

## Medida de la Eficiencia Térmica en un Sistema de Recuperación de Calor no Residencial según la Erp Ecodiseño (UE) 1253/2014

El actual Reglamento (UE) 1253/2014 por el cual se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo sobre requisitos de diseño ecológico aplicables a las unidades de ventilación, establece para las unidades de ventilación no residenciales bidireccionales la obligatoriedad de disponer de un sistema de Recuperación de Calor con una Eficacia térmica mínima ( $\eta_{t\_uvnr}$ ) del 67% a partir del 1 de enero de 2016 y del **73% a partir del 1 de enero de 2018**.

La dificultad surge a la hora de determinar cómo debe calcularse la Eficacia térmica mínima y si dicha Regulación considera la eficiencia higrométrica.

Según se indica en la definición 11 del Anexo I (parte 2) del Reglamento, la **Eficiencia térmica debe medirse** en condiciones de referencia en seco (sin condensación) y con flujo másico equilibrado con una diferencia térmica de 20 K entre aire exterior y de retorno. El Reglamento 1253/2014 no hace referencia a la eficiencia higrométrica y de la definición previa podemos deducir que se ha de medir de acuerdo a las condiciones indicadas en la norma EN 308 sin intercambio de humedad.



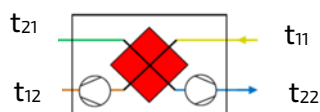
Esto implica que los fabricantes en su documentación, además de indicar el calor recuperado en las condiciones de diseño (proyecto), deberían también incluir como mínimo la Eficacia térmica de acuerdo con la norma EN 308 en condiciones de referencia en seco, según se indica en el Reglamento (UE) 1253/2014. Evidentemente, aunque no se considere en el reglamento, los fabricantes son libres de proporcionar también en su documentación la eficiencia higrométrica del recuperador.

La EN 308 hace referencia al procedimiento para determinar las prestaciones de un recuperador AIRE-AIRE y, entre otros aspectos, define y determina las condiciones de medición para la eficacia (térmica y también higrométrica) del recuperador.

La **Eficiencia térmica** de un sistema de Recuperación de Calor ( $\eta_t$ ) expresa la razón entre la elevación de temperatura del aire impulsado y la bajada del aire extraído, medida en seco (sin condensación), es decir la energía que se recupera respecto de la máxima que se podría conseguir.

$$\text{Se calcula: } \eta_t = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}} \text{ o también } \eta_t = \frac{t_{SUP} - t_{ODA}}{t_{ETA} - t_{ODA}} = \frac{\Delta t_{\text{Aire impulsado}}}{\Delta t_{\text{máximo}}} \text{ es decir: } \frac{\Delta t_{\text{Recuperado}}}{\Delta t_{\text{Máximo recuperable}}}$$

donde:



11	Entrada de aire de exhaustación (ETA)
12	Salida de aire de exhaustación (EHA)
21	Entrada de aire alimentación (ODA)
22	Salida de aire de alimentación (SUP)

O también (S. EN 13779):

ODA	Aire Exterior
SUP	Aire Impulsión
IDA	Aire Interior
TRA	Aire Transferido
ETA	Aire Extracción
RCA	Aire Recirculación
EHA	Aire Expulsión
SEC	Aire Secundario
LEA	Aire Fuga
INF	Aire Infiltración
EXF	Aire Exfiltración

Como se puede ver, la norma utiliza subíndices 1 y 2 para designar entrada y salida del aire de exhaustación y de alimentación, sin embargo otros reglamentos como el RITE, así como la mayoría de los técnicos están habitualmente acostumbrados a utilizar los términos empleados en la norma EN 13779 (*Ventilación de los edificios no residenciales*) anteriormente descritos.

Las **condiciones que establecen la EN 308 para determinar la eficacia térmica** son las siguientes:

- Temperatura exterior  $t_{21}$  (ODA) = 5° C
- Temperatura de extracción  $t_{11}$  (ETA) = 25° C

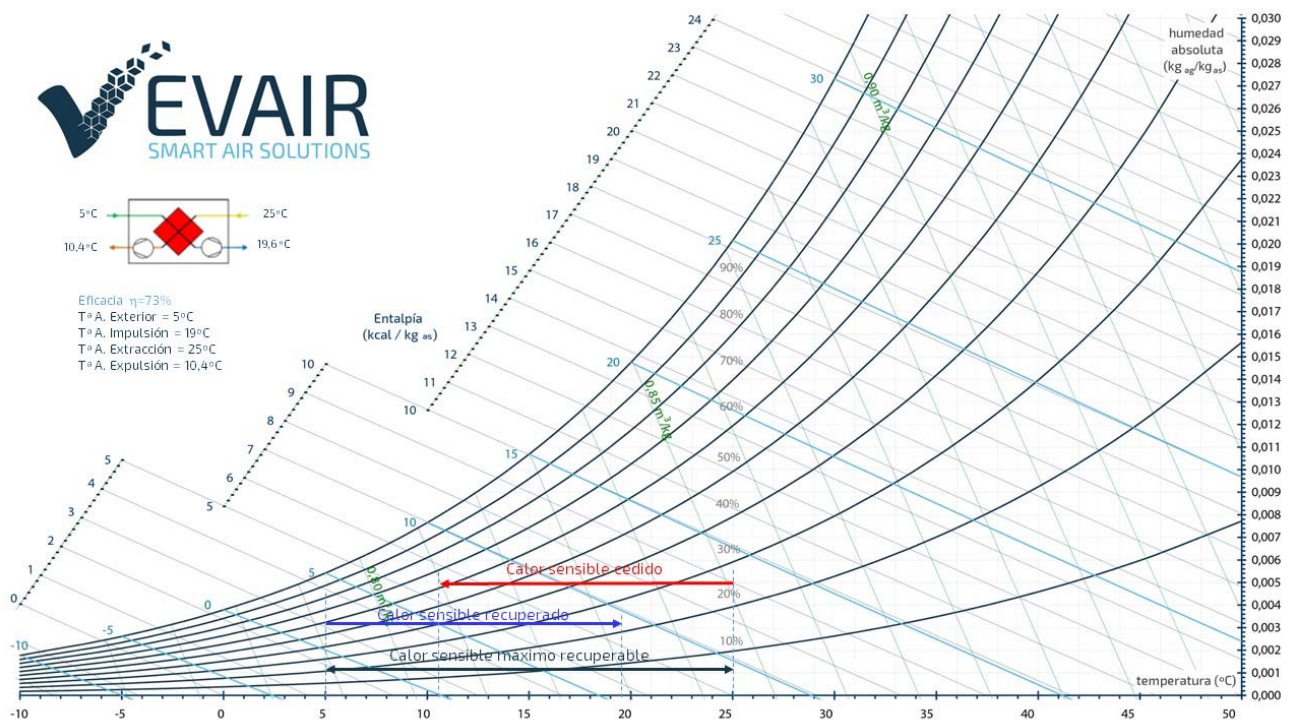
Las **condiciones de referencia que se establecen para el aire** son:  $T^a=20$  °C, HR=50%,  $P_{\text{absoluta}}=101,3$  kPa (1013 bar); densidad  $1,20$  kg/m<sup>3</sup>, viscosidad dinámica  $18,2 \times 10^{-6}$  kg·m<sup>-1</sup>·s<sup>-1</sup>

Otro aspecto importante a tener en cuenta, es que las condiciones para determinar la eficacia térmica que se establecen, hacen referencia a la recuperación con aire exterior a temperatura más baja que el aire interior, es decir, en invierno. Sin embargo, en países cálidos del eje mediterráneo es muy interesante también conocer la energía recuperada en verano, dado que el aire exterior alcanza temperaturas muy altas y la ventilación puede suponer, al igual que en invierno, un consumo de energía muy elevado.

A modo de ejemplo, vamos a calcular las condiciones de impulsión  $T^a_{SUP}$  del aire de un recuperador con una eficacia conforme a la ErP 2018 del 73%, en condiciones según EN 308 que trabaja con caudales equilibrados.

Como hemos dicho, la eficacia se calcula:  $\eta_t = \frac{t_{SUP} - t_{ODA}}{t_{ETA} - t_{ODA}}$ . Sustituyendo:  $0.73 = \frac{t_{SUP} - 5}{25 - 5} \rightarrow t_{SUP} = 19.6$  °C. Es decir, un recuperador que cumpla la ErP 2018, con unas condiciones exteriores de 5°C, extrayendo el aire a 25°C, nos impulsaría el aire al interior del local a 19.6°C. El único coste que tiene este calentamiento del aire es el del consumo de los ventiladores para vencer la pérdida de carga del recuperador.

El salto térmico del aire exterior ha sido de  $\Delta t = +14,6$ °C. Por simplificar, hemos considerado una humedad relativa del aire extraído baja, de esta manera al no haber condensación del aire de extracción en el recuperador, el enfriamiento es sensible y el balance de energía nos produciría el mismo salto térmico en esta corriente:  $\Delta t = -14,6$ °C. Es decir, el aire de extracción saldría del recuperador a  $25$ °C -  $14,6$ °C =  $10,4$ °C.



A partir de ahí ya podríamos calcular, conociendo el caudal de aire, la potencia sensible recuperada. En este caso, por cada m<sup>3</sup>/h de aire que movamos, tendríamos una potencia sensible:

$$P_{\text{sensible rec por (m}^3/\text{h)}} = 0.288 \times (19.6-5) = 4.2 \text{ kCal/m}^3 \text{ (4.8 W/m}^3 \cdot \text{h}^{-1})$$

La norma no considera el calor aportado por los ventiladores.

Es también de gran importancia considerar que cuando un recuperador ha sido diseñado con una corriente de extracción mucho menor que la corriente de aire exterior, determinar su funcionamiento con caudales equilibrados no es sencillo, sobre todo en el caso de baterías recuperadoras. Cuando esto ocurre, el valor de eficiencia para caudales equilibrados ( $\eta_{t\ 1:1}$ ) se puede obtener a partir del valor medido ( $\eta_t$ ) de la siguiente manera, donde  $\dot{m}$  representa el caudal másico de aire:

$$\eta_{t\ 1:1} = \eta_t \left( \frac{\dot{m}_{ODA}}{\dot{m}_{ETA}} \right)^{0.4}$$

Por terminar, aunque no se pide en el Reglamento de Ecodiseño UE 1253/2014, la norma EN308 igualmente define la Eficiencia higrométrica como:

$$\eta_x = \frac{x_{22} - x_{21}}{x_{11} - x_{21}} \text{ o también: } \eta_x = \frac{x_{SUP} - x_{ODA}}{x_{ETA} - x_{ODA}} = \frac{\text{humedad absoluta aire impulsado}}{\text{humedad absoluta aire extraído}}$$

Las condiciones que se establecen en la norma para determinar la eficacia higrométrica son las siguientes:

- Temperatura  $t_{11} = 25^\circ\text{C}$ ; Temperatura bulbo húmedo  $t_{w11} < 14^\circ\text{C}$
- Temperatura  $t_{21} = 5^\circ\text{C}$ ; Temperatura bulbo húmedo  $t_{w21} = 5^\circ\text{C}$