

RECUPERADORES DE CALOR

¿QUÉ SON LOS RECUPERADORES DE CALOR?

En el interior de los edificios, necesitamos **renovar el aire mediante la inyección de aire limpio del exterior y la extracción de parte del aire viciado del interior**. Con ello, conseguimos que la calidad del aire en los locales habitados y en los que se realiza alguna actividad humana, sea el adecuado, de acuerdo a los requerimientos de la normativa de aplicación.

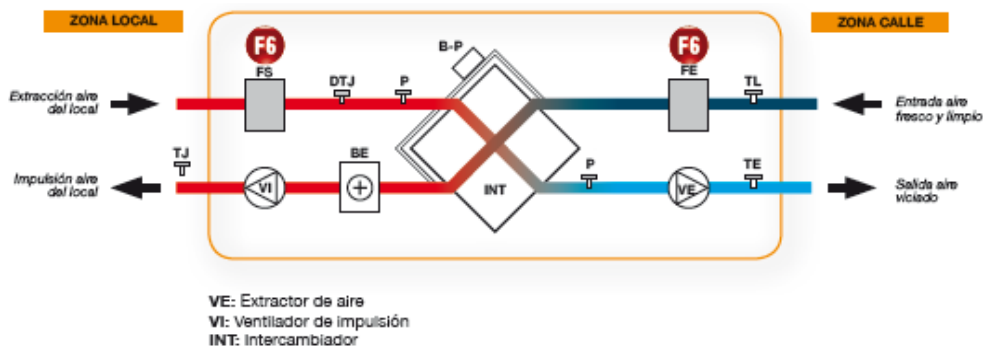
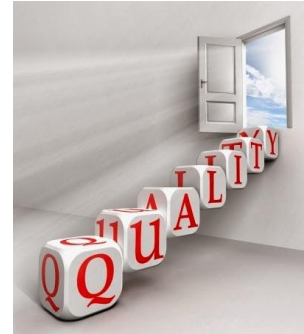
En general, recordamos que, para ello, es necesario disponer de ventilación mecánica, con ventiladores de impulsión de aire exterior, y ventiladores de extracción de aire. Cuando no había conciencia de obtener la máxima eficiencia energética, y los requerimientos normativos no eran tan estrictos, el aire caliente (invierno) o frío (verano) del interior, se desaprovechaba, expulsándolo directamente al exterior.

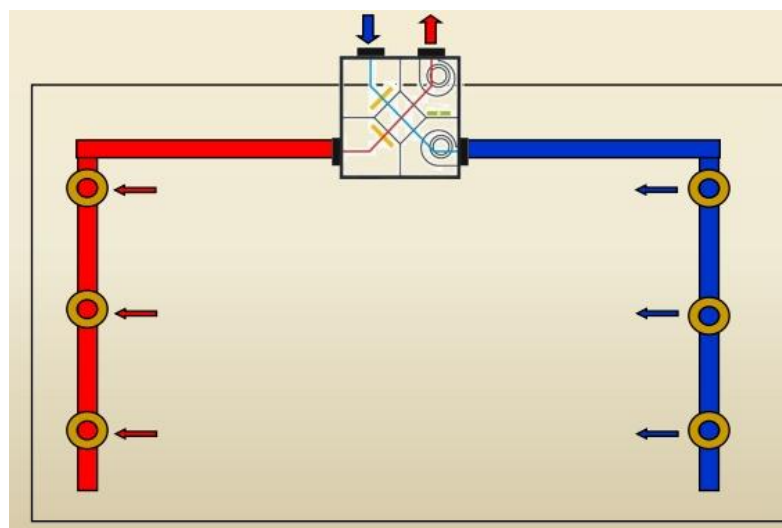
Pensemos en un **edificio climatizado**. El aire en el interior, estará caliente en invierno, y frío en verano. Pero, como ya hemos dicho, es necesario aportar aire del exterior y extraer aire del interior, para mantener las condiciones de salubridad, confort y una correcta renovación. Lógicamente, el aire que se extrae, estará caliente en invierno, y frío en verano. ¿Por qué no vamos a aprovechar esa energía residual y desprendernos de ella cediéndola al exterior?

Cuando en un local climatizado en verano extraemos aire ya climatizado y lo expulsamos al exterior, estamos haciendo una función obligatoria por sanidad, pero perjudicial energéticamente, ya que estamos tirando frigorías al exterior, y por lo tanto haciendo trabajar más a la máquina climatizadora. Del mismo modo, al introducir aire del exterior al local, para aportar aire nuevo a sus ocupantes, estamos introduciendo aire caliente, que aumenta el trabajo del climatizador.

En caso de ser el caudal de ventilación importante (salas con mucha ocupación), es conveniente instalar un recuperador de calor, es decir un equipo que sirve para recuperar el calor del aire de extracción del local, cediéndolo al aire nuevo que entra, de forma que ahorramos energía térmica.

Los **recuperadores de calor**, son equipos cuya función es **aprovechar las propiedades higrométricas** (temperatura y humedad) **del aire que extraemos** del edificio o local, e **intercambiarlas** con el aire de ventilación que impulsamos del exterior. En este proceso de intercambio, **no se mezclan el aire del exterior y el aire del interior**.

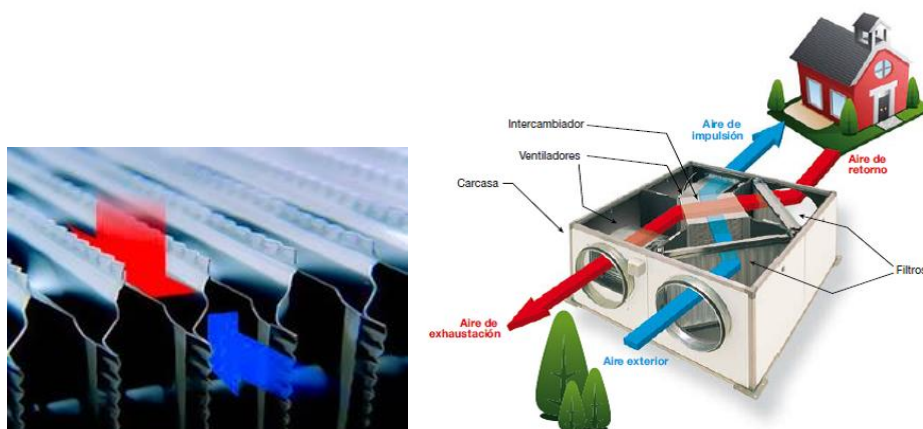




Con ello, conseguimos pre-tratar (pre-calentar o pre-enfriar) el aire exterior, y por lo tanto, reducir el consumo energético de la instalación de climatización, ya que la carga térmica a combatir por aire de ventilación, será mucho menor que si no existiera ese pre-tratamiento.

¿CÓMO RECUPERAMOS EL CALOR DE EXTRACCIÓN?

Para recuperar el calor de la extracción, necesitamos un elemento que nos facilite esa tarea, denominado **intercambiador o core**. El intercambiador, está compuesto por un entramado de láminas con aperturas opuestas, por donde circulan el aire de extracción y el de impulsión. Cada una de las corrientes de aire, está en contacto con sendas superficies sólidas, en las cuales, se produce una **cesión de calor** del aire más caliente (el del interior del edificio o aire de extracción) con el aire más frío (aire del exterior).



¿CUÁLES SON LOS TIPOS DE INTERCAMBIADORES DE CALOR?

Como hemos visto, el intercambiador de calor es el elemento que nos permite ceder calor al aire de impulsión procedente de la entalpía contenida en el aire de extracción, sin mezclar las corrientes de aire. Disponemos de tres tipos principales de intercambiadores:

Intercambiador de Flujos Cruzados

Los caudales de aire de impulsión y extracción se cruzan en el interior del intercambiador en **sentido perpendicular** uno del otro.

La eficiencia media, estará comprendida entre un **50% a 85%**, dependiendo de las condiciones de trabajo y fabricante.



Intercambiador de Flujos Paralelos

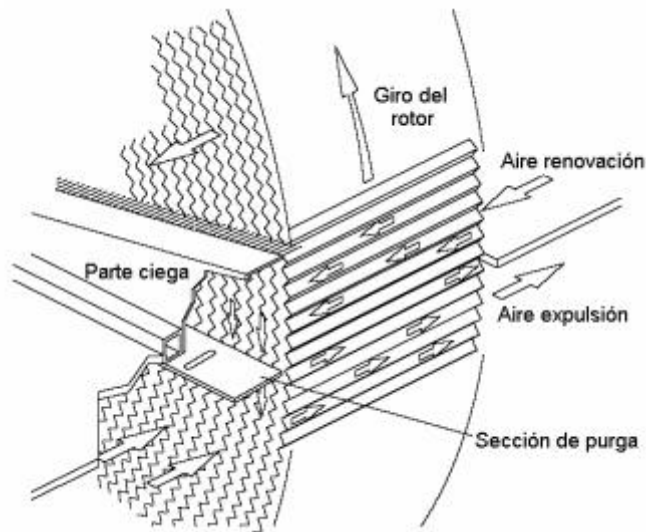
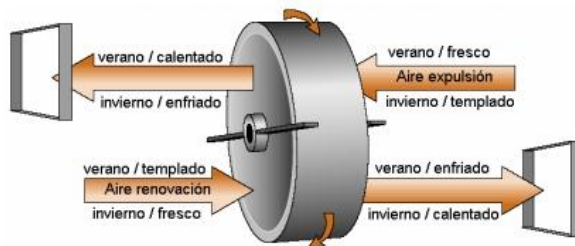
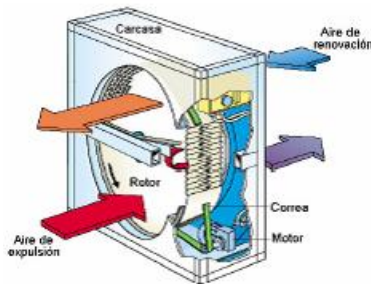
Los caudales de aire de impulsión y extracción circulan paralelos y a contracorriente en el interior del intercambiador, con lo que el tiempo y la superficie de intercambio es mayor, y por lo tanto, se incrementa la capacidad de recuperación.



Este tipo de intercambiador es de alta eficiencia, consiguiendo valores cercanos al **90%**, en las mejores condiciones de funcionamiento.

Intercambiador Rotativo

Los intercambiadores rotativos, se componen de un rotor, que es la masa acumuladora de calor, un motor eléctrico y una carcasa.



La eficiencia de este tipo de intercambiador, está entre el **65%-70%**.

¿CUÁL ES LA EFICIENCIA DE UN RECUPERADOR DE CALOR?

La eficiencia de un recuperador de calor además del tipo de intercambiador de calor utilizado, depende de las condiciones psicrométricas (temperatura y humedad) del aire exterior, y del aire del local, así como del caudal que circula por él.

Debemos fijar dos conceptos fundamentales:

1. **A mayor caudal, menor es la eficiencia de un recuperador de calor**
2. **A mayor diferencia de temperatura entre el aire exterior y el aire interior, más eficiencia del recuperador de calor**

La eficiencia de la transferencia de temperatura de una unidad de recuperación de calor puede expresarse como:

$$\mu_t = (t_2 - t_1) / (t_3 - t_1)$$

Donde

μ_t = Eficiencia de transferencia de temperatura

t_1 = Temperatura del aire exterior antes del intercambiador de calor (°C)

t_2 = Temperatura del aire exterior después del intercambiador de calor (°C)

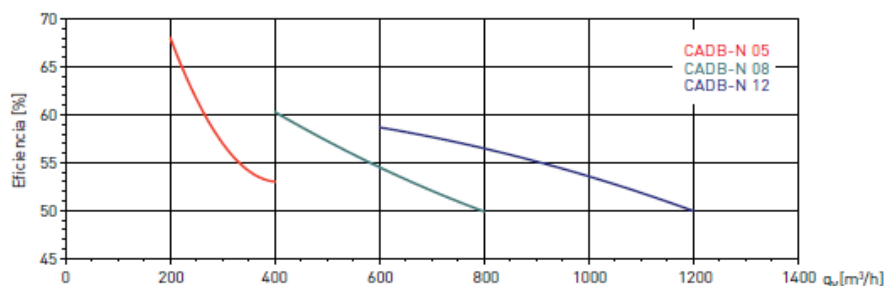
t_3 = Temperatura en el interior del aire antes del intercambiador de calor (°C)

Los fabricantes deben aportar tablas y gráficas de eficiencia de sus equipos, en función de dichos parámetros. A continuación mostramos unos ejemplos:

RENDIMIENTO TÉRMICO DE LOS RECUPERADORES EN FUNCIÓN DE LAS TEMPERATURAS

Modelo	Caudal aire m³/h	T Aire ambiente		T Aire exterior		T Aire tratado °C	Eficiencia mínima %	Potencia kW
		°C	H.R. %	°C	H.R. %			
CADB-D-N 05 F7+F7	490	20	50	-10	80	7	56	2,9
				-5	80	8	53	2,3
				0	70	11	53	1,8
				5	60	13	56	1,4
				-10	80	8	60	3,1
			-5	80	9	58	2,5	
			0	70	11	56	1,9	
			5	60	13	56	1,4	
			-10	80	5	52	4,8	
			-5	80	8	50	3,8	
CADB-D-N 08 F7+F7	900	20	50	0	70	10	50	3,0
				5	60	13	53	2,3
				-10	80	7	55	5,1
				-5	80	9	55	4,1
				0	70	11	53	3,1
			5	60	13	53	2,3	

Valores con las siguientes condiciones:
 Aire exterior: Temperatura = -5°C, HR = 80%.
 Aire interior: Temperatura = 20°C, HR = 50%.



Se cumplen las dos premisas que indicábamos en el apartado anterior. A mayor caudal menor eficiencia. A mayor diferencia de temperaturas entre exterior e interior, mayor eficiencia.

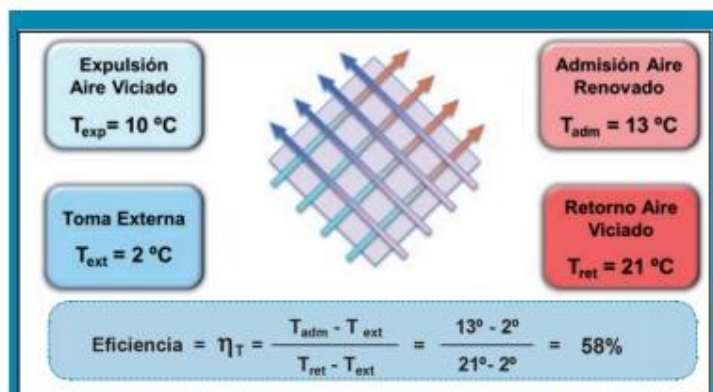


Figura 2. Ejemplo de funcionamiento de un recuperador de calor para flujo de aire cruzado.

Nótese que sin consumo energético impulsa el aire al interior de la vivienda a 13 °C, recuperando el 58% del calor sensible.

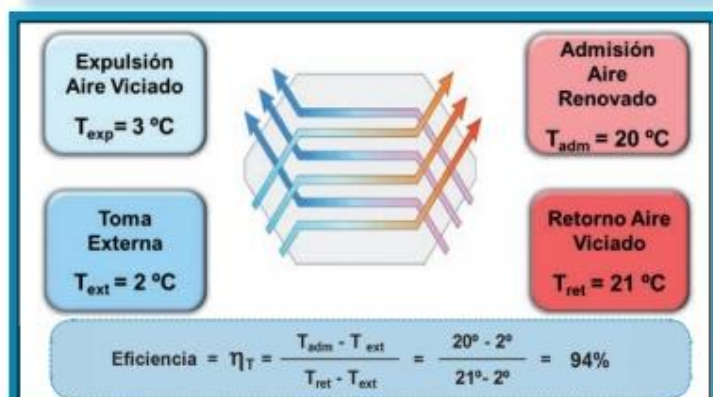
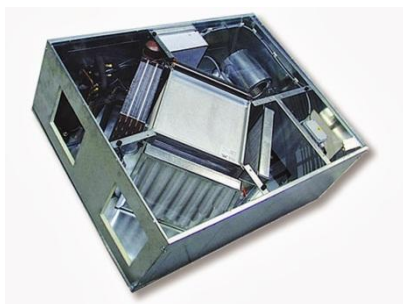


Figura 3. Ejemplo de funcionamiento de un recuperador de calor para flujo de aire a contracorriente.

Nótese que sin consumo energético impulsa el aire al interior de la vivienda a 20 °C, recuperando el 94% del calor sensible.

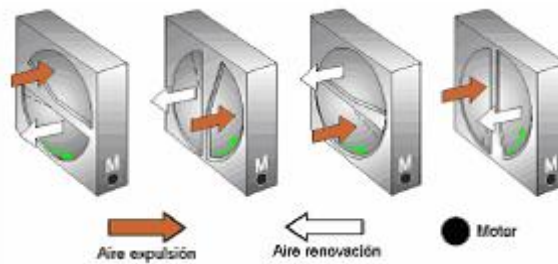
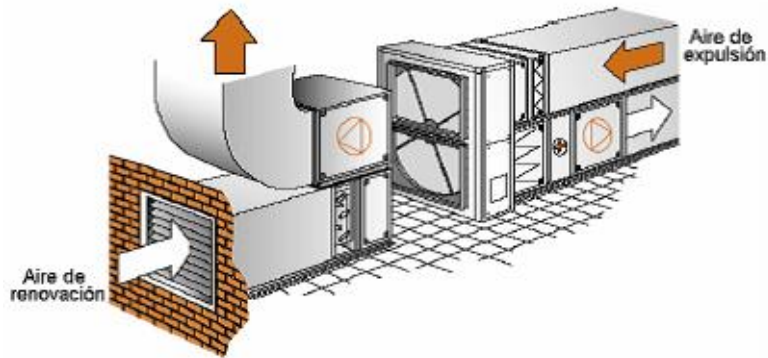
¿DÓNDE SE PUEDEN INCORPORAR LOS RECUPERADORES DE CALOR?



rotativo.

Como hemos comentado hasta ahora, los recuperadores de calor se deben instalar en unidades de ventilación que incorporen ventiladores de impulsión y retorno de aire. Para ello, existen equipos específicos denominados propiamente "recuperadores de calor" que ya incorporan todos estos elementos, además de filtros para el aire, y accesorios opcionales. Estos equipos, están diseñados para mover pequeños y medianos caudales de aire, y pueden instalarse en falsos techos.

Otra forma de incorporar los recuperadores de calor, es en las unidades de tratamiento de aire o climatizadores. En la siguiente imagen, podéis observar la configuración de una UTA, que incorpora un recuperador con intercambiador



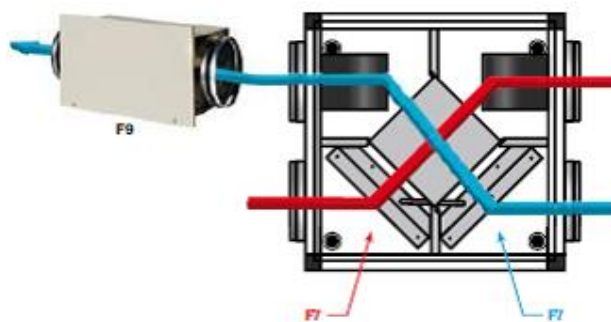
En la siguiente imagen, se observa un recuperador de calor con intercambiador de flujos cruzados, incorporado en una unidad de tratamiento de aire.



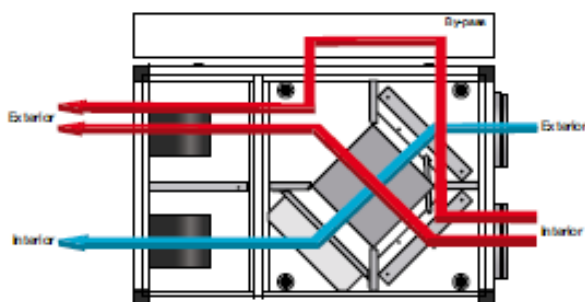
¿QUÉ ELEMENTOS OPCIONALES PODEMOS INCORPORAR EN LOS RECUPERADORES?

En los recuperadores tipo compacto, en los que se incorporan los ventiladores de impulsión y retorno, se pueden incluir elementos opcionales para cumplir la normativa, o para mejorar las condiciones de funcionamiento y control del equipo. Veamos algunos de los más importantes:

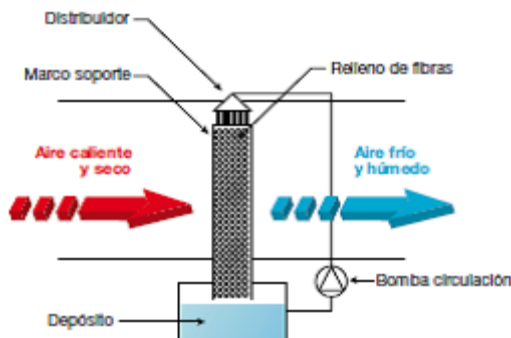
- **Unidades de filtración:** Son unidades que incorporan los filtros de aire, adecuados para cumplir los requisitos de Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE)



- **Baterías de agua:** Aunque la función del recuperador, como hemos visto, es ceder calor (o frío en verano) al aire de impulsión, hay situaciones, en que además, es necesario emplear baterías de agua para elevar (o enfriar) mucho más la temperatura de impulsión. Sería el caso de instalaciones situadas en zonas geográficas, cuya temperatura en invierno sea muy baja (o en verano muy alta), con lo que, además de ceder calor (o frío) en el recuperador, haremos pasar agua caliente (o agua fría) por la batería, consiguiendo condiciones más favorables y evitando sensaciones desagradables en el interior.
- **By-Pass:** Es un dispositivo que desvía el caudal de aire, evitando que pase a través del recuperador, y por lo tanto no se realice el intercambio térmico. Con ello, se aprovechan al máximo las condiciones ambientales para mejorar el ahorro energético. Imaginemos, una temperatura interior en verano de 25°C y exterior de 19°C. Si nuestro objetivo es refrescar el ambiente, no sería lógico ceder calor al aire de impulsión. En esta situación, emplearíamos el by-pass, para que el aire de extracción no circulase por el intercambiador, y de esta manera el aire exterior entrase a 18°C. En el sentido contrario, podríamos utilizarlo en invierno, cuando la temperatura exterior fuese más alta que la temperatura interior.



- **Módulo Enfriamiento Adiabático:** El enfriamiento adiabático, es un proceso que consiste en enfriar el aire mediante la humectación del mismo. En este proceso, no hay aporte ni cesión de calor al ser adiabático. Se instala en el lado del aire de extracción antes del intercambiador, y funcionará en régimen de verano. De esta forma, cuando el aire proveniente del local entre en el intercambiador más frío y húmedo, aumentaremos el gradiente de temperatura, con lo que el aire que entre al local será más frío, **aumentando la eficiencia del recuperador.**



¿CUÁL ES LA NORMATIVA DE APLICACIÓN DE LOS RECUPERADORES DE CALOR?

La normativa española que recoge la aplicación de los recuperadores de calor es el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Veamos lo que nos dice:

En su instrucción técnica **IT 1.2.4.5.2.1**, indica que "en los sistemas de climatización de los edificios en los que el caudal de aire expulsado al exterior, por medios mecánicos, sea superior a 0,5 m³/s, se recuperará la energía del aire expulsado". Es decir, que para un caudal de extracción de **1.800 m³/h**, será obligatoria la recuperación de energía de la extracción. Como vemos, el caudal de referencia no es muy alto, por lo que la práctica totalidad de edificios (a excepción de pequeñas instalaciones), necesitarán disponer de recuperadores de calor.