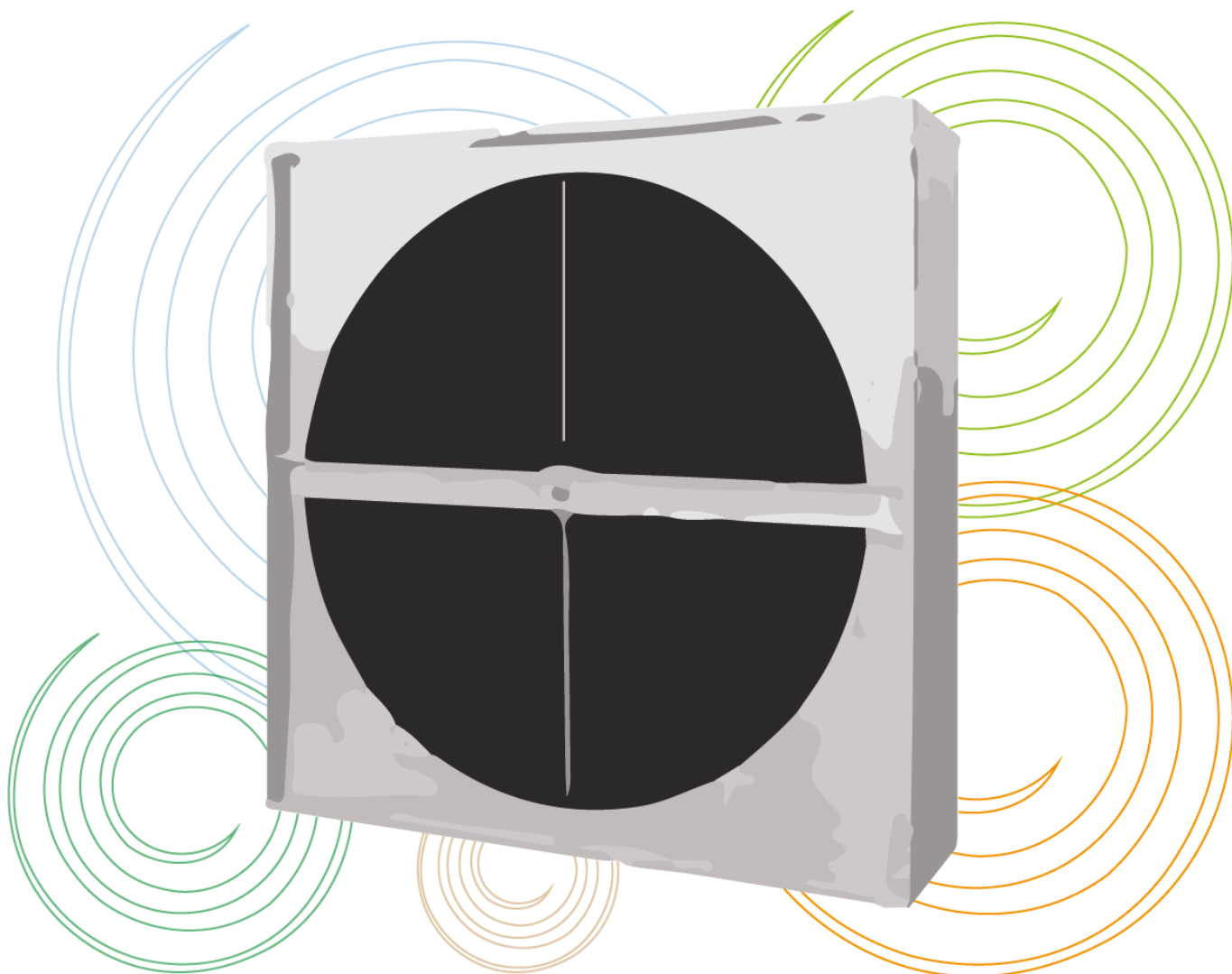


Documento Técnico Relativo a Recuperadores de Calor Rotativos



**Grupo de Trabajo
de Recuperadores Rotativos**

AFEC

asociación de fabricantes
de equipos de climatización

www.afec.es



Contenido

1. ANTECEDENTES	2
2. CONCEPTOS GENERALES	3
3. DESARROLLO TÉCNICO	5
3.1 FUGAS INTERNAS.....	5
3.2 CONFIGURACIÓN DE LOS VENTILADORES	7
3.3 EQUILIBRADO DE PRESIONES	9
3.4 SECTOR DE PURGA	9
3.5 SELLADO	10
4. CONCLUSIÓN: RECOMENDACIONES PRÁCTICAS.....	11



1. ANTECEDENTES

Debido a la situación actual con el SARS-CoV-2, se han desarrollado numerosas recomendaciones con el objetivo de mejorar la calidad del aire interior y reducir el riesgo de contagio por vía aérea en el interior de los edificios.

Algunas de estas recomendaciones mencionan los recuperadores de calor de las Unidades de Tratamiento de Aire (UTAs), poniendo especial atención en los recuperadores rotativos.

En este sentido, hay que destacar la guía publicada por el Gobierno de España titulada [“Recomendaciones de Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Climatización y Ventilación de Edificios y Locales para la prevención de la propagación del SARS-COV-2”](#), en cuya Recomendación 5, se aconseja realizar una inspección antes de ponerlos en funcionamiento, comprobando el estado de la sección de recuperación en cuanto a fugas y by-pass de partículas desde el aire de extracción al de impulsión. Indicando que, en el caso de que exista un paso de partículas superior al 5%, se deberá proceder a sellar las juntas y/o corregir la diferencia de presiones.

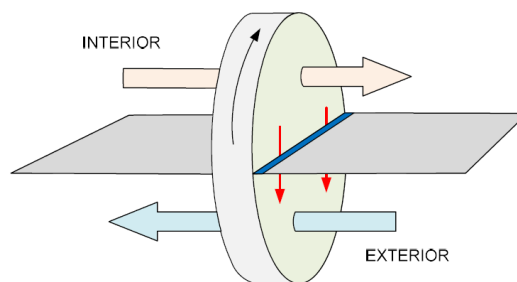
En situaciones de alerta sanitaria, como la actual, se debe priorizar la seguridad de los usuarios ante el contagio y para ello, como bien se ha demostrado, los equipos de ventilación son un gran aliado.

En este sentido, los recuperadores rotativos permiten realizar esta función y, adicionalmente, mantener condiciones de confort en el interior de los edificios (temperatura y humedad), así como mejorar los niveles de eficiencia energética.



2. CONCEPTOS GENERALES

En los intercambiadores de calor aire-aire rotativos es de esperar que, por su ejecución constructiva práctica, que integra piezas móviles y fijas, las cuales están combinadas en las vías internas de aportación y de extracción del aire, puedan producirse durante su operación fugas internas por las holguras entre dichas piezas, pudiendo resultar, finalmente, un determinado grado real de mezcla o de intercambio entre los flujos del aire aportado y el extraído.



(Figura 1)

Dado que físicamente no es posible alcanzar el 100% de estanqueidad entre los flujos de aire de ambos sentidos, los fabricantes optan por un diseño que reduce sensiblemente el porcentaje de transferencia para minimizar estas fugas. Consiste en la instalación de una “banda-brocha” longitudinal de cerdas de material sintético, sobre las que frotan las láminas del disco al rotar (banda azul en la Figura 1).

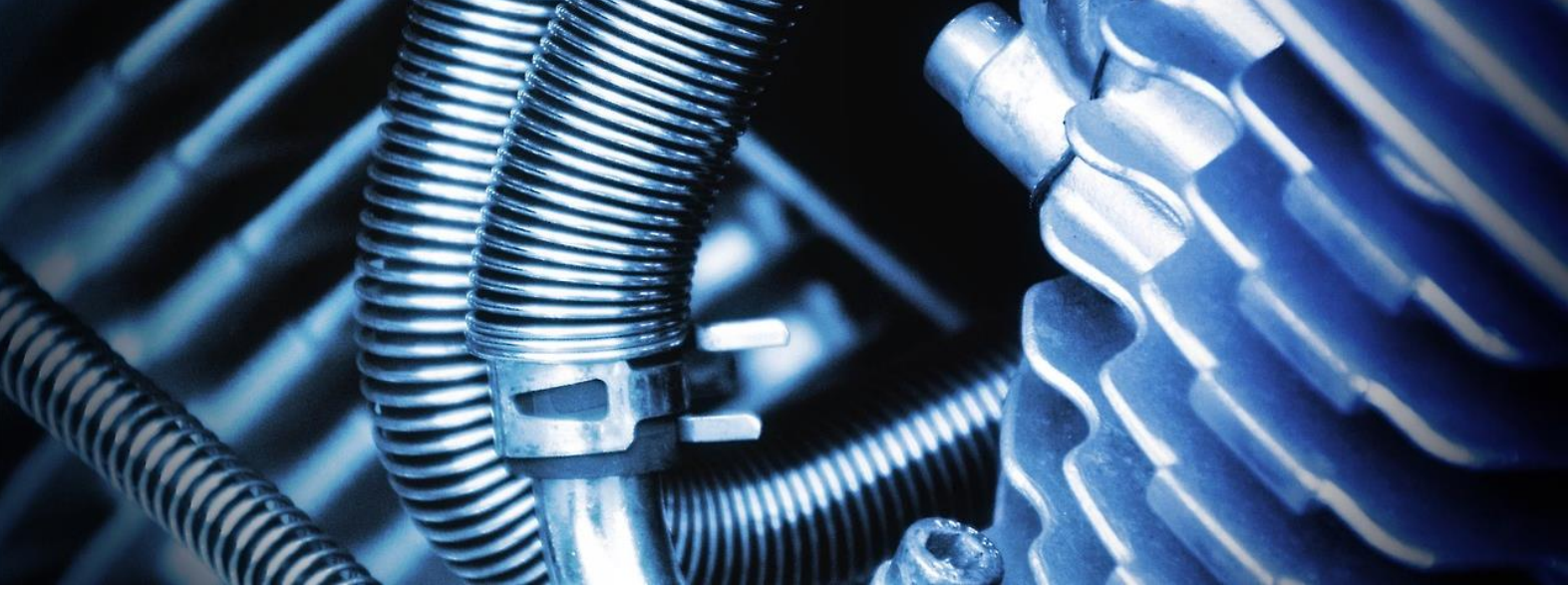
Es importante recordar que desde el 1 de Enero de 2016, todas las unidades de ventilación comercializadas en la Unión Europea deben cumplir con las disposiciones del [Reglamento 1253/2014](#) que establece una serie de exigencias en materia de Ecodiseño. Entre estas exigencias se incluye la obligatoriedad de declarar los niveles de fugas externas e internas de las unidades de ventilación de doble flujo.

El ANEXO V del citado reglamento titulado: *“Requisitos de información aplicable a las unidades de ventilación no residenciales, según el artículo 4, apartado 2”*, recoge que, a partir de la fecha anteriormente indicada, deberá proporcionarse, entre otros requisitos, la siguiente información sobre el producto: *índice máximo declarado de fuga externa (%) de la envolvente de las unidades de ventilación e índice máximo declarado de fuga interna (%) de las unidades de ventilación bidireccionales o traspaso (solo en caso de cambiadores de calor regenerativos), ambos medidos o calculados según el método de ensayo de presurización o el método de ensayo de gas trazador a la presión del sistema declarada.*

En el caso de recuperadores de calor rotativos, está comprobado que es posible conseguir niveles de fuga interna muy bajos, siempre que se realice una buena ejecución constructiva del equipo, trabajando en detalle el sellado de los potenciales puntos de fuga de aire, en especial en aquellas partes del equipo que separan los circuitos de impulsión y extracción. Además de lo anterior, hay que tener en cuenta la importancia de una adecuada instalación y un buen mantenimiento.

A continuación, se desarrolla más detalladamente todo lo relativo a las fugas internas de los recuperadores rotativos y aquellos aspectos que van ligados a las mismas, como pueden ser:

- Configuración de los Ventiladores
- Equilibrado de Presiones
- Sector de Purga
- Sellado

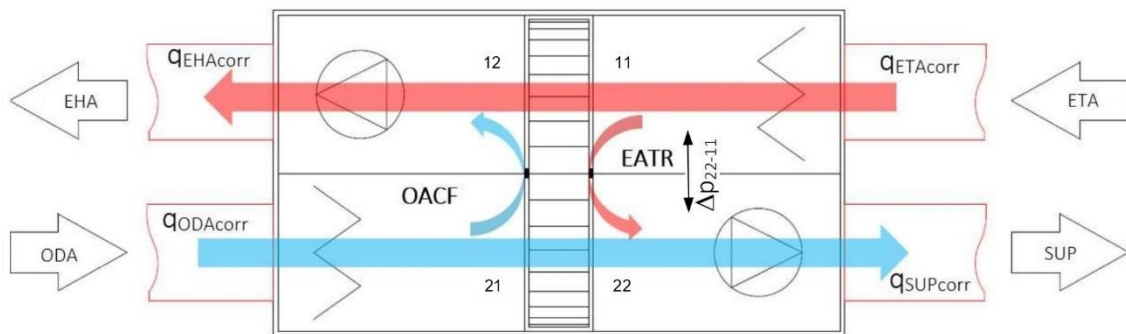


3. DESARROLLO TÉCNICO

3.1 FUGAS INTERNAS

Debido a la situación actual con el SARS-CoV-2 y a la importancia de ventilar las zonas interiores renovando el aire interior, el objetivo es evitar que el aire de extracción sea reconducido de nuevo a los locales, a no ser que sea purificado, para evitar la merma de la calidad del aire interior. Para ello, se deben reducir las fugas desde la corriente de aire de retorno a la de aire de entrada del exterior, evitando recircular aire, si es posible, y para garantizar una buena estanqueidad utilizar compuertas de recirculación al menos de clase 2, según la norma DIN EN 1751.

La fuga de caudal en los recuperadores de calor rotativos se define mediante dos ratios:



(Figura 2)

OACF (Factor de corrección de aire exterior): Porcentaje de aire de aportación que fuga hacia extracción

$$OACF = \frac{q_{m,21}}{q_{m,22}}$$

Si $OACF > 1$, el aire se transfiere desde el aire exterior al aire de extracción.

Si $OACF < 1$, el aire se transfiere desde el aire de extracción al aire de impulsión (aire de recirculación).

Es decir, si el factor es mayor que 1 supone que las fugas van de impulsión a extracción y debe estar entre 1 y 1,05.

Si el valor es menor que 0,95 supone una transferencia de aire de extracción a aportación superior al 5%, que es precisamente lo que queremos evitar.

EATR (Relación de transferencia de aire de expulsión): Porcentaje de aire de extracción que fuga hacia aportación.

$$EATR = \frac{q_{11} - q_{12}}{q_{11}}$$

Donde q_{11} es la masa de aire en el flujo de extracción medida en el lado de succión (interior), y q_{12} es la masa de aire en el flujo de extracción medida en la toma de expulsión (exterior). La magnitud es adimensional y puede manejarse en términos de razón tanto por uno, o como porcentaje si se multiplica por 100.

La EATR se comporta como función lineal de la diferencia de presiones entre las vías de extracción y de aportación (ΔP_{22-11}).

En caso de emergencia sanitaria, relacionada con transmisión por aerosoles, el porcentaje de aire que fuga del flujo de extracción al aire de aportación es el que nos preocupa ya que, por un lado, merma el caudal de renovación, y además recircula aire viciado. Ambos factores afectan negativamente a la dilución de la posible concentración de virus o bacterias en el recinto tratado.

También es importante señalar que el parámetro EATR, se ve afectado por las condiciones de trabajo, el sellado del recuperador y otros factores como la velocidad de giro y el sector de purga.

De todo lo anterior se deduce que el objetivo es reducir el valor de EATR; para ello se debe tratar de mantener cierta sobrepresión de la corriente de impulsión sobre la corriente de extracción ($P_{22} > P_{11}$). Así, en caso de fugas, se producirán de la impulsión a la extracción (EATR = 0%). Por tanto, será importante disponer de tomas de presión en estos puntos, que faciliten la medición.

Es importante resaltar, que gran parte de estas fugas entre extracción y retorno se mantienen a pesar de que se pare la rueda del recuperador rotativo, ya que se producen a través de las holguras entre rueda y estructura. Por ello, la parada de la rueda no es una garantía de eliminación de las fugas y además puede producir discomfort térmico en los locales ventilados mediante la unidad donde esté instalado este sistema de recuperación.

En equipos correctamente diseñados y realizando un buen mantenimiento, es posible alcanzar valores muy bajos de EATR, siendo prácticamente despreciable.

Como se ha visto anteriormente, en los recuperadores rotativos, las fugas deben estar por debajo de un 5 % del caudal de extracción al aire de impulsión; para ello hay que tener en cuenta que se debe mantener:

1. la posición correcta de los ventiladores con respecto al recuperador rotativo, y
2. una sobrepresión del lado de impulsión, con respecto al de extracción, de, al menos, 20 Pa, con la correcta posición de la sección de purga y siguiendo los manuales del fabricante.

En relación a la velocidad del rotor, cabe mencionar que, bajo las mismas condiciones, los rotores más pequeños, por ejemplo, diámetro 1.000 mm, tienen un porcentaje de fuga ligeramente más alto que los grandes, por ejemplo, diámetro 3.000 mm.

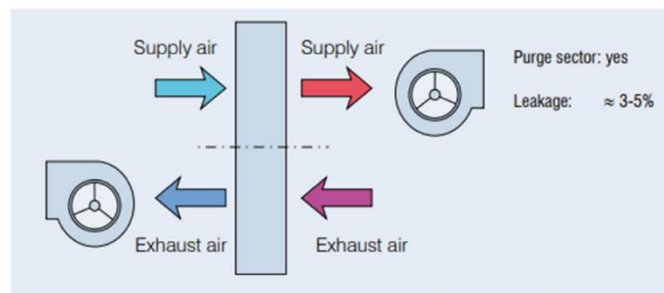
En muchos casos, una simple inspección visual del interior del recuperador puede permitir obtener una primera impresión sobre el nivel de fugas que tendrá un equipo. La ausencia de juntas, juntas incompletas o mal montaje de éstas, en aquellas partes del equipo que separan ambos flujos de aire, es un claro indicio de que se produce recirculación del aire interior.

3.2 CONFIGURACIÓN DE LOS VENTILADORES

La posición de los ventiladores dentro del equipo es un aspecto muy importante para poder alcanzar valores muy bajos de EATR, ya que, dependiendo de su configuración, el traspaso entre corrientes puede ser significativa. Para ello es esencial que los equipos estén diseñados correctamente y se les realice un buen mantenimiento.

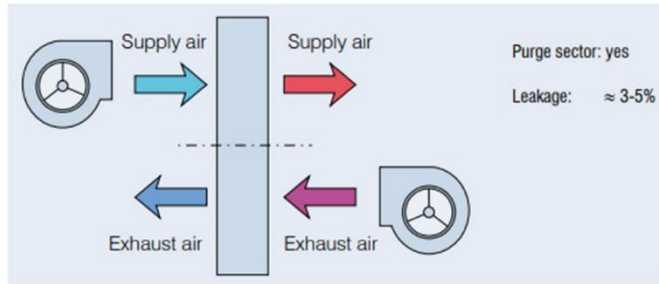
Las posibles configuraciones de los ventiladores en las UTAs son las que se muestran a continuación:

CASO 1: La más recomendable ya que aúna los criterios higiénicos y energéticos. Aquella en la que ambos ventiladores están colocados aguas abajo del recuperador (ambos ventiladores están succionando). En equipos con esta configuración, con un correcto equilibrado de presiones ($P_{22} > P_{11}$) y un sector de purga adecuado, el valor de EATR será habitualmente $< 5\%$.



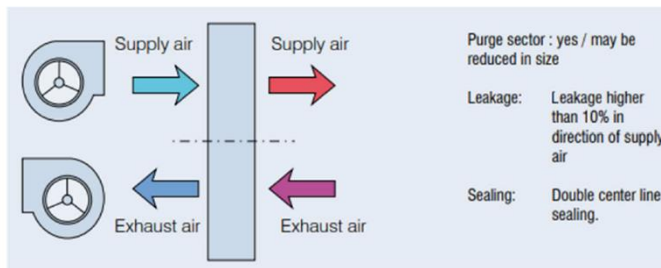
(Figura 3)

CASO 2: Otra configuración adecuada es aquella en la que ambos ventiladores están sobrepresionando el recuperador. En equipos con esta configuración, con un correcto equilibrado de presiones ($P_{22} > P_{11}$) y un sector de purga adecuado, el valor de EATR será habitualmente $< 5\%$.



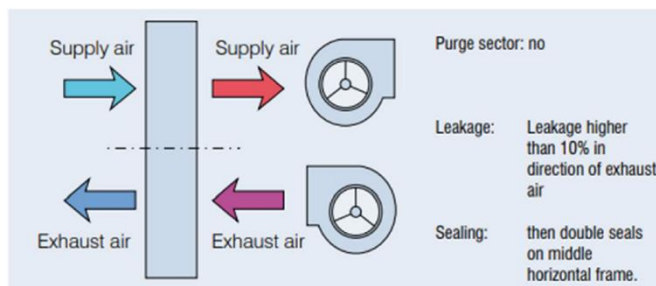
(Figura 4)

CASO 3: De las disposiciones de los ventiladores en el lado exterior sobrepresionando el de impulsión y aspirando el de extracción con y sin sector de purga las fugas están habitualmente por encima del 10 %, de la corriente de impulsión a la extracción (OACF > 10%). Con esta configuración el valor de EATR será < 5 %. Se hace notar que esta configuración es menos eficiente, sin embargo, garantiza el cumplimiento de los criterios higiénicos.



(Figura 5)

CASO 4: El caso más desfavorable en lo relativo a las fugas. Ambos ventilados están en el lado del edificio. Con esta configuración, se pueden encontrar valores típicos >10% de EATR.



(Figura 6)

3.3 EQUILIBRADO DE PRESIONES

Además de la configuración de los ventiladores, es importante un buen equilibrado de presiones dentro de la UTA.

Como se ha comentado anteriormente, para minimizar el valor de EATR, la presión en el punto P_{22} de la Figura 2 deberá ser como mínimo 20 Pa superior al de P_{11} ($P_{22} - P_{11} > 20$ Pa).

En el caso de la configuración mostrada en el CASO 1, se puede conseguir induciendo una pérdida de carga en los conductos de retorno si no se puede realizar directamente en la regulación del ventilador de extracción.

En el caso de la configuración mostrada en el CASO 2, se puede conseguir generando una pérdida de carga estática en el lado de impulsión, de forma que se genere sobrepresión aguas abajo del recuperador con respecto a extracción. El valor de EATR estará por debajo del 5 % aunque el valor de OACF será elevado.

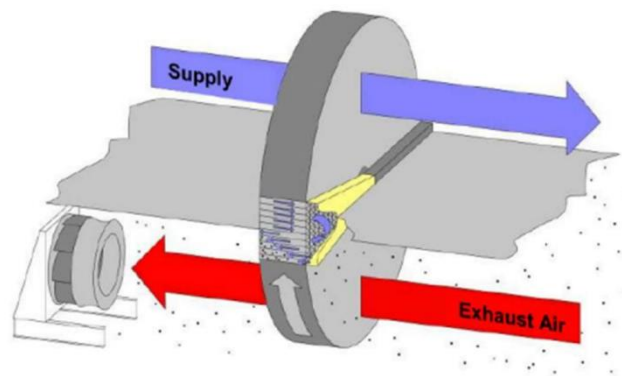
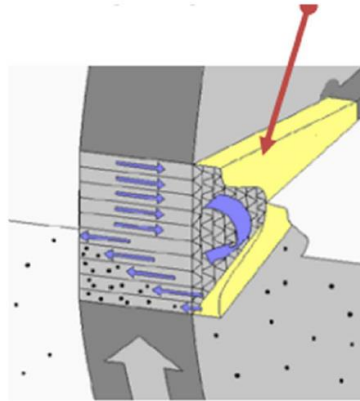
En el caso de la configuración mostrada en el CASO 3, no es necesario inducir una pérdida de carga adicional. En este caso el valor de EATR estará por debajo del 5 % aunque el valor de OACF será muy elevado y será conveniente incrementar el caudal de impulsión para compensar las fugas hacia el lado de extracción.

En el caso de la configuración mostrada en el CASO 4, no es posible inducir esta pérdida de carga.

3.4 SECTOR DE PURGA

El sector de purga minimiza las fugas derivadas de la rotación de la rueda ya que evita el arrastre de aire de extracción hacia impulsión.

Las tasas de fuga en los recuperadores de calor rotativos, equipados con sectores de purga y correctamente configurados, están por debajo del 5% indicado en la guía de [“Recomendaciones de Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Climatización y Ventilación de Edificios y Locales para la prevención de la propagación del SARS-COV-2”](#).



(Figura 7)

Los sectores de purga son efectivos en ciertas disposiciones e inutilizan una parte del rotor que es condensado para realizar esta purga. El tamaño recomendable depende siempre de las diferencias de presión. Por ejemplo, el sector de purga funciona si existe diferencia de presión positiva entre impulsión y retorno (CASOS 1, 2 y 3) y en caso de que sea negativa (CASO 4), no es recomendable.

3.5 SELLADO

Un buen sellado previene las fugas de aire entre corrientes. Dado que los elementos de sellado pueden deteriorarse con el tiempo, es importante revisar periódicamente su estado y restaurarlo cuando sea necesario.



4. CONCLUSIÓN: RECOMENDACIONES PRÁCTICAS

En la situación actual de pandemia y en la que el objetivo principal de las instalaciones de Climatización y Ventilación es la máxima aportación de aire exterior y consecuente dilución de posibles concentraciones del SARS-CoV-2 en los espacios climatizados, se valora de forma positiva seguir aprovechando la recuperación de calor en pos de la eficiencia energética y la mejora de la calidad ambiental.

De todo lo anterior se deduce que, si el diseño, ejecución, instalación y mantenimiento son correctos, se consigue que el nivel de posibles fugas entre corrientes sea despreciable y, por tanto, detener el funcionamiento de la rueda en recuperadores rotativos no es necesario.

A continuación, se recogen las siguientes recomendaciones a tener en cuenta en los recuperadores de calor rotativos, algunas de las cuales se encuentran en la guía citada al principio de este documento:

- ✓ Inspeccionar el intercambiador de calor rotativo y el componente de sellado para verificar que su estado es correcto.
- ✓ Mantener el recuperador rotativo en marcha.
- ✓ No utilizar, en ningún caso, mecanismos de recirculación, que por su naturaleza ya tienen el objetivo de retornar una parte del flujo extraído al interior, mezclándolo con el flujo de aportación.
- ✓ Operación de mantenimiento específica: revisión en busca de cualquier posible vía de fuga interna desde los elementos de extracción hacia aportación, y su reparación en caso de localizar alguna.
- ✓ Ajustar las condiciones de funcionamiento (ventiladores de uno y otro sentido, compuertas de admisión o distribución, etc.) para conseguir sobrepresión en el lado de aportación respecto del de expulsión.

Bibliografía:

[Eurovent Recommendation 6/15 – 2021](#)

Otra documentación elaborada por AFEC



asociación de fabricantes
de equipos de climatización
www.afec.es / afec@afec.es

Documento elaborado por expertos del
GT de Recuperadores Rotativos de la Asociación
Versión Marzo de 2021