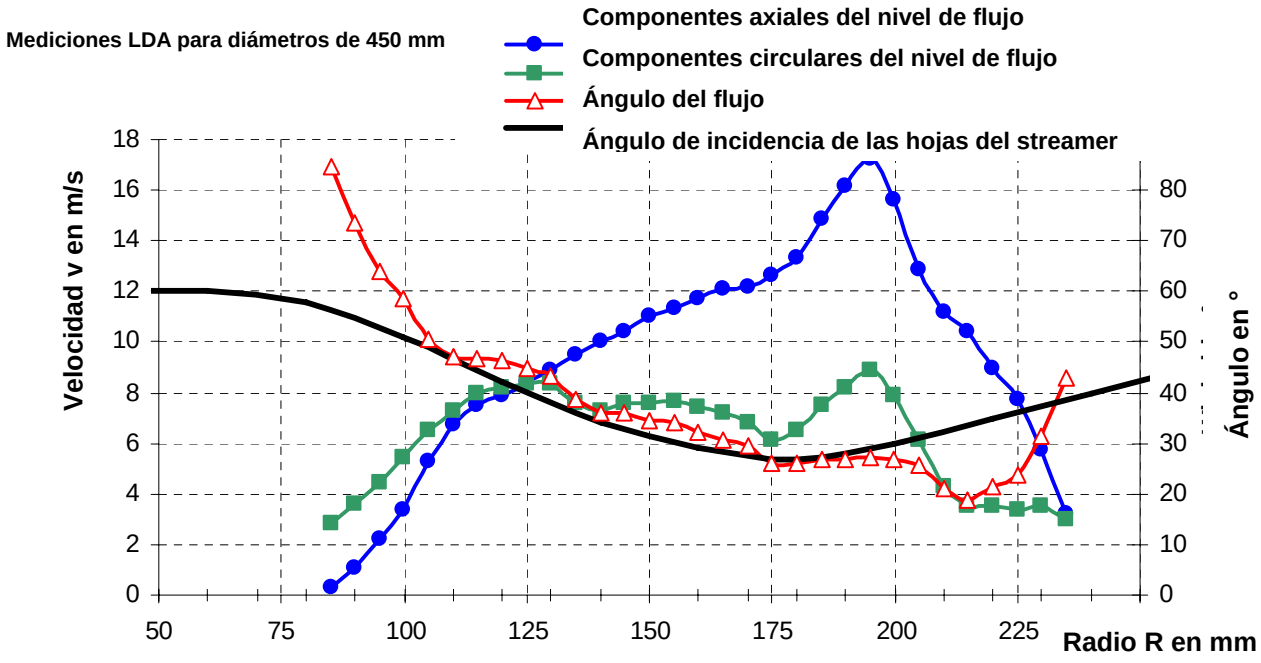


Fig. 5: Resultado de mediciones LDA para diámetros de 450mm.

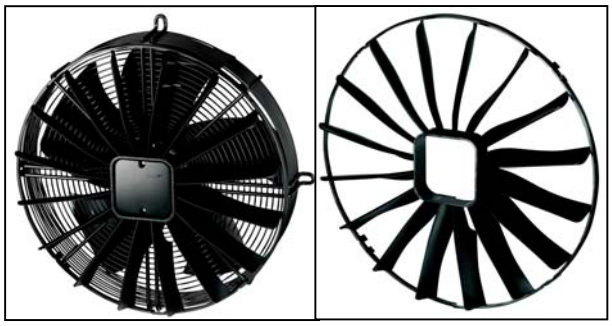


Fig. 6: Streamer montado en un ventilador axial ∅=450mm con reja.

Con el fín de poder diseñar un óptimo contorno de las hojas del streamer, los componentes de velocidad en el campo del flujo de los ventiladores examinados son determinados via mediciones LDA que luego son utilizados para calcular el ángulo de desviación.Para diámetros de 450mm, los resultados obtenidos en las mediciones LDA son demostrados en la **figura 5**. Para minimizar las pérdidas, el ángulo de incidencia de las hojas del streamer está determinado por el ángulo de desviación. La **foto 6** muestra el streamer desarrollado en esta base. Este streamer es montado a la reja del ventilador axial gracias a una conexión clip. La potencia de esta conexión estuvo sometida y pasó rigurosas temperaturas, vibraciones y tests de shocks.

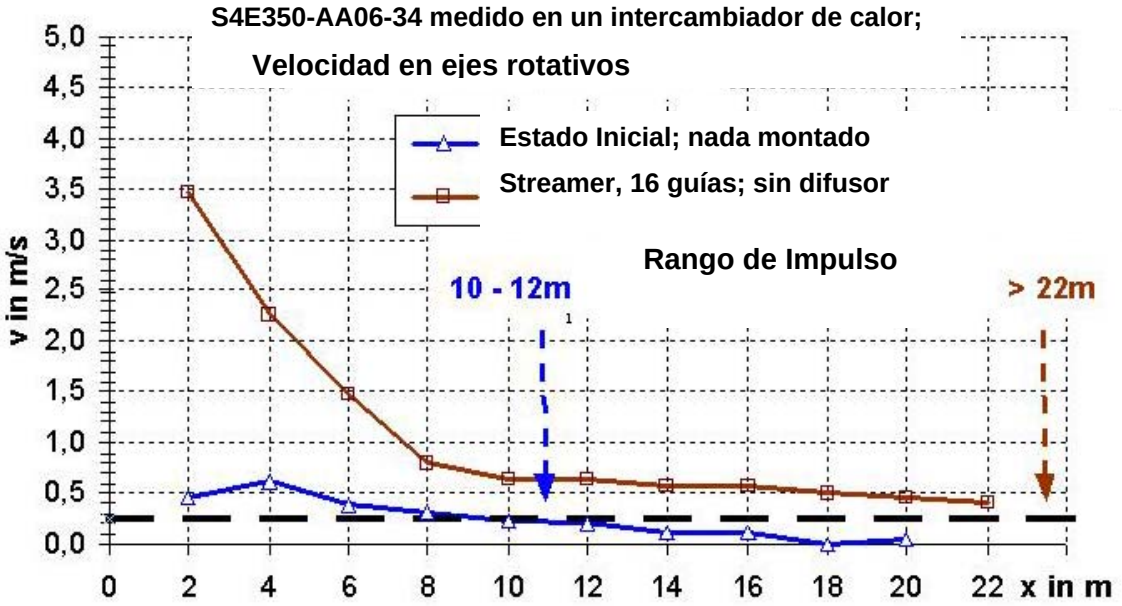


Fig. 7: Resultado de las mediciones del rango de impulso con un streamer de 350mm de diámetro.

Desde la **foto 7** a la **9** vemos resultados ejemplares de validación. La **figura 7** muestra que el rango de impulso puede incrementarse de 10m a más de 22m al utilizar un streamer de 350 mm de diámetro (el valor exacto no pudo ser determinado ya que superó la longitud de las medidas iniciales).

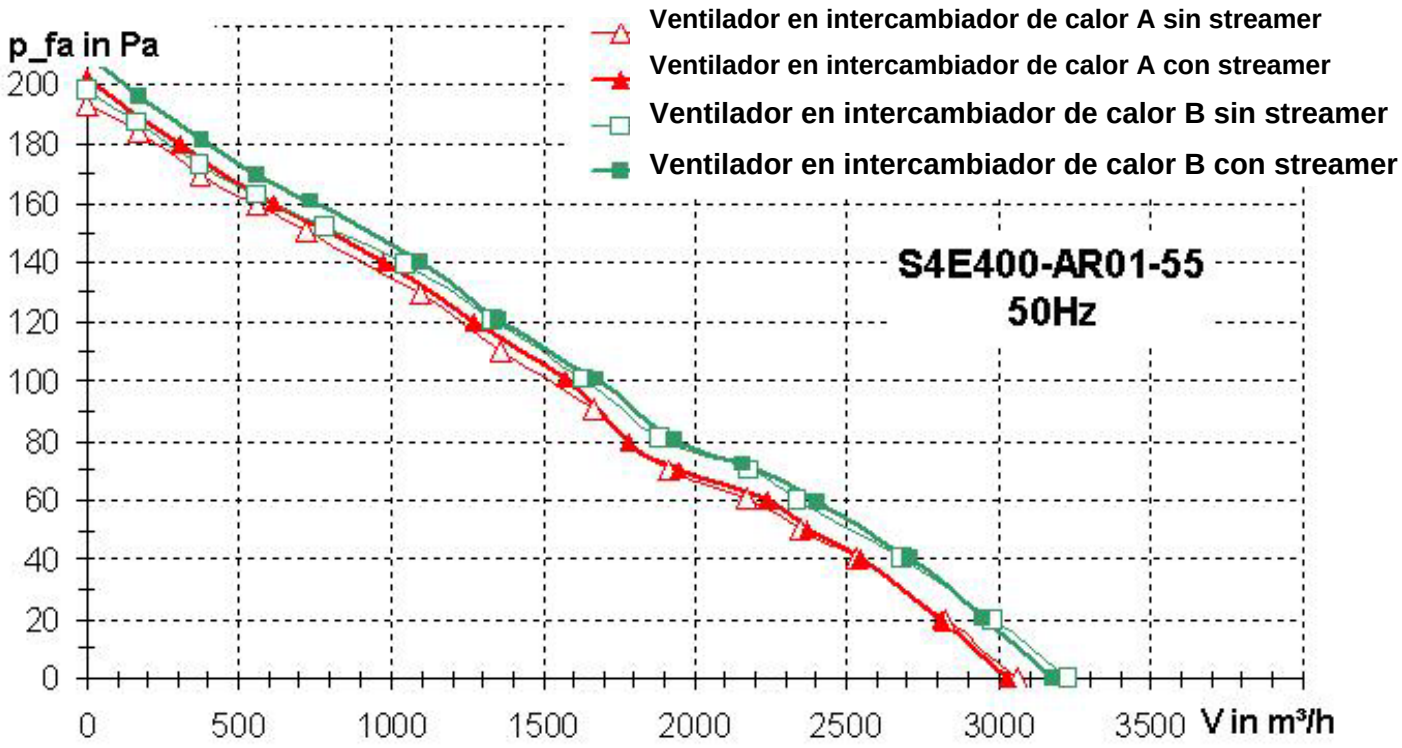


Fig. 8: Streamer Ø 400mm montado en un ventilador con intercambiador de calor: Desempeño del aire.

La **foto 8** nos muestra que al montar el streamer con 400 mm de diámetro en 2 intercambiadores de calor diferentes no se originan ni una reducción en el desempeño del aire ni una caída en la eficiencia. La **figura 9** muestra los niveles de flujo medidos en la descarga diagonal (izquierda) y el desempeño del flujo mejorado con un streamer en el test de vapor (derecha).

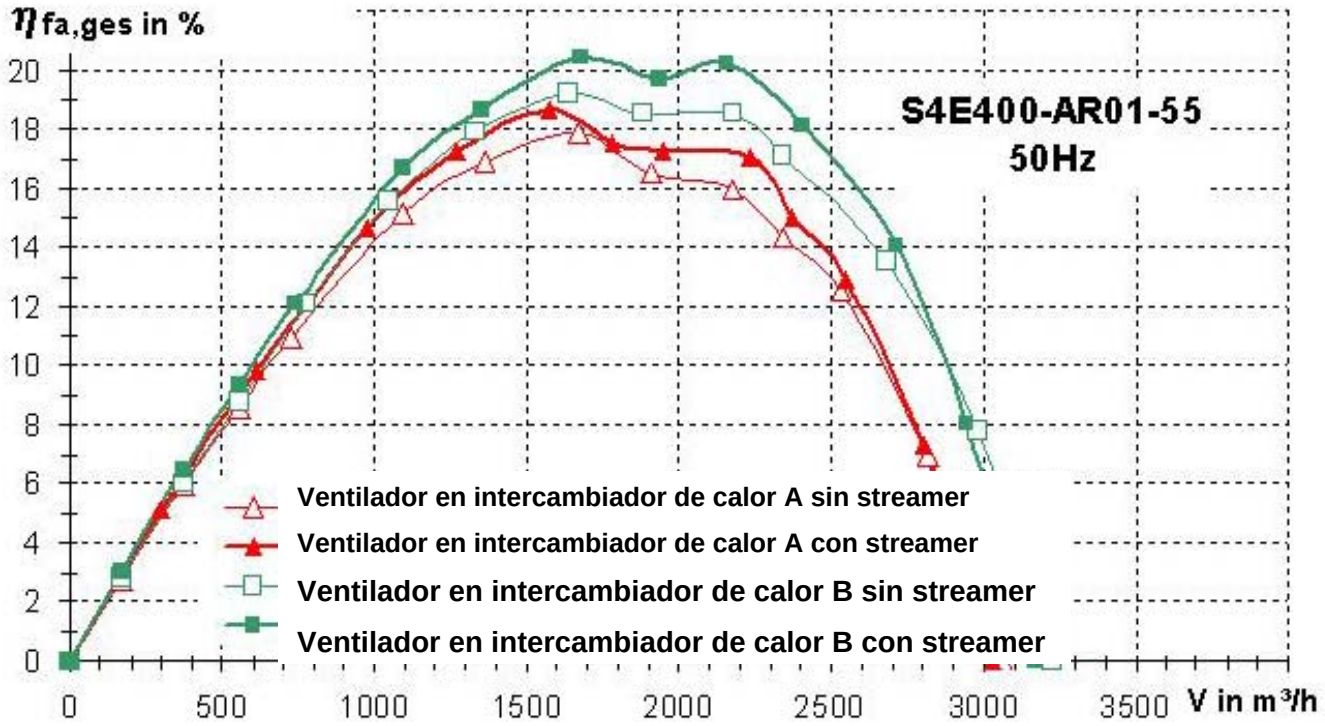


Fig. 9: Streamer Ø 400mm montado en un ventilador axial con intercambiador de calor: Eficiencia.

4. Conclusión

Dependiendo del diámetro del ventilador, utilizar el streamer puede resultar en un doble o incluso un triple rango de impulso. Finalmente, esto nos permite una extensión de aire frío– sin la necesidad de expandir la superficie del intercambiador o de incrementar el volumen de aire para estar enfriados. En contraste con otras soluciones rectificadoras, como por ejemplo la reja con forma de panal de abeja utilizada hasta ahora, esta mejora es lograda con casi nada de pérdidas, evitando cualquier influencia negativa de la información técnica del ventilador axial (desempeño del aire, eficiencia, desempeño acústico) cuando utilizamos el streamer.

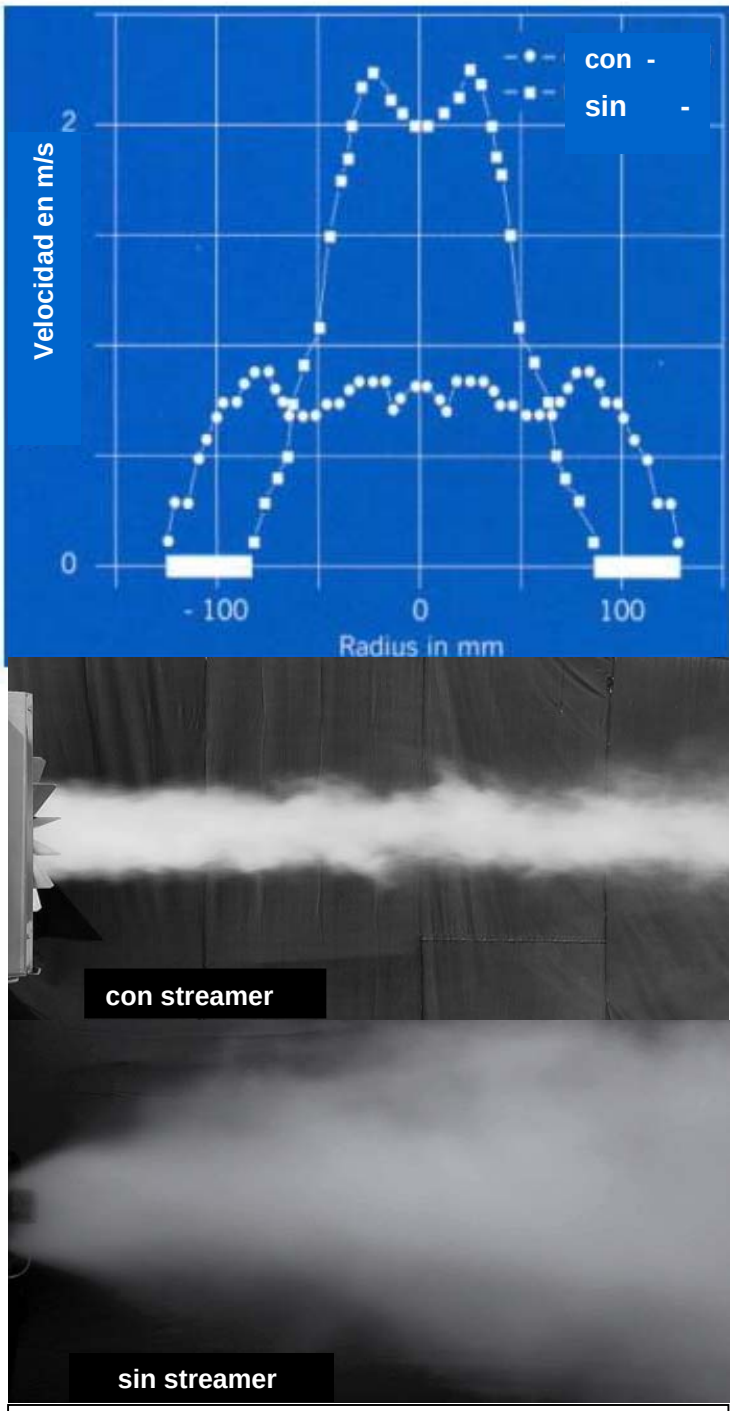


Fig. 10: Desempeño del flujo sin y con streamer respectivamente (Fuente: ILK Dresden).