

# AIRE ACONDICIONADO - COEFICIENTES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

J.H.Pozzi - marzo 2024

Cuando se habla de las características de un equipo de aire acondicionado, normalmente se observan alguna de estas siglas: **EER, COP, SEER y SCOP**. Este artículo intenta explicar lo que representan esas abreviaturas, cuyos valores, permite conocer la eficiencia de un equipo de aire acondicionado.

Antes de entrar a este enigma de letras, es necesario analizar algunos conceptos básicos, esenciales, para comprender el comportamiento energético de una máquina frigorífica.

Es común hablar de equipos acondicionadores con bomba de calor, pero muy pocas veces se analiza con claridad en qué consiste esa tecnología, cuáles son sus ventajas y sus inconvenientes, por lo tanto, se debe explicar cómo trabajan esos equipos.

El ingeniero Willis H. Carrier definió la refrigeración como "La transferencia de calor desde un lugar donde es necesario retirarlo a otro lugar donde puede ser cedido".

En otras palabras se "bombea" calor de un lugar a otro. De ese criterio se desprende el nombre de acondicionador con bomba de calor, cuando el mismo invierte el modo de trabajo para poder suministrar enfriamiento o calefacción.

Un acondicionador con bomba de calor es, a grandes rasgos, una máquina que se basa en un ciclo termodinámico reversible. Este sistema tiene dos sectores fundamentales, la fuente fría y la fuente caliente. Cuando se aplica energía eléctrica al equipo, este comienza a funcionar, una de las fuentes aumenta su temperatura, desprende energía (en forma de calor) mientras que la otra baja su temperatura, absorbe energía (también en forma de calor).

Para entenderlo mejor tomar como ejemplo un equipo "Split" comercial con bomba de calor (unidad acondicionadora muy conocida).

Previamente es importante aclarar un concepto que suele presentar confusiones. El intercambio que se realiza entre las unidades es solamente de energía (transmitida por el fluido refrigerante), no existe intercambio de aire entre la unidad interior y la unidad exterior.

Las figuras siguientes muestran el equipo "Split" funcionando. Para que la unidad interior (llamada "evaporador" enfríe el aire del local, es necesario que la unidad exterior (llamada "condensador") caliente el aire exterior. Por el contrario cuando el equipo trabaja en el modo calefacción, para calentar el aire del local con la unidad interior, es necesario que simultáneamente la unidad exterior enfríe el aire "de la calle".

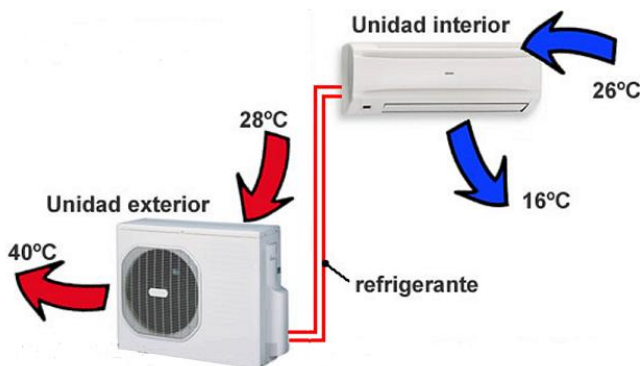


Figura 1 - Acondicionador "Split" funcionando en modo refrigeración.

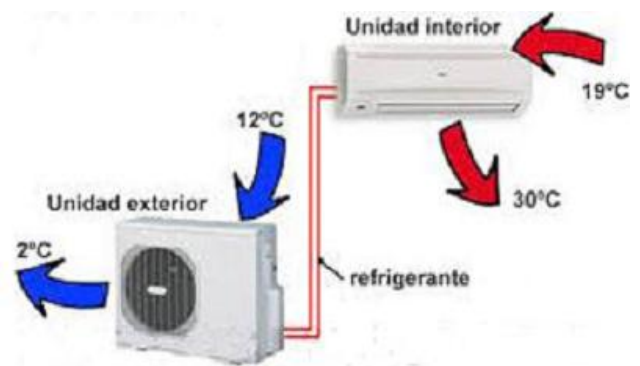


Figura 2 - Acondicionador "Split" funcionando en modo calefacción

## CAPACIDAD TÉRMICA y ENERGÍA

Los equipos acondicionadores tienen dos características técnicas que suelen crear confusiones, una es la capacidad térmica o energía térmica y otra es la potencia eléctrica o energía eléctrica. Es importante conocer que quiere decir cada una y qué relación hay entre ellas.

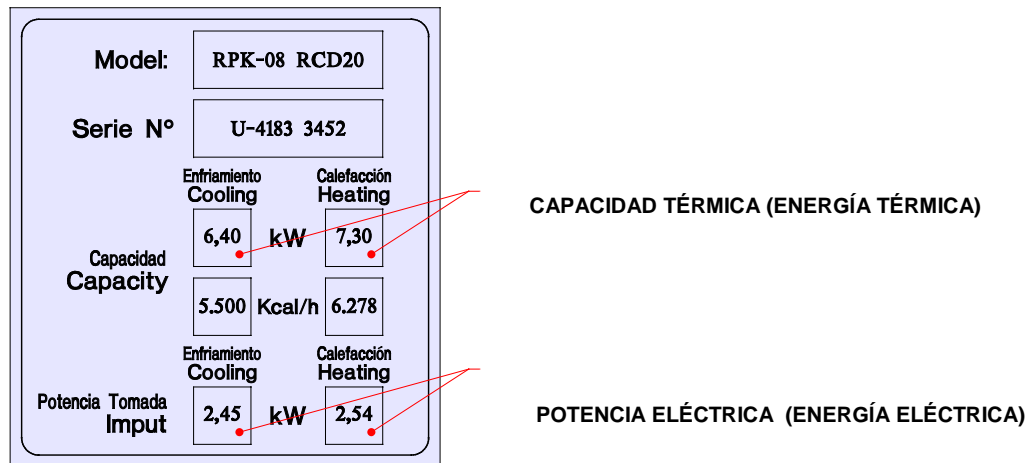


Figura 3 - Etiqueta de características de un acondicionador

En primer lugar, es necesario entender la diferencia entre energía y potencia: **Energía y potencia** son dos conceptos que son utilizado ininidad de veces, aunque parecen dos definiciones sencillas es común equivocarse, incluso los medios de comunicación las confunden. Lo siguiente trata de ser una explicación simple para que todo el mundo lo pueda entender.

Abreviadamente, estas son las definiciones “oficiales” que dan algunas enciclopedias:

- **Energía:** capacidad para realizar un trabajo.
- **Potencia:** cantidad de trabajo por unidad de tiempo.

Las unidades más utilizadas para expresar estos dos conceptos son las siguientes:

- **Energía:** kWh, kilocalorías, Julios, etc.
- **Potencia:** kW, kilocalorías/h, caballos, etc.

Por favor, no caer en el error de **confundir kW con kWh** o, incluso peor, no utilizar la expresión kW/h, ya que esa, no existe.

**Es de suponer que a la mayoría de gente esto no le habrá aclarado nada, consecuentemente se debe intentar utilizar unas definiciones más “caseras” para comprender estos términos.**

**Energía:** el concepto es sencillo, hay que pensar en la energía como algo que **se puede acumular**, o como un **total utilizado** o un **total generado** durante un periodo de tiempo. Por ejemplo:

- “A lo largo de este mes el consumo de energía fue de 360 kWh”
- “Esta comida contiene una energía de 300 kcal”.
- “El generador durante todo el día entregó 2.400 kWh”

**Potencia:** representa la cantidad de energía por unidad de tiempo. Para comprenderlo es necesario tener siempre presente que **es un término instantáneo**, no se puede acumular potencia ni utilizar una cantidad de potencia por hora. Unos ejemplos útiles serían:

- “Este coche ofrece 200 HP de potencia al pisar el acelerador a fondo”
- “Ahora mismo esa lámpara toma 60 W de potencia”
- Otro ejemplo sencillo de ambos conceptos es **nuestra factura de la luz**, cuando nos cobran en concepto de **energía consumida**, nos dan el dato en kWh y representa la cantidad de “luz” que hemos gastado durante un bimestre sin embargo en el **término de potencia** nos dan un dato en kW, el cual representa la potencia máxima que podemos utilizar en un instante determinado.

Si ahora estos conceptos están claros, se puede apreciar que representan los valores indicados en un equipo acondicionador (ver figura 3).

- **Capacidad térmica o energía térmica** (Capacidad, cooling power, heating power, etc.) Es la cantidad de calor (o frío) que un equipo acondicionador puede entregar. En los equipos con bomba de calor la capacidad térmica en calefacción es mayor a la de enfriamiento dado que el calor generado en el compresor “trabaja” a favor de la calefacción.

- **Potencia eléctrica:** (Consumo, imput, power, etc.) Es el consumo eléctrico nominal del equipo acondicionador. Este valor no es constante en el tiempo, puede variar en un rango bastante amplio, sobre todo si el equipo es "Inverter".

Suele suceder que algunas personas se asustan al ver la capacidad térmica del equipo pensando que es el consumo, imaginándose una factura de "luz" descomunal (esto ocurre porque en los equipos ya no se expresa la capacidad en Kcal/h sino en kW). Por lo tanto los dos términos se suelen medir en kW ya que representan potencias, pero el concepto es diferente.

Si se analizan las características de un calefactor con resistencias eléctricas, ya sea una estufa de "cuarzo", un caloventilador, o un radiador eléctrico los términos de capacidad térmica y potencia eléctrica son iguales, ya que la transformación de energía eléctrica en energía térmica por efecto Joule tiene un equivalente fijo, por cada kW consumido, se emite 1 kW de calor, que son 860 Kcal/h. Consecuentemente en esos equipos solo se indica una sola potencia.

Por otra parte, si hablamos de equipos acondicionadores con bomba de calor la capacidad térmica puede ser hasta de 4 veces la potencia eléctrica, dado que como se analizó anteriormente la energía se extrae de la fuente fría (o caliente), de forma que cada kW de electricidad consumido, puede generar hasta 4 kW de calor (o frío) 3.440 Kcal/h.

Para obtener datos de un equipo acondicionador, la mejor fuente es la etiqueta de características, suele estar ubicada en el frente o en el lateral de la unidad exterior.

Esa etiqueta suministra bastante información: fluido refrigerante, potencias, EER, COP, etc. pero lo que nos interesa es el consumo eléctrico. Este puede estar indicado como: "consumo" "Imput power", potencia, etc. si se trata de un equipo con bomba de calor indicara los consumos en refrigeración y en calefacción (figura 3).

Es importante no confundir capacidad térmica con potencia eléctrica, seguramente las dos están indicadas en kW pero se debe tener atención en la eléctrica, que debe ser un tercio de la capacidad térmica.

### **Coeficientes EER y COP**

Desde hace bastantes años todos los equipos acondicionadores vienen etiquetados con estos dos parámetros: el EER y el COP. En caso de que el equipo no tenga función de calefacción solo se indica el EER. Sus significados son los siguientes:

El **coeficiente de eficacia frigorífica EER** (Energy Efficiency Ratio). Representa el rendimiento energético en el ciclo de refrigeración. Expresado kW de calor absorbido en el evaporador y la potencia absorbida por el compresor indicada kW. Es decir: **kW/kW**.

El **COP coeficiente de desempeño energético**, (Coefficient Of Performance). Es la relación entre el calor entregado por el equipo, expresado en kW y la potencia absorbida también en kW Se utiliza para indicar la eficiencia en el ciclo de calefacción.

$$COP = \frac{\text{Energía calorífica (kW)}}{\text{Energía consumida (kW)}} \qquad EER = \frac{\text{Calor absorbido en el evaporador (kW)}}{\text{Energía tomada por el compresor (kW)}}$$

Resumiendo esto quiere decir que estos valores dirán **cuantos kW térmicos (calor o frío) nos dará el equipo por cada kW eléctrico que consuma.**





















Ejemplo: si una habitación en un determinado momento necesita 4 kW de calefacción para mantenerse a 20°C y el equipo tiene un COP de 3, entonces (teóricamente) estaría consumiendo:

$$4 \text{ kW (térmicos)} / 3 = 1,33 \text{ kW (eléctricos)}$$

Esto puede parecer muy sencillo, pero en la realidad no lo es tanto. Las condiciones normales a las que un fabricante certifica el EER y COP de su producto son con el equipo a plena carga y a valores nominales normalizados del equipo.

En la actualidad los equipos de aire acondicionado de expansión directa con bomba de calor suelen ser "Inverter", lo que permite que regulen, para adaptar a la demanda el régimen de giro del compresor, pudiendo funcionar a cargas parciales consumiendo menos energía.

La clasificación de eficiencia energética de equipos de aire acondicionado con bomba de calor (clase A, B...) se basa en estos parámetros, obteniéndose la siguiente tabla:

Eficiencia en enfriamiento (EER)		Eficiencia en calentamiento (COP)	
	$\geq 4,10$		$\geq 4,60$
	$3,60 \geq \text{EER} < 4,10$		$4,10 \geq \text{COP} < 4,60$
	$3,10 \geq \text{EER} < 3,60$		$3,60 \geq \text{COP} < 4,10$
	$2,60 \geq \text{EER} < 3,10$		$3,10 \geq \text{COP} < 3,60$
	$2,40 \geq \text{EER} < 2,60$		$2,60 \geq \text{COP} < 3,10$
	$2,10 \geq \text{EER} < 2,40$		$2,40 \geq \text{COP} < 2,60$
	$3,60 \geq \text{EER} < 2,10$		$2,20 \geq \text{COP} < 2,40$
	$1,90 \geq \text{EER} < 4,10$		$2,00 \geq \text{COP} < 2,20$
	$1,70 \geq \text{EER} < 1,90$		$1,80 \geq \text{COP} < 2,00$
	$\geq 1,70$		$\geq 1,80$

### Coeficientes SEER y SCOP

Todo lo anterior hace pensar que el EER y el COP no se pueden considerar completamente fiables a la hora de conocer la eficiencia de un equipo, por eso ahora se utilizan dos nuevos coeficientes el **SEER** y **SCOP**.






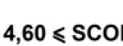



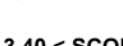

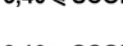

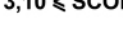

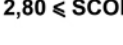
En varios países se ha reglamentado que los equipos de aire acondicionado deben venir etiquetados con su factor de Eficiencia Energética Estacional **SEER** (Seasonal Energy Efficiency Ratio) y su Coeficiente de Rendimiento Estacional **SCOP** (Seasonal Coefficient Of Performance) en vez de los anteriores **EER** y **COP**. Estos nuevos coeficientes pretenden ser más reales y adecuados al análisis del consumo de un equipo de aire acondicionado. Aunque el procedimiento de cómo se calculan es complejo es importante conocer dos parámetros importantes que no se consideraban para el EER y COP:

- **Consumo del equipo cuando está apagado**, desactivado por termostato o en espera.
- **Funcionamiento del equipo con cargas parciales** (al 100%, 74%, 47%, 21%)

De esto se deduce que estos nuevos parámetros son mucho más fiables a la hora de comparar equipos que los anteriores EER y COP, aunque utilizarlos para estimar el consumo anual de un equipo todavía puede llevar a cometer errores.

### Clasificación energética de equipos de aire acondicionado

La clasificación de eficiencia energética estacional de equipos de aire acondicionado con bomba de calor (clase A, B...) se basa en estos parámetros, obteniéndose la siguiente tabla:

SEER 		SCOP 	
Eficiencia en frío (SEER)		Eficiencia en calor (SCOP)	
	$\text{SEER} \geq 8,50$		$\text{SCOP} \geq 5,10$
	$6,10 \leq \text{SEER} < 8,50$		$4,60 \leq \text{SCOP} < 5,10$
	$5,60 \leq \text{SEER} < 6,10$		$4,00 \leq \text{SCOP} < 4,60$
	$5,10 \leq \text{SEER} < 5,60$		$3,40 \leq \text{SCOP} < 4,00$
	$4,60 \leq \text{SEER} < 5,10$		$3,10 \leq \text{SCOP} < 3,40$
	$4,10 \leq \text{SEER} < 4,60$		$2,80 \leq \text{SCOP} < 3,10$
	$3,60 \leq \text{SEER} < 4,10$		$2,50 \leq \text{SCOP} < 2,80$