

# Ingeniería Energética General

## **Demanda Térmica. Cálculo Rápido**

### **Ahorro Energético Integral**

Aplicado a la Mediana y Pequeña Industria, a los Centros Comerciales, a los Edificios

El documento, marcas, logo es propiedad de su Autor e Ingeniería Energética General  
La utilización de estos por parte del usuario requiere que se haga referencia a nuestra propiedad y se debe señalar en el destino como  
© Derechos Reservados Ingeniería Energética General.  
info@energianow.com

La Hoja de Claculo se llena por cada local. Es un método rápido y aproximado.

Es útil para determinar la Demanda Térmica de locales pequeños, cumplimentando varios propósitos:

Un valor orientativo de la capacidad del equipamiento a instalar.

Valorar el comportamiento de los sistemas instalados y conocer donde actuar para mejorar la eficiencia.

Es imprescindible conocer la posición geográfica del local y la trayectoria solar en esa posición

La temperatura interior o de confort se selecciona en 25°C.

V: Ventas; P: Puertas; C: Cristal; N: Norte; S: Sur; E: Este; O: Oeste.

Aire de renovación por ocupante. Los valores de 8 se corresponden al valor mínimo de m<sup>3</sup>/h por ocupante pudiendo alcanzar hasta 40 en áreas de concentración de fumadores o fuertes olores. Seleccionamos 20

Los Coeficientes. En las filas donde aparecen las ganancias de calor en las ventanas y puertas de cristales hay que tener en cuenta si estas áreas estan sometidas a los rayos solares o a la sombra durante las horas de la mañana o la tarde, es decir si hay sombra se tomará 50 y si hay incidencia de los rayos solares se tomará 360. Es obvio que las superficies de cristal Este y Oeste son opuestas de manera que cuando una tiene 50 la otra tendrá 360 ya que la posición del sol varía de la mañana a la tarde.

Cuando existen paredes contigüas que estan climatizadas, se considera el 50% del coeficiente que le corresponda.

Si debajo del piso existe otro local o área con o sin climatización, o está a nivel de la tierra, se considera cero.

En todos los cálculos de ventanas y puertas de cristal, el valor del coeficiente se multiplicará por 0.7 si tiene cortinas o persianas interiores; 0.2 si tiene cortinas o persianas exteriores.

Siempre hemos considerado vidrio simple (ni doble, ni triple). Si existen estos casos los valores son mucho menores.

En oficinas y lugares similares puede estimarse como aire de renovación 8 m<sup>3</sup>/h por ocupante si no hay fumadores ni olores fuertes en el local.

Estudiar soluciones para reducir la potencia del equipamiento eléctrico interior, o reubicarlos fuera del local a climatizar. Proceder de igual forma analizando como colocar toldos o persianas en paredes acristaladas para reducir el impacto de la radiación solar en aquellas aberturas que están orientadas hacia zonas soleadas.

Estimar la potencia eléctrica a instalar para diferentes valores de SEER. Seleccionar el equipamiento que ofresca una solución para SEER igual o superior a 15 y lo mas cercano a 20.

**Caloría:** Una caloría es la cantidad de calor que hay que suministrarle a 1 kg de agua con una temperatura de 15 °C para elevar su temperatura en 1 °C. 1 Caloría=3,968 BTU

**Frigoría (F):** Una frigoría es la cantidad de calor que hay que sustraer a 1 kg de agua con una temperatura de 15 °C para disminuir su temperatura en 1 °C. 1 Frigoría=3,968 BTU

**BTU: British Thermal Unit. Unidad térmica inglesa.** Es la cantidad de calor necesario que hay que sustraer a 1 libra de agua para disminuir su temperatura 1 °F. Un BTU equivale a 0,252 kilocalorías.

**Tonelada de Refrigeración:** Es equivalente a 12000 BTU/h o 3024 F/h

**Salto Térmico:** Se emplea para definir la diferencia entre la temperatura de entrada del aire al equipo de AA y la salida del mismo o para definir la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de los locales.

**Zona de Confort:** Son las condiciones de temperatura, humedad relativa y velocidad del aire bajo las que las mayorías de las personas se encuentran de manera confortable. Estas condiciones oscilan entre 22 °C y 27 °C de temperatura, entre el 40 y el 60 % de humedad relativa y cuando la velocidad del aire se encuentra en un régimen laminar.

**Temperatura del Bulbo Húmedo (TBH):** Es la temperatura indicada por un termómetro, cuyo depósito está envuelto con una gasa o algodón empapado en agua, expuesto a los efectos de una corriente intensa de aire. Parte del agua contenida en la gasa o algodón, pasa al aire en proporción a su humedad relativa, proceso que concluye con la saturación de agua en el aire

**Temperatura del Bulbo Seco (TBS):** Es la temperatura del aire ambiente medido por un termómetro.

**Temperatura de Punto de Rocío:** Es la temperatura de un volumen o masa de aire a la cual aparece por condensación la primera gota líquida de agua

**Humedad (H):** Es la cantidad de agua en forma de vapor de agua contenida en el aire.

**Humedad Absoluta (HA):** Es el peso de vapor de agua contenida en una unidad de volumen de aire, expresada en gramos por metro cúbico de aire.

**Humedad Específica (HE):** Es el peso de vapor de agua por unidad de peso de aire seco, expresada en gramos por kilogramo de aire seco.

**Humedad Relativa (HR):** Es la relación entre la presión del vapor de agua contenido en el aire húmedo y la presión del vapor saturado a la misma temperatura. Se mide en tanto por ciento.

**Calor sensible (Cs):** Es el calor empleado por una sustancia para variar su temperatura sin que esté presente un cambio de estado. Se mide en unidades de energía por unidades de masa o de volumen.

**Calor latente (CL):** Es la cantidad de calor empleado por una sustancia para un cambio de fase a temperatura constante. De la fase sólida a la líquida, o de la líquida a la gaseosa viceversa. El Calor Latente de fusión del hielo es de 79,92 kcal/kg.

**Calor Total. Entalpía (H):** Es la suma del calor sensible y latente, expresado en kilocalorías por kilogramos de una sustancia durante el cambio de fase, entre dos temperaturas dadas.

**Normas UNE, ARI y ASHRAE relacionadas con la capacidad de refrigeración.** Establecen regulaciones para medir uniformemente la capacidad de un Aire Acondicionado (AA). Fija que la temperatura del aire seco exterior esté en 35 °C y del aire húmedo en 23,8 °C, considerando que el aire de retorno de la habitación al AA se encuentra a 26,6 °C de TBS y 19,4 °C de TBH.

**COP Coeficiente de Comportamiento (COP):** Es el cociente entre la potencia calorífica total disipada y la potencia eléctrica total consumida, expresada en unidades de energía consistentes. Tiene un valor mayor a la unidad puesto que el calor disipado al exterior es equivalente a la suma del calor extraído más el calor generado por el trabajo realizado en el sistema o consumo de energía. Teóricamente se define el Ciclo de Carnot como el proceso que puede alcanzar la mayor eficiencia

**Relación Estacional de la Eficiencia Energética - Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER):**

Definido por el Air Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute en su estándar ARI 210/240 del 2008 para el Coeficiente de Comportamiento Estacional de un Aire Acondicionado o una Bomba de Calor. El SEER es la cantidad de unidades de BTU de enfriamiento que se generan durante un periodo o estación del año, dividido por el consumo total de energía eléctrica expresado en Watt-horas que se ha empleado en igual periodo. Esta relación tiene valores superiores a la unidad y actualmente las normativas establecen valores SEER=20.

**Energy Efficiency Ratio (EER):** Es la relación entre las unidades de energía de enfriamiento en BTU/h y la potencia instalada en el sistema en Watt para un punto instantáneo de operación. Este coeficiente también es mayor que la unidad y mide la eficiencia energética del sistema. Existe una relación entre EER y SEER para los sistemas centrales residenciales que se muestra a continuación:  $EER=0,85 \times SEER$ .

**Características del Local Ejemplo**
**Ingeniería Energética General**

www.energianow.com

| LOCAL DESTINADO A TEATRO Y SALÓN DE REUNIONES |  | CAPACIDAD    | 66 butacas | DIRECCIÓN:   |          |             |               |
|---|--|--------------|------------|--------------|----------|-------------|---------------|
|   |  | CLIENTE      |            | FECHA:       |          |             |               |
|   |  | Localización |            | Latitud°     | 41°      | Altitud°    |               |
| AREAS DEL LOCAL                               |  |              |            |              |          |             |               |
| No.   | Descripción                                  | Area (m2)    |            |              |          |             |               |
| 1   | Ventanal Cristal interior S                  | 40           |            |              |          |             |               |
| 2   | Pared colinda Cocina E                       | 60           |            |              |          |             |               |
| 3   | Puerta metálica NO                           | 2,7          |            |              |          |             |               |
| 4   | Ventanal acristalada al SO                   | 65           |            |              |          |             |               |
| 5   | Ventanal Cristal no Transp SE                | 25           |            |              |          |             |               |
| 6   | Area de techo(climat.)                       | 150          |            |              |          |             |               |
| 7   | Area de piso (sótano)                        | 150          |            |              |          |             |               |
| 8   | TOTAL VENTANAL CRISTALES                     | 130          |            |              |          |             |               |
| 9   | TOTAL PAREDES                                | 60           |            |              |          |             |               |
| 10  | Numero de ocupantes                          | 66(100)      | 50 (75)    | 35(50)       | 20(25)   |             |               |
| 11  | Altura del Local, m                          | 3            |            |              |          |             |               |
| 12  | Volumen del local, m3                        | 450          |            |              |          |             |               |
| 13  | Temperatura Aire Ext. °C                     | 34           |            |              |          |             |               |
| 14  | Humedad Exterior                             | 70           |            |              |          |             |               |
| 15  | Temperatura BH Ext. °C                       | 28           |            |              |          |             |               |
| 16  | Temp. Aire interior, °C                      | 25           |            |              |          |             |               |
| 17  | Humedad Relativa Aire Int, %                 | 50           |            |              |          |             |               |
| 18  | Temperatura BH Int. °C                       | 19           |            |              |          |             |               |
| 19  | Dif Temp (ext-int), °C                       | 9            |            |              |          |             |               |
| 20  | Aire renovación X ocupante (20m3N)           | 1320         | 1100       | 700          | 400      |             |               |
| 21  | Humedad Absoluta ext Kg/kg aire              | 0,028        |            |              |          |             |               |
| 22  | Humedad absoluta int. Kg/kg aire             | 0,0126       |            |              |          |             |               |
| 23  | Diferencia Humedad Ext-Int, ΔW en Kg/kg aire | 0,0154       |            |              |          |             |               |
| EQUIPOS ENERGÉTICOS DENTRO DEL LOCAL          |  |              |            |              |          |             |               |
| No.   | Descripción                                  | Cantidad     | Kw x Eq.   | Kw (equipos) | Kw (cop) | Kw (total)  | Kcal(Total)   |
| 1   | Lámparas fluorescen.                         | 28           | 0,04       | 1,12         | 1        | 1,12        | 963,2         |
| 2   | Lámparas incand.                             | 10           | 0,1        | 1            | 1        | 1           | 860           |
| 3   | Audio + DataShow + PC                        | 1            | 0,1        | 0,1          | 1        | 0,1         | 86            |
| 4   | Monitor                                      | 1            | 0,2        | 0,2          | 1        | 0,2         | 172           |
| 5   | Frizer                                       | 2            | 0,2        | 0,4          | 2        | 0,8         | 688           |
| 6   | Vitrinas                                     | 4            | 0,2        | 0,8          | 2        | 1,6         | 1376          |
| 7   | Neveras                                      | 2            | 0,2        | 0,4          | 2        | 0,8         | 688           |
| 8   | Motor climatizadora                          | 2            | 0,5        | 1            | 1        | 1           | 860           |
|   |  |              |            |              |          | <b>6,62</b> | <b>5693,2</b> |

Los equipos de refrigeración colocados en el interior de los locales disipan una carga térmica superior a la potencia eléctrica que demandan. En este ejemplo se asume un COP de 2 que duplica el valor de los kWelect. Se incluye los motores de las Unidades climatizadoras que suponemos instalar dentro del local.

Los datos anteriores son tomados como ejemplo. Corresponden a una pequeña Sala de Reuniones, con capacidad de 66 butacas. Dentro de la Sala hay una pequeña Cafetería Bar, ventanas y puertas acristaladas. que colindan con el exterior. Las paredes acristaladas están orientadas al Sur y al Este.

Los coeficientes empleados para el cálculo están en función de la localización geográfica, del día del año y de la hora del día. A la vez toman en cuenta el material de las superficies transmisoras de calor.

Los coeficientes aquí reportados se corresponden a una Latitud de 41 °, verano y a las 16,00 h, de mayor rigor. Un cálculo riguroso requiere de Procedimientos de Cálculo de mayor alcance.

Con esta Hoja de Cálculo Rápido se obtiene un valor orientativo de la carga pico, exclusivamente.

## Carga de Calor Sensible

| Calor por dispersión ganado por:                       | Unidades | Factores o Coeficientes |               |                              |             | Frig/h         |
|--|----------|-------------------------|---------------|------------------------------|-------------|----------------|
|  |          | Área                    | K             | $\Delta t$                   |             |                |
| <b>Paredes</b>   |          |                         |               |                              |             |                |
| <b>Transf. Calor</b>                                   |          | <b>Área</b>             | <b>K</b>      | <b><math>\Delta t</math></b> |             | <b>Frig/h</b>  |
| Pared ext. al Norte                                    | m2       | 0                       | 2,15          | 9                            |             | 0              |
| Pared ext. al Sur                                      | m2       | 0                       | 2,3           | 9                            |             | 0              |
| Pared ext. al Este                                     | m2       | 60                      | 2,3           | 9                            |             | 1242,0         |
| Pared ext. Oeste                                       | m2       | 0                       | 2,3           | 9                            |             | 0              |
| Pared interior   | m2       | 40                      | 2,3           | 9                            |             | 828,0          |
| <b>Puertas y aberturas</b>                             |          |                         |               |                              |             |                |
| <b>Transf. Calor</b>                                   |          | <b>Área</b>             | <b>K</b>      | <b><math>\Delta t</math></b> |             |                |
| Puerta Metálicas Cristal NO                            | m2       | 2,7                     | 3             | 9                            |             | 72,9           |
| Puertas S  | m2       |                         | 5,6           | 9                            |             | 0              |
| Puertas E  | m2       |                         | 5,1           | 9                            |             | 0              |
| Puertas O  | m2       |                         | 5,6           | 9                            |             | 0              |
| Puertas Interiores                                     | m2       |                         | 2             | 9                            |             | 0              |
| <b>Ventanas Acrystaladas</b>                           |          |                         |               |                              |             |                |
| <b>Transf. Calor</b>                                   |          | <b>Área</b>             | <b>K</b>      | <b><math>\Delta t</math></b> |             |                |
| Orientación al N                                       |          |                         | 3             | 9                            |             | 0              |
| Orientación al S                                       |          | 130                     | 5,6           | 9                            |             | 6552           |
| Orientación al E                                       |          |                         | 5,1           | 9                            |             | 0              |
| Orientación al O                                       |          |                         | 5,6           | 9                            |             | 0              |
| <b>Techos</b>  |          |                         |               |                              |             |                |
|  |          | <b>Área</b>             | <b>K</b>      | <b><math>\Delta t</math></b> |             |                |
| Techos sin aislar                                      | m2       | 150                     | 2,3           | 9                            |             | 3105           |
| Techos con 5 mm de aislante térmico                    | m2       |                         | 1,6           | 9                            |             | 0              |
| Techos con cámara superior                             | m2       |                         | 1,3           | 9                            |             | 0              |
| <b>Suelos o pisos</b>                                  |          |                         |               |                              |             |                |
|  |          | <b>Área</b>             | <b>K</b>      | <b><math>\Delta t</math></b> |             |                |
| Sobre cuartos ocupados                                 | m2       |                         | 2,3           | 9                            |             | 0              |
| Sobre sótanos  | m2       |                         | 2,1           | 9                            |             | 0              |
| Sobre tierra   | m2       | 150                     | 0             | 9                            |             | 0              |
| <b>Sub Total S1</b>                                    |          |                         |               |                              |             | <b>11799,9</b> |
| <b>Ventanas y Puertas</b>                              |          |                         |               |                              |             |                |
| <b>Acrystaladas Calor radiante</b>                     |          | <b>Soleada</b>          | <b>Sombra</b> | <b>Toldo</b>                 | <b>Área</b> | <b>Frig/h</b>  |
| Orientación al NE                                      | m2       | 166                     | 69            | 55                           | 2,7         | 448,2          |
| Orientación al E                                       | m2       | 122                     | 111           | 69                           |             | 0              |
| Orientación al SE                                      | m2       | 208                     | 83            | 55                           |             | 0              |
| Orientación al S                                       | m2       | 360                     | 97            | 55                           | 130         | 7150           |
| Orientación al SO                                      | m2       | 305                     | 125           | 83                           |             | 0              |
| Orientación al O                                       | m2       | 416                     | 180           | 125                          |             | 0              |
| Orientación al NO                                      | m2       | 333                     | 139           | 97                           |             | 0              |
| Orientación al N                                       | m2       | 0                       | 0             | 0                            |             | 0              |
| Para vidrios dobles, multiplicar el factor por 0,8     |          |                         |               |                              |             |                |
| Para bloques de cristal, multiplicar el factor por 0,5 |          |                         |               |                              |             |                |
|  |          |                         |               |                              |             |                |
|  |          |                         |               |                              |             |                |

Continúa en la próxima hoja

|                                   |                   |                  |               |                                      |  |                 |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|---------------|--------------------------------------|--|-----------------|
| <b>Sub Total S2</b>               |                   |                  |               |                                      |  | <b>7598,2</b>   |
| <b>Calor Interno</b>              | <b>Unidades</b>   | <b>Cantidad</b>  | <b>Factor</b> |                                      |  | <b>Frig/h</b>   |
| Luminarias                        | Watt              | 2120             | 0,86          |                                      |  | 1823,2          |
| Motores y Ventiladores            | kWatt             | 4,5              | 860           |                                      |  | 3870,0          |
| Ocupantes                         | Unidades          | 66               | 65            |                                      |  | 4290,0          |
| <b>Sub Total S3</b>               |                   |                  |               |                                      |  | <b>9983,2</b>   |
| <b>Ganancia Calor X Conductos</b> |                   | <b>S1</b>        | <b>S2</b>     | <b>S3</b>                            |  | <b>Frig/h</b>   |
| 4 % (S1+S2+S3)                    |                   |                  |               |                                      |  |                 |
| <b>Calor Sensible Aire Ext.</b>   | <b>Udad</b>       | <b>Cantidad</b>  | <b>Ce</b>     | <b>Δt</b>                            |  |                 |
| Aire renovación                   | m3/h              | 1320             | 0,29          | 9                                    |  | <b>3445,2</b>   |
| <b>Total Calor Sensible, S</b>    |                   |                  |               |                                      |  | <b>Frig/h</b>   |
| <b>S1+S2+S3+S4+S5</b>             |                   |                  |               |                                      |  | <b>32826,5</b>  |
| Carga de Calor Latente            |                   |                  |               |                                      |  |                 |
| <b>Calor Latente</b>              | <b>Udad</b>       | <b>Cantidad</b>  | <b>Factor</b> | <b>ΔW</b>                            |  | <b>Frig/h</b>   |
| Ocupantes                         | u                 | 66               | 65            |                                      |  | 4290,0          |
| Equipos                           | kWatt             | 0                | 860           |                                      |  | 0               |
| Aire renovación                   | m3/h              | 1320             | 720           | 0,0154                               |  | 14636,2         |
| <b>Total Calor Latente, L</b>     |                   |                  |               |                                      |  | <b>18926,2</b>  |
| <b>Calor Total: S+L</b>           | <b>Frig/h</b>     |                  |               |                                      |  | <b>51752,66</b> |
| <b>Calor Total: S+L</b>           | <b>TR</b>         |                  |               |                                      |  | <b>17,1</b>     |
| <b>Calor Total: S+L</b>           | <b>kWatt térm</b> |                  |               |                                      |  | <b>60,2</b>     |
| <b>Indicadores del Proyecto</b>   |                   |                  |               |                                      |  |                 |
| Factor de Calor Sensible          | 0,63              |                  |               |                                      |  |                 |
| Frigorías por m2                  | 345,0             |                  |               |                                      |  |                 |
| Frigorías por ocupante            | 784,1             |                  |               |                                      |  |                 |
| Aire total renovación             | 1320,0            |                  |               |                                      |  |                 |
| Flujo aire Calor Sensible         | 12577,2           |                  |               |                                      |  |                 |
| Flujo aire Calor Latente          | 1706,9            |                  |               |                                      |  |                 |
| Aire renovación X pérdidas en     | 0                 |                  |               |                                      |  |                 |
| Aire renovación X otras pérdidas  | 0                 |                  |               |                                      |  |                 |
| Total de Aire renovación          | 1320,0            |                  |               |                                      |  |                 |
| % de Aire renovación              | 10,50             |                  |               |                                      |  |                 |
| M3 aire por TR                    | 734,9             |                  |               |                                      |  |                 |
| cfm aire por TR                   | 432,6             |                  |               |                                      |  |                 |
| Calor A Disipar, Btu/h            | 205367,7          | <b>SEER</b>      | <b>15</b>     | Indicadores para elección del equipo |  |                 |
| Pot. Instalar, kWatt elect.       | 16,11             | <b>EER =0,85</b> | <b>12,75</b>  | Valor eficiencia preferido o mayor   |  |                 |
| kWatt/TR                          | 0,94              |                  |               | Pot elect. de referencia             |  |                 |

Este Formulario es una Hoja de Cálculo Rápido en formato Excel.xls. Para descargar la Hoja de Cálculo, vaya a la URL [http://www.energianow.com/herramientas\\_tools.html](http://www.energianow.com/herramientas_tools.html) o en la página Principal haga clic sobre la Sección Herramientas\_Tools. Busque el archivo Demanda Térmica. Hoja Cálculo y proceda a descargarlo.

Para mayor información sobre este tipo de Cálculo, Proyecto, Selección de Equipos y diagnóstico de las instalaciones en funcionamiento, no tenga duda en consultarnos, De inmediato le estaremos respondiendo. E-Mail: [info@energianow.com](mailto:info@energianow.com).