

## TP08

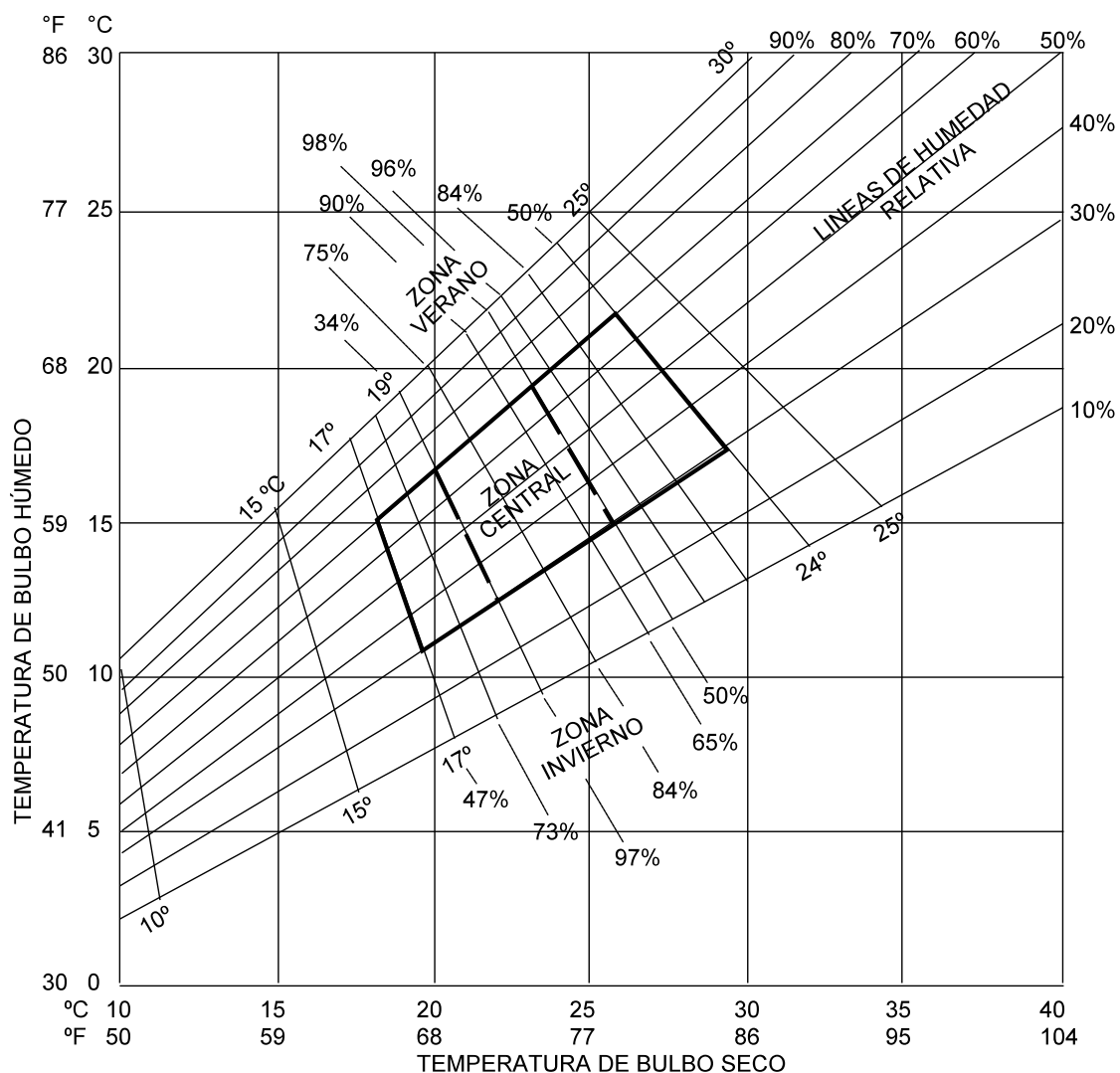
### SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN Balance térmico de verano

Autor: Dr. Ing. Arq. Jorge D. Czajkowski - Profesor Titular

#### 1. INTRODUCCIÓN

El cálculo de la carga de verano e invierno de un acondicionamiento de aire de un local es un problema complejo por la diversidad de factores variables a tener en cuenta. Todo acondicionamiento de aire es un proceso a seguir para tratar ese aire a fin de conseguir un grado de confort en las personas que ocuparán el local acondicionado.

Esa sensación de confortabilidad varía, indudablemente, según las personas, su metabolismo, edad, sexo, estado físico, ropa que usan, actividad que desarrollan en el local. condiciones atmosféricas exteriores de la localidad, estación del año, características de edificación del local, etc.



**Figura 1:** Diagrama de confort para Aire Acondicionado (Sheppard, J.)

La American Society of Heating and Air Conditioning Engineers, al principio de la década de los veinte, comenzó el estudio e investigación con millares de personas de distintas localidades de Estados Unidos, sobre la condición ideal de lo que es confortable, en un intento de relacionar estadísticamente los factores temperatura, humedad, movimiento y pureza del aire con los distintos grados de sensación de confortabilidad de esas personas, dando como resultado una zona dentro del diagrama psicrométrico, que John Sheppard define como ZONA DE CONFORT: Dentro de esta zona de confort, la mitad de los asistentes se encontraban confortables.

En la actualidad, este ábaco de confort sirve de guía al proyectista de aire acondicionado a la hora de fijar unas condiciones interiores en el local, puesto que la reacción de los seres humanos será diferente ante las mismas condiciones. Siendo difícil por parte del técnico encontrar ese punto agradable a todo el mundo, debiendo hallar la condición óptima para el local en cuestión.

El acondicionamiento lleva implícito el suministrar o extraer el calor del aire, por lo tanto, nos interesa conocer cómo se gana o pierde ese calor del local en estudio.

El calor que fluye del cuerpo de mayor al de menor temperatura se transmite en la naturaleza de las siguientes formas:

- CONDUCCIÓN
- CONVECCIÓN
- RADIACIÓN

Por lo tanto, deberemos efectuar aquellos cálculos para saber qué ganancias o pérdidas tenemos por estas transferencias de calor en el local. Hay un calor que es transmitido desde el exterior al interior del local, y otro producido dentro.

#### PROCEDENTE DEL EXTERIOR

1. Calor recibido a través de paredes, techos y suelos.
2. Calor recibido a través de ventanas.
3. Calor procedente del aire de ventilación o que se infiltra.

#### PRODUCIDO EN EL INTERIOR

- Las personas que lo ocupan.
- La iluminación.
- Aparatos eléctricos, de gas o vapor que puedan producir calor.
- Otros factores o elementos que puedan aportar calor: tuberías de agua caliente, etc.

Durante el período de verano el local en análisis recibe calor por diversas fuentes que el equipo de refrigeración deberá extraer a fin de reducir la temperatura interior y mantenerlo en confort higrotérmico. De esta forma y dado que el ambiente exterior está a mayor temperatura que los requerimientos de confort interior el flujo de calor que en invierno era de adentro hacia afuera ahora pasa a ser de afuera hacia adentro.

Así tendremos que por paredes, techos y vidriados el calor exterior aportará calor al interior elevando la temperatura. Además el sol aportará calor por radiación de forma directa en las superficies vidriadas y de forma indirecta en cerramientos opacos. También el aire exterior más caliente hará su aporte y que sumado al calor por ocupación nos dará la cantidad total de calor a extraer del local.

La parte de aportes debidos a ocupación puede no ser importante en caso de una vivienda y si en caso de un local bailable. Esto debido a que tendremos la suma del calor de cada persona variable con la actividad que realiza, más los aportes de calor del sistema de iluminación, más el calor aportado por aparatos de diverso tipo. En síntesis vemos que la situación de verano es de mayor complejidad que la situación de invierno.

Como vimos en *psicrometría* el calor debe computarse por la forma en que se manifiesta en *calor sensible* y *calor latente*. Siendo calor sensible el que al penetrar en el local genera un aumento en la temperatura del mismo y calor latente es el que aporta el vapor de agua de la mezcla de aire pero que no genera una elevación en la temperatura del local.

Así todas las fuentes mencionadas aportan calor sensible pero solo parte de ellas generan aporte de calor latente. Las fuentes de calor latente son las personas (respiración + transpiración), el aire exterior, vegetación, equipos para cocción o calentamiento de agua (cafeteras, calentadores, cocinas a gas, etc), otros.

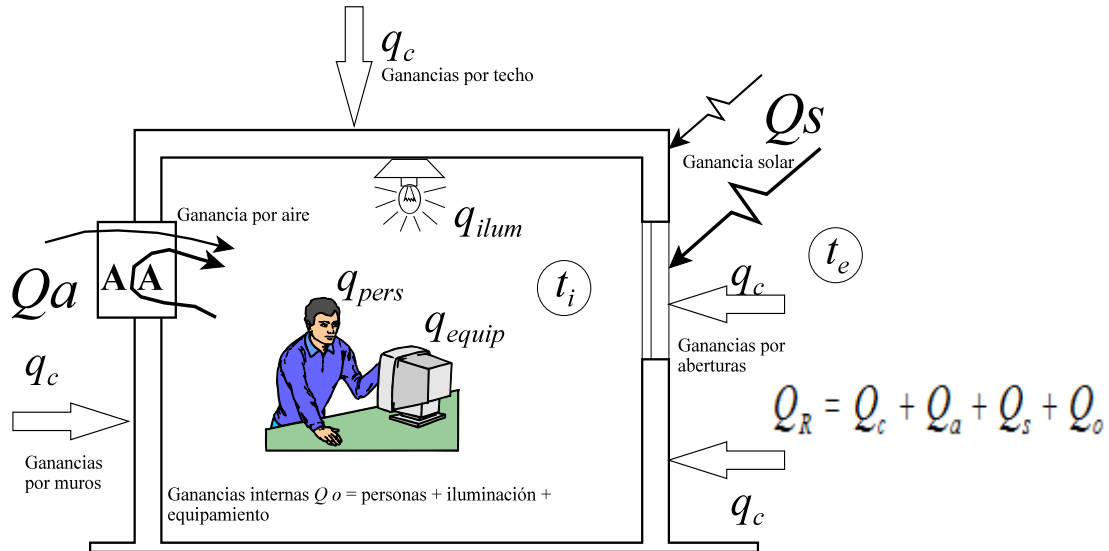
Para conocer la carga térmica de verano utilizaremos un procedimiento que surgió de esta Cátedra en el año 2001 y presentado al IRAM se convirtió en Norma de Ahorro de Energía en Refrigeración de edificios. Así el país hoy dispone de las Normas IRAM 11659-1 y 11659-2.

**2. CARGA TÉRMICA TOTAL DE VERANO  $Q_R$ :** La ecuación general para obtener la carga térmica de verano es la siguiente:

$$Q_R = Q_c + Q_a + Q_s + Q_o \quad [1]$$

Donde:

- $Q_R$  = Carga térmica total en W
- $Q_c$  = Carga térmica por conducción a través de la envolvente en W
- $Q_a$  = Carga térmica por ventilación aportado por el aire exterior en W
- $Q_s$  = Carga térmica solar en W
- $Q_o$  = Carga térmica por fuentes internas (personas + equipamiento + iluminación) en W



**Figura 2:** Aportes o ganancias de calor en un local en condición de verano.

**2.1. Carga térmica por Conducción  $Q_c$ :** tendremos que la ganancia de calor por conducción parcial  $q_c$  a través de la envolvente del local será:

$$q_c = K S (t_e - t_i) \quad [2]$$

Donde:

$K$  = Transmitancia térmica del cerramiento (muro, techo, piso, ventana, etc) en (W/m<sup>2</sup>.K).

*Nota:* para conocer valores de  $K$  en cerramientos puede consultarse el TP01 de Nivel 2 o en el TP04 de Nivel 1 encontrarán ejemplos y el procedimiento completo para calcular o mejorar el  $K$  de un cerramiento opaco cualquiera (según Normas IRAM 11601 y 11605).

$S$  = Superficie del cerramiento en m<sup>2</sup>

$t_e$  = Temperatura exterior de diseño en °C (Ver Tabla 11)

$t_i$  = Temperatura interior en °C (Ver Tablas 3 y 4)

Tendremos así que la sumatoria de todas las pérdidas parciales  $q_c$  por conducción a través de la envolvente nos dará las pérdidas totales por conducción  $Q_c$ , según la siguiente ecuación:

$$Q_c = \sum q_c \quad [3]$$

**2.2. Carga térmica por ventilación  $Q_a$ :** En la determinación de la carga térmica por ventilación se supondrá al edificio cerrado herméticamente donde un porcentaje del aire interior será renovado por el equipo de refrigeración para mantener una aceptable calidad del aire interior. Este porcentaje será variable en función del tipo e intensidad de actividad que se realice en su interior. Esta hermeticidad redundará en una reducción de las infiltraciones y en el ahorro de energía. Debe preverse un sistema de ventilación natural en el período del día en que no se utilice el edificio para mejorar la calidad del aire interior ya que de lo contrario se genera una acumulación de contaminantes que es necesario evitar.

Esto implica que es necesario ventilar una parte o la totalidad del aire interior, así tendremos que introducir al ambiente interior una parte de aire nuevo que implica una masa de aire caliente y húmeda que el equipo de aire debe acondicionar. Este aire de renovación y recirculado contiene humos, partículas en suspensión y olores que deben ser eliminados para una adecuada calidad del aire interior.

Este aire introducido tiende a crear una sobre-presión interior en los locales que reduce el ingreso de aire exterior por infiltración por rendijas y paños móviles de puertas y ventanas. Así podríamos decir que cuando un local posee un sistema de aire acondicionado el aire fluye de adentro hacia afuera y el aire ingresado para ventilación es filtrado, deshumectado y enfriado hasta alcanzar el estándar requerido. Así la carga térmica por ventilación se calculará con la siguiente expresión:

$$Q_a = C_{AR} (0,25 \times \Delta t + 0,61 \times \Delta w)$$

donde:

$Q_a$  : Carga térmica por ventilación, aportado por el aire exterior en W

$C_{AR}$ : Cantidad de aire a renovar en m<sup>3</sup>/h

$$C_{AR} = N_{pers} \times C_{avp}$$

$N_{pers}$  : cantidad de personas que ocupan la vivienda o edificio de viviendas (ver tabla 8)

$C_{avp}$ : caudal de aire de ventilación por persona en m<sup>3</sup>/h.pers (ver tabla 10)

0,25: constante que resulta del cociente entre el calor específico del aire húmedo a 21°C y 50% HR y el volumen específico de la misma mezcla de aire; en W / m<sup>3</sup> °C

$$0,25 = C_e \times$$

$C_e$  : calor específico del aire (21°C y 50%): 0,211 W/kg.°C

: volumen específico del aire (21°C y 50%): 0,845 m<sup>3</sup>/kg

0,61: constante que resulta del cociente entre el valor medio de la cantidad de calor cedida por la condensación de un gramo de vapor de agua y el volumen específico de la misma mezcla de aire; en W / m<sup>3</sup> g

$$0,61 = C_v \times$$

$C_v$  : calor cedido por condensación de 1 g vapor agua: 0,516 W/kg g

: volumen específico del aire (21°C y 50%): 0,845 m<sup>3</sup>/kg

t:  $t_e - t_i$

$t_e$  : temperatura exterior diseño (°C) (Ver TDMX en tabla 11).

$t_i$  : temperatura interior confort (°C) (Ver tabla 3 y 4).

w:  $w_e - w_i$

$w_e$  : humedad específica del aire exterior (g/kg)

$w_i$  : humedad específica del aire interior (g/kg).

(Del diagrama psicrométrico para las mezclas de aire exterior e interior).

**2.3. Carga térmica solar  $Q_s$ :** Cuando existen superficies vidriadas en el local una parte de los aportes se deberá a la radiación del sol que al atravesar el cristal ingresa al local calentandolo. La radiación del sol varía con cada hora del día solar y también a lo largo de los meses del año. Algunos autores consideran que la totalidad de la radiación del sol atraviesa el vidrio y esto no es tan así. Los vidrios de nuestro país contienen impurezas de hierro que al verlo de lado muestra una tonalidad verdosa. Esto hace que aproximadamente solamente el 86% de la radiación lo atraviese y que llevado a un factor de transparencia es 0,86. Así el 14% de la radiación recibida o será absorbida por la masa del vidrio calentandolo o será reflejada. Para el factor de exposición solar  $F_{ES}$  se toma como referencia un vidrio común de 3 mm transparente como  $F_{ES} = 1,00$  y el resto de los vidrios o protecciones resultarán con valores de  $F_{ES}$  menores.

La expresión general para el cálculo de la carga debida al sol es:

$$Q_s = S \times I_s \times F_{ES} \quad [7]$$

Donde:

$Q_s$  = cantidad de calor por radiación solar (W).

$S$  = superficie vidriada (m<sup>2</sup>).

$I_s$  = Radiación solar a las 13 hs en (W/m<sup>2</sup>) (Ver Tabla 12).

$F_{ES}$  = Factor de exposición solar del vidrio o la carpintería (Ver Tabla 5)

**2.4. Carga térmica por fuentes internas  $Q_o$ :** En verano el aporte interno no es despreciable y en el caso de una oficina puede llegar a representar el 35 % de la carga total, siendo la suma del calor total por personas, más el calor sensible de la iluminación artificial, más el calor sensible de los artefactos de oficina (computadoras, impresoras, fotocopiadoras, etc). En su cálculo usaremos la siguiente expresión:

$$Q_o = N_{pers} \times q_{Tpers} + C_{ilum} \times P_{ilum} + \sum C_{equip} \times P_{equip} \quad [8]$$

Donde:

$Q_o$  : carga de calor interno por fuentes internas (W).

$N_{pers}$  : cantidad de personas en el local (ver Tabla 8)

$q_{Tpers}$  : disipación de calor por persona según actividad, sensible + latente (W/persona).

$C_{ilum}$  : cantidad de artefactos de iluminación semejantes

$P_{ilum}$  : potencia del artefacto de iluminación (W).

Nota: también puede considerarse la potencia en iluminación surgida de un cálculo lumínico o multiplicarse la superficie del local por un valor de las Tablas 6 y 7.

$C_{equip}$ : cantidad de equipos o artefactos semejantes

$P_{equip}$  : potencia del artefacto o equipo (de Tabla 9) (W).

**Tabla 1:** Disipación de calor en personas por tipo de actividad.

Grado de actividad	W	
	Sensible	Latente
Sentado en reposo	63,8	40,6
Sentado y trabajo muy liviano	63,8	52,2
Trabajo oficina con cierta actividad	63,8	69,6
Trabajo liviano	69,6	92,8
Trabajo pesado	92,8	185,6
Trabajo muy pesado	139,2	301,6

**2.5. Otras cargas térmicas :** Existen otros aportes internos debidos a los conductos de de inyección y retorno de aire acondicionado. Es usual que estos se establezcan como un valor estimado porcentual. La siguiente tabla muestra algunos valores usuales.

**Tabla 2 :** Ganancia de calor por conductos.

Ganancias de calor como % del calor sensible por conducción y aporte solar.	% calor sensible a agregar	
	Sin aislar	Aislado con 50 mm lana mineral
Tendidos largos de 30 a 100 m en áticos a 35°, que transportan de 18 a 180 m3/min a velocidades de 250 a 500 m/min.	10 - 15	4 - 5
IDEM anterior en ambientes hasta 55°C	25 - 30	7 - 10
IDEM para tendidos cortos de 15 a 30m.	5 - 10	2 - 4
IDEM tendidos cortos en ambientes hasta 55°C	10 - 25	3 - 7

Existe otra penalización a agregar debida a la calidad en la construcción de los conductos de distribución y retorno y que en general se establece en 5 a 10% de la suma de calor sensible debida a conducción y efecto solar.

### 3. DATOS DE PARTIDA

Al comenzar a calcular una instalación de aire acondicionado, es necesario acopiar previamente los siguientes datos, que ahorrarán visitas e inspecciones al local, antes de comenzar el cálculo:

1. Planos del local: planta, sección y fachadas.
2. Situación, latitud, altura, tipo de atmósfera (industrial, clara, etc.).
3. Tipo de instalación deseada.
4. Tipo de construcción, sección de paredes, suelos y techos.

5. Tipos y características de cerramientos: ventanas, puertas, claraboyas, etcétera.
6. Uso del local. Condiciones interiores: temperatura y humedad en invierno y verano.
7. Condiciones interiores de los locales contiguos.
8. Densidad de personas por metro cuadrado o número exacto.
9. Maquinaria y equipamiento instalado con sus horarios de funcionamiento.
10. Iluminación instalada y horario de funcionamiento.
11. Otros aparatos como estufas, hornos, etc., y sus características.
12. Fuentes de carga latentes como baños, duchas, depósitos y su temperatura.
13. Horario de funcionamiento del local.
14. Condiciones exteriores de base: temperatura y humedad en invierno y en verano.
15. Grado de tolerancia para la temperatura y humedad interiores.
16. Tipo de combustible deseado para la calefacción.
17. Medio disponible para refrigeración del condensador agua o aire.
18. Temperatura del agua disponible y caudal.
19. Características de la energía eléctrica, tensión.
20. Dimensiones y situación de la sala de máquinas.
21. Renovaciones de aire necesarias.
22. Otras observaciones: sombras de otros edificios, uso de persianas o parasoles, color de las cortinas, velocidad del aire en la localidad y dirección más frecuente, etc.

Con todos estos datos, el técnico procederá al cálculo de las aportaciones y pérdidas de calor a compensar.

CONDICIONES INTERIORES: Es otro de los datos de partida importantes a fijar en el cálculo de un acondicionamiento de aire. Este apartado viene totalmente influenciado por las características propias del local, dependiendo, como sabemos, de:

- A.. Los ocupantes del local.
  - A-1. Edad y sexo.
  - A-2. Número.
  - A-3. Ropa que utilizan normalmente.
  - A-4. Actividad que desarrollan.
  - A-5. Clima del lugar.
  - A-6. Tiempo de utilización del local.
- B. Estudio económico del confort a obtener.
  - B-1. Máximo confort.
  - B-2. Confort normal.
  - B-3. Mínimo confort.

En la Tabla 3 hemos resumido las temperaturas secas y las húmedas relativas interiores de algunos locales típicos para instalación del acondicionamiento. Para locales de ocupación temporal, añadir 1° ó 2° C a las temperaturas interiores. Asimismo, en la Tabla 4 vienen expresadas las temperaturas interiores de partida a fijar en un cálculo de calefacción en invierno.

**Tabla 3:** Valores de temperatura y humedad relativa para algunos locales típicos.

TIPO DE LOCAL	TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA (%)		
	Máximo confort	Normal	Mínima
Viviendas, locales	23°C; 50%	<b>25°C; 50%</b>	26° C; 55%
Oficinas y, despachos	23°C ; 50%	<b>25°C; 50%</b>	26° C; 55%
Bailes, salas de fiestas	23°C; 50%	21°C; 50%	25°C; 50%
Tiendas, bancos bares, previstos para estancias (de 15 a 40 minutos)	25°C; 50%	26°C; 40-50 %	27°C; 40-50 %
Cines y teatros	24°C; 50%	25°C; 50%	27°C; 55%
Restaurantes	24°C; 50 %	25°C; 50 %	26°C; 55%
Temperaturas interiores nocturnas	22°C; 50%	23°C; 50%	23,5°C; 50%

NOTA: No es aconsejable crear una diferencia de temperatura entre el exterior y el interior mayor de 10 a 12°C. Para 44°C de temperatura base exterior, podría llegarse a una temperatura interior mínima de 30°C: para temperaturas intermedias se puede seguir el siguiente cuadro:

**Tabla 4:** Valores de temperatura de confort interior recomendados en función de la temperatura exterior de diseño.

TEMPERATURA EXTERIOR	TEMPERATURA INTERIOR DE CONFORT		
	Lujo	Normal	Reducida
35 °C	24°C	25 °C	26°C
38 °C o Superior	26°C	27°C	29°C

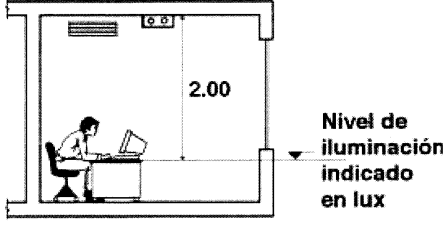
**Tabla 5:** Factor de exposición solar de vidriados y sus protecciones  $F_{ES}$ .

TIPO DE VIDRIO	Espesor (mm)	Sin persiana o pantalla	PERSIANA VENECIANAS INTERIORES. Listones horizontales o verticales inclinados 45° o cortinas de tela			PERSIANA VENECIANAS EXTERIORES. Listones horizontales inclinados 45°		PERSIANA EXTERIOR. Listones inclinados 17° (horizontales)		CORTINA EXTERIOR DE TELA. Circulación de aire arriba y naturalmente	
		Fes	Color claro	Color medio	Color oscuro	Color claro	Exterior claro interior oscuro	Color medio	Color oscuro	Color claro	Color medio u oscuro
Incoloro	3	1	0,56	0,65	0,75	0,15	0,13	0,22	0,15	0,2	0,25
	4	0,98	0,55	0,64	0,74	0,15	0,13	0,22	0,15	0,20	0,25
	5	0,96	0,54	0,62	0,72	0,14	0,12	0,21	0,14	0,19	0,24
	6	0,95	0,53	0,62	0,71	0,14	0,12	0,21	0,14	0,19	0,24
Coloreado en su masa Gris	3	0,85	0,48	0,55	0,64	0,13	0,11	0,19	0,13	0,17	0,21
	6	0,73	0,41	0,47	0,55	0,11	0,09	0,16	0,11	0,15	0,18
Coloreado en su masa Bronce	3	0,85	0,48	0,55	0,64	0,13	0,11	0,19	0,13	0,17	0,21
	6	0,73	0,41	0,48	0,55	0,11	0,10	0,16	0,11	0,15	0,18
Coloreado en su masa Verde	3	0,82	0,46	0,53	0,62	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,21
	6	0,68	0,38	0,44	0,51	0,10	0,09	0,15	0,10	0,14	0,17
Coloreado en su masa Azul	6	0,72	0,40	0,47	0,54	0,11	0,09	0,16	0,11	0,14	0,18
Reflectivo Incoloro	6	0,62	0,35	0,40	0,47	0,09	0,08	0,14	0,09	0,12	0,16
Reflectivo Gris	6	0,37	0,21	0,24	0,28	0,06	0,05	0,08	0,06	0,07	0,09
Reflectivo Bronce	6	0,43	0,24	0,28	0,32	0,06	0,06	0,09	0,06	0,09	0,11
Reflectivo Incoloro	6	0,64	0,36	0,42	0,48	0,10	0,08	0,14	0,10	0,13	0,16
Reflectivo Gris	6	0,43	0,24	0,28	0,32	0,06	0,06	0,09	0,06	0,09	0,11
Reflectivo Bronce	6	0,47	0,26	0,31	0,35	0,07	0,06	0,10	0,07	0,09	0,12
<b>DVH (con cámara aire 12 mm)</b>											
Incoloro ext;incoloro interior	3+12+3	0,88	0,49	0,57	0,66	0,13	0,11	0,19	0,13	0,18	0,22
Incoloro ext; incoloro interior	6+12+6	0,81	0,45	0,53	0,61	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,20
Incoloro ext; incoloro interior	3+12+3	0,69	0,39	0,45	0,52	0,10	0,09	0,15	0,10	0,14	0,17
Incoloro ext; incoloro interior	6+12+6	0,51	0,29	0,33	0,38	0,08	0,07	0,11	0,08	0,10	0,13
Color Gris ext; incoloro interior	3+12+3	0,72	0,40	0,47	0,54	0,11	0,09	0,16	0,11	0,14	0,18
Color Gris ext; incoloro interior	6+12+6	0,59	0,33	0,38	0,44	0,09	0,08	0,13	0,09	0,12	0,15
Color Bronce ext; incoloro interior	3+12+3	0,70	0,39	0,46	0,53	0,11	0,09	0,15	0,11	0,14	0,18
Color Bronce ext; incoloro interior	6+12+6	0,54	0,30	0,35	0,41	0,08	0,07	0,12	0,08	0,11	0,14
Color Verde ext; incoloro interior	3+12+3	0,70	0,39	0,46	0,53	0,11	0,09	0,15	0,11	0,14	0,18
Color Verde ext; incoloro interior	6+12+6	0,54	0,30	0,35	0,41	0,08	0,07	0,12	0,08	0,11	0,14
Color Azul ext; incoloro interior	6+12+6	0,58	0,32	0,38	0,44	0,09	0,08	0,13	0,09	0,12	0,15
Reflectivo Incoloro ext; incoloro int	6+12+6	0,54	0,30	0,35	0,41	0,08	0,07	0,12	0,08	0,11	0,14
Reflectivo Gris ext; incoloro int	6+12+6	0,35	0,20	0,23	0,26	0,05	0,05	0,08	0,05	0,07	0,09
Reflectivo Bronce ext; incoloro int	6+12+6	0,38	0,21	0,25	0,29	0,06	0,05	0,08	0,06	0,08	0,10
Reflectivo Blue-Green ext; incoloro int	6+12+6	0,36	0,20	0,23	0,27	0,05	0,05	0,08	0,05	0,07	0,09
Reflectivo Verde ext; incoloro int	6+12+6	0,28	0,16	0,18	0,21	0,04	0,04	0,06	0,04	0,06	0,07
Reflectivo Azul ext; incoloro int	6+12+6	0,30	0,17	0,20	0,23	0,05	0,04	0,07	0,05	0,06	0,08
Reflectivo Incoloro ext; incoloro int	6+12+6	0,55	0,31	0,36	0,41	0,08	0,07	0,12	0,08	0,11	0,14
Reflectivo Gris ext; incoloro int	6+12+6	0,38	0,21	0,25	0,29	0,06	0,05	0,08	0,06	0,08	0,10
Reflectivo Bronce ext; incoloro int	6+12+6	0,41	0,23	0,27	0,31	0,06	0,05	0,09	0,06	0,08	0,10
Reflectivo Blue-Green ext; incoloro int	6+12+6	0,39	0,22	0,25	0,29	0,06	0,05	0,09	0,06	0,08	0,10
Reflectivo Verde ext; incoloro int	6+12+6	0,31	0,17	0,20	0,23	0,05	0,04	0,07	0,05	0,06	0,08
Reflectivo Azul ext; incoloro int	6+12+6	0,30	0,17	0,20	0,23	0,05	0,04	0,07	0,05	0,06	0,08
<b>DVH con Low-e (emisividad = 0,2 sobre cara 3)</b>											
Incoloro ext; Low-e interior	3+12+3	0,81	0,45	0,53	0,61	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,20
Incoloro ext; Low-e interior	6+12+6	0,75	0,42	0,49	0,56	0,11	0,10	0,17	0,11	0,15	0,19
Color Gris exterior; Low-e interior	3+12+3	0,63	0,35	0,41	0,47	0,09	0,08	0,14	0,09	0,13	0,16
Color Gris exterior; Low-e interior	6+12+6	0,46	0,26	0,30	0,35	0,07	0,06	0,10	0,07	0,09	0,12
Color Bronce exterior; Low-e interior	3+12+3	0,66	0,37	0,43	0,50	0,10	0,09	0,15	0,10	0,13	0,17
Color Bronce exterior; Low-e interior	6+12+6	0,52	0,29	0,34	0,39	0,08	0,07	0,11	0,08	0,10	0,13
Color Verde exterior; Low-e interior	3+12+3	0,63	0,35	0,41	0,47	0,09	0,08	0,14	0,09	0,13	0,16
Color Verde exterior; Low-e interior	6+12+6	0,48	0,27	0,31	0,36	0,07	0,06	0,11	0,07	0,10	0,12
Reflectivo incoloro ext; Low-e interior	6+12+6	0,50	0,28	0,33	0,38	0,08	0,07	0,11	0,08	0,10	0,13
Reflectivo Gris exterior; Low-e interior	6+12+6	0,31	0,17	0,20	0,23	0,05	0,04	0,07	0,05	0,06	0,08
Reflectivo Bronce ext; Low-e interior	6+12+6	0,34	0,19	0,22	0,26	0,05	0,04	0,07	0,05	0,07	0,09
Reflectivo Verde ext; Low-e interior	6+12+6	0,23	0,13	0,15	0,17	0,03	0,03	0,05	0,03	0,05	0,06
Reflectivo incoloro ext; Low-e interior	6+12+6	0,51	0,29	0,33	0,38	0,08	0,07	0,11	0,08	0,10	0,13
Reflectivo Gris exterior; Low-e interior	6+12+6	0,32	0,18	0,21	0,24	0,05	0,04	0,07	0,05	0,06	0,08
Reflectivo Bronce ext; Low-e interior	6+12+6	0,36	0,20	0,23	0,27	0,05	0,05	0,08	0,05	0,07	0,09
Reflectivo Verde ext; Low-e interior	6+12+6	0,24	0,13	0,16	0,18	0,04	0,03	0,05	0,04	0,05	0,06

**Tabla 6:** Niveles de iluminación recomendados por IRAM según tipo de local y tipo de iluminación.

DESTINO	ACTIVIDAD	Nivel Iluminación Lux	Fluorescente W/ m <sup>2</sup>	Incandescente W/ m <sup>2</sup>	Dicroica W/ m <sup>2</sup>
Vivienda	Mínima	200	8	20	30
	Mediana	250	10	25	38
	Máxima	300	12	30	45
Oficina	Mínima	300	12	30	45
	Mediana	400	16	40	60
	Máxima	500	20	50	75
Comercio	Mínima	300	12	30	45
	Mediana	400	16	40	60
	Máxima	500	20	50	75
Industria	Mínima	200	8	20	30
	Mediana	400	16	40	60
	Máxima	500	20	50	75
Otro destino	Mínima	200	8	20	30
	Mediana	300	12	30	45
	Máxima	400	16	40	60

**Tabla 7:** Coeficiente térmico para diferentes tipos de iluminación.

	Tipo de Luminaria	Coeficiente Térmico
	Lámpara fluorescente	125
	Lámpara incandescente	100
	Lámpara incandescente halógena (dicroicas)	125

**Tabla 8:** Valores orientativos para determinar la cantidad de personas en locales tipo.

Destino	m <sup>2</sup> por persona
a Sitios de asambleas, auditorios, salas de conciertos, salas de baile, pub.	1
b Salas de conferencias, Aulas, Templos	2
c Lugares de trabajo general. Locales comerciales, mercados, restaurantes	3
d Oficinas privadas, consultorios, oficinas profesionales	4
e Salones de billares, canchas de bolos, gimnasios, videojuegos	6
f Edificios de oficinas, bancos, bibliotecas, clínicas, asilos, internados, casas de baño	8
g Viviendas privadas y colectivas	12
h Edificios industriales, el número de ocupantes será fijado por el Propietario, en su defecto será:	16

**Tabla 9:** Valores de calor sensible, latente y total, producidos por diversos artefactos.

EQUIPO	CALOR SENSIBLE Qs. (W)	CALOR LATENTE Qi (W)	CALOR TOTAL Qt. (W)
<b>Aparatos Eléctricos</b>			
Aspiradora	500	0	500
Cafetera	230	60	290
Computadora de escritorio o "desktop"	210-300	0	210-300
Computadora tipo "notebook"	200	0	200
Equipo de Audio	150	0	150
Fotocopiadora	500	0	500
Heladera común	310	0	310
Heladera c/Freezer	360	0	360
Impresora	450-1100	0	450-1100
Lavarropas	300	0	300



Monitor	45	0	45
Motores, por HP	645	0	645
Plancha	700	0	700
Proyector de diapositivas	500-1500	0	500-1500
Secador de pelo	675	115	790
Televisor	300	0	300
Tostadores	800	200	1000
Ventilador	50-150	0	50-150
<b>Aparatos a Gas</b>			
Horno (coc. gas nat.) (x m3/ h)	6977	3373	10350
Mechero Bunsen Grande	977	267	1244
Pequeño Mechero de Bunsen	280	70	350
Alimentos por persona	8	8	16
Cafetera de 11 Lts.	849	849	1698
Calentador de agua (2 Lts.)	116	29	145
Calienta platos	2687	1419	4106
Freidora	123	820	2053
Horno	1326	1326	2652
Parrilla	4216	1064	5280

**Tabla 10:** Cantidad de aire recomendado para ventilación de locales tipo según intensidad de actividad en verano e invierno.

DESTINO	ACTIVIDAD	Verano	Verano/ Invierno	Invierno - Renovaciones Horarias	
		m3/ min/pers.	Caudal de aire m3/h/persona	Mínima	Recomendada
Vivienda	Mín - <b>Med</b> - Máx	0,58 - 0,58 - 0,58	<b>15</b>	1,2	1,5
Oficina	Mín - <b>Med</b> - Máx	0,50 - 0,50 - 0,50	<b>15</b>	1,2	1,5
Comercio	Mín - Med - Máx	0,33 - 0,50 - 0,83	15 - 20 - 25	1,2 - 1,5 - 2,0	1,5 - 2,0 - 2,5
Industria	Mín - Med	0,33 - 0,50	15 - 20	1,2 - 1,5	1,5 - 1,2
Bares	Med - Máx	0,50 - 1,5	30 - 90	2	3
Sala operación	Mín	2	120	10	20
Cine, teatro	Mín	0,6	36	2,5	3,5

**Tabla 11:** Datos bioclimáticos para la ciudad de La Plata.

Localidad: La Plata Observatorio					Latitud: - 34,5°		Longitud: 57,56°		ASNM: 15 metros			
Mes	Kt	Rad	Tmed	HR	Tmáx	Tmín	TDmáx	HR dis	TDmín	GD18	V V	Tv
		MJ/m <sup>2</sup>	°C	%	°C	°C	°C	%	°C		km/h	mb
<b>ENE</b>	<b>0,56</b>	<b>23,9</b>	<b>22,6</b>	71	<b>28,5</b>	<b>17,9</b>	<b>34</b>	<b>37</b>	13,4	0	13	19,3
FEB	0,54	20,7	21,8	74	27,6	17,5	33,1	---	13	0	12	19,4
MAR	0,53	17,2	19,9	77	25,6	15,8	31,1	---	11,3	0	12	17,9
ABR	0,53	12,8	16,5	80	22,2	12,4	27,7	---	7,9	45	11	15,5
MAY	0,5	9,5	13,4	83	18,6	9,7	24,1	---	5,2	143	11	13,3
JUN	0,47	7,6	10,3	86	15,1	6,9	20,6	---	2,4	231	12	11,3
JUL	0,46	8	9,8	86	14,8	6,8	20,3	44	<b>2,3</b>	254	12	11
AGO	0,49	10,9	10,7	81	16,1	7	21,6	---	2,5	226	12	10,9
SET	0,5	14,7	13,1	79	18,4	8,8	23,9	---	4,3	147	13	12
OCT	0,51	18,5	15,4	79	20,8	11,4	26,3	---	6,9	81	14	13,9
NOV	0,54	22,4	18,5	76	24	13,8	29,5	---	9,3	0	13	16,4
DIC	0,55	24	21,1	72	27	16,4	32,5	---	11,9	0	14	17,9
Anual	0,52	15,8	16,1	79	21,6	12	---	---	---	<b>1127</b>	12	14,9

**Tabla 12:** Datos de radiación solar total (directa+difusa+reflejada) para la ciudad de La Plata.

hora	Horizontal	Sur	SE	Este	NE	Norte	NO	Oeste	SE
6	141	146	370	407	289	51	51	51	51
7	300	151	382	453	367	109	109	109	109
8	449	163	376	472	420	170	163	163	163
9	577	210	353	462	444	259	210	210	210
10	675	245	313	423	438	327	245	245	245
11	736	268	268	360	402	370	268	268	268
12	757	275	275	275	338	384	338	275	275
13	736	268	268	268	268	370	402	360	268
14	675	245	245	245	245	327	438	423	313
15	577	210	210	210	210	259	444	462	353
16	449	163	163	163	163	170	420	472	376
17	300	151	109	109	109	109	367	453	382
18	141	146	51	51	51	51	289	407	370
Total diaria W/m <sup>2</sup>	6523	2749	3519	4040	3825	2963	3825	4040	3519
idem MJ/m <sup>2</sup> dia	23,48	9,9	12,67	14,54	13,77	10,67	13,77	14,54	12,67

### 3.1. INSTRUCCIONES A SEGUIR

- A. La estimación de la carga de refrigeración lograda con este procedimiento es apropiada para lograr condiciones de confort mediante acondicionadores de aire, siempre y cuando en el recinto acondicionado no se requieran condiciones especiales y particulares de temperatura y humedad.
- B. El cálculo realizado con este procedimiento se basa en considerar una temperatura exterior de diseño según normas y obtener la humedad relativa exterior de diseño mediante el diagrama psicrométrico. Se marca el punto correspondiente a la temperatura media del mes más cálido y la humedad relativa media. Luego se traza una línea a humedad absoluta constante. Sobre la línea se marca la temperatura máxima de diseño que se obtiene sumando 5,5°C a la temperatura máxima media. Puede obtenerse así la humedad relativa para este punto extremo de diseño que será bastante menor a la humedad relativa media.
- C. La numeración de los párrafos siguientes corresponde a la numeración de los apartados que figuran en las planillas de cálculo.
- i) Multiplicar los metros cuadrados de superficie de ventanas, en cada una de las orientaciones, por el factor correspondiente. Como superficie de ventana se tomará la correspondiente al hueco de la pared donde esté instalada. Para ventanas no expuestas directamente al sol, bien por estar a la sombra, bien por estar protegidas por toldos o marquesinas exteriores, bien por tener toldos al exterior o visillos en el interior, úsese el factor "Toldos al exterior". En el factor "Cristal único", se incluyen todos los tipos de ventanas provistas de un solo vidrio, y en el de "Doble cristal", se incluyen aquellas que provistas de dos cristales dejan entre ambos una pequeña cámara de aire; también se incluyen en este tipo las formadas por losetas de vidrio. En la columna derecha del apartado 1 deberá ponerse solamente un número, y éste representará exclusivamente la orientación o fachada de mayor carga calorífica.
  - ii) Multiplicar los metros cuadrados de superficie de todas las ventanas de la habitación o recinto por el factor correspondiente.
  - iii) Multiplicar la longitud (metros lineales) de todas las paredes expuestas al exterior por el correspondiente factor. Las puertas deberán considerarse como si fueran parte de la pared. Las paredes cuya superficie esté orientada al norte se calcularán separadamente de las paredes orientadas a otras direcciones. Las paredes que estén permanentemente a la sombra por hallarse protegidas por otros edificios, se considerarán como paredes expuestas al norte. Los árboles y demás arbustos no se consideran como agentes productores de sombras permanentes. Si las paredes corresponden a locales acondicionados, no se considera este apartado. Una pared sin aislamiento, esté construida de albañilería o H<sup>o</sup>A<sup>o</sup>, de menos de 20 centímetros de espesor, se considera a los efectos de este impreso como "Construcción ligera". Una pared aislada de más de 20 centímetros de espesor, se considera como "Construcción pesada".
  - iv) Multiplicar la longitud total (metros lineales) de las paredes interiores que separan el recinto acondicionado del que queda sin acondicionar por el factor dado.
  - v) Multiplicar el total de metros cuadrados de techo por el factor dado para cada tipo de construcción (ligera o pesada, según se indica en 3a). Úsese una línea solamente. Si el piso o techo corresponden a locales acondicionados, no se considera este apartado.
  - vi) Multiplicar los metros cuadrados de suelo por el factor dado. Omitir este apartado si el suelo está directamente sobre terreno.
  - vii) Multiplicar el número de personas que normalmente van a ocupar el recinto acondicionado por el factor

dato. Como mínimo hay que considerar dos personas.

- viii) Determinar en vatios la potencia total absorbida por la iluminación y equipo eléctrico restante que haya en el recinto acondicionado. No debe tenerse en cuenta la potencia absorbida por el acondicionador que se va a instalar. Multiplicar el número total de vatios por el factor dado.
- ix) Multiplicar el ancho total (metros lineales) de puertas o arcos que, estando continuamente abiertos, comunican el recinto acondicionado con el que está sin acondicionar por el factor dado.

NOTA: Cuando el ancho total (metros lineales de puertas o arcos) es superior a 1,5 metros, la carga real de calor puede exceder del valor calculado. En este caso, ambos espacios comunicados por puertas ó arcos en cuestión deberán considerarse como un solo local, y habrá que calcular la capacidad de refrigeración necesaria teniendo en cuenta las nuevas dimensiones.

- x) Sumar los ocho apartados anteriores.
- xi) Multiplicar la CARGA BASE DE CALCULO obtenida en el apartado ix por el factor de corrección que corresponda, según se deduce del mapa. El resultado obtenido es el TOTAL DE LA CARGA DE REFRIGERACIÓN EN FRIGORÍAS/HORA.

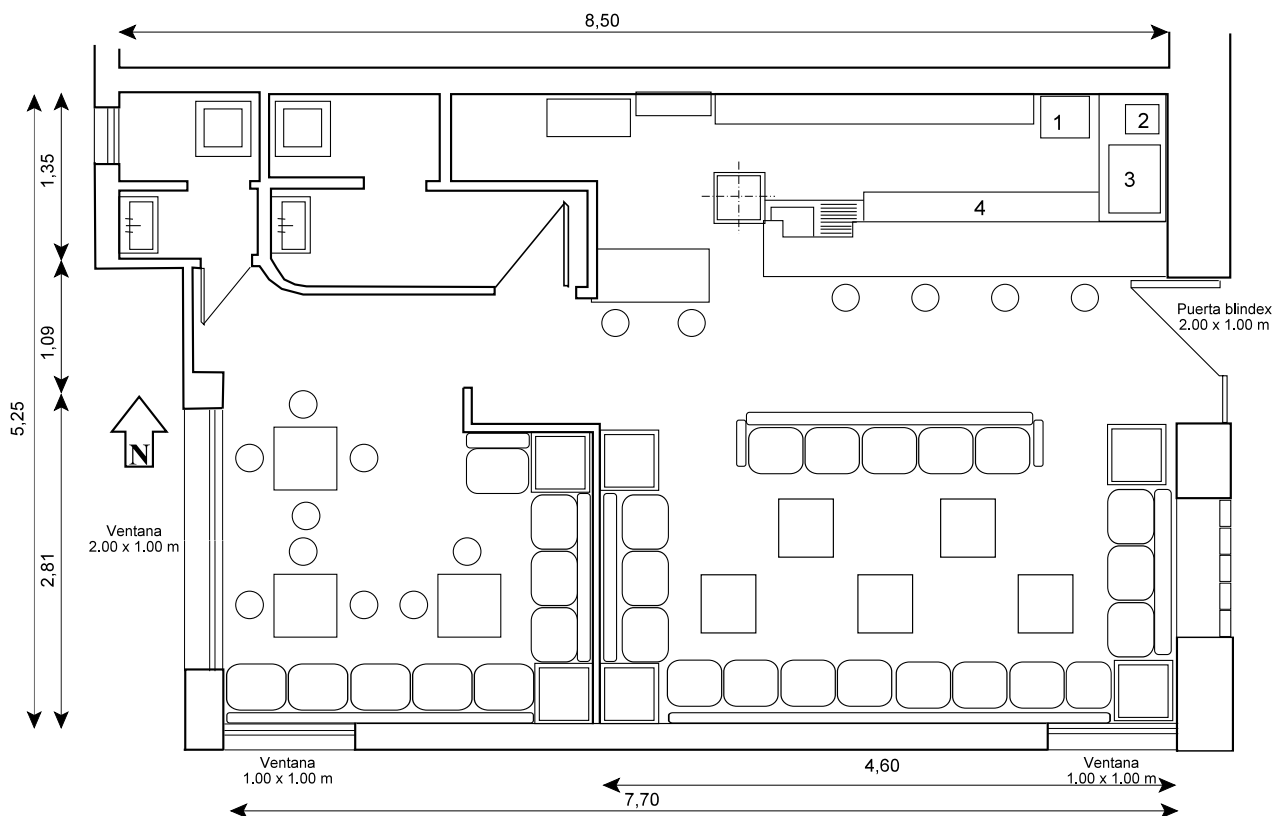
Para obtener los mejores resultados, debe seleccionarse el acondicionador o acondicionadores a instalar de forma que su potencia se aproxime lo más posible a la carga de refrigeración obtenida. En general, un acondicionador de potencia sensiblemente superior a la calculada trabajará intermitentemente; teniendo tiempos de parada bastante largos, dará un resultado mucho menos satisfactorio que una unidad (o varias) más pequeñas, de potencia igual a la calculada, pues ésta (o éstas) tendrá unos tiempos de parada más reducidos, logrando deshumidificar mejor el aire.

**4. EJEMPLO:**

Como ejemplo práctico de aplicación de esta última hoja de cálculo, vamos a realizar, paso a paso un caso concreto. Se trata de un bar donde se reúnen todas aquellas facetas más comunes en una instalación a calcular. Sus dimensiones se indican en la figura 4.

**4.1. DATOS DE PARTIDA**

Como ya indicábamos anteriormente nos es necesario conocer el mayor número de datos acerca del local. Sus características son:



Las paredes exteriores, de ladrillo de 20 cm. La altura del local de 3 m con cielorraso. Sobre el bar hay un ático por donde se piensa efectuar la distribución de conductos.

Está ventilado bajo techo plano aislado con pared de fibra de vidrio de 5 cm acoplado al cielo raso, siendo el techo del ático de yeso acústico con metal desplegado. La temperatura normal de este ático es de 52°C para las condiciones exteriores que señalaremos.

El suelo es de mosaicos sobre losa de hormigón sobre el terreno. Las dependencias contiguas las supondremos a 31,5°C, no considerándolos en el cálculo de cargas ya que no se quieren acondicionar. Hemos fijado las siguientes condiciones de humedad y temperatura:

En el interior	Temperatura seca. . . . .	26,5 °C
	Temperatura húmeda. . . . .	19 °C
	Humedad relativa. . . . .	50 %
En el exterior	Temperatura seca. . . . .	40 °C
	Temperatura húmeda. . . . .	29 °C
	Humedad relativa. . . . .	44 %

En la pared este hay una puerta de cristal de 5 mm de 2,5 x 1 m y un ventanal de ladrillo de vidrio de 1 x 2 m. La pared norte es contigua a un local sin climatizar. La pared sur tiene dos ventanas de cristal simple de 1 x 1 m. En la pared oeste hay una ventana de cristal de 2 x 1 m.

El número de ocupantes del local se estima que será en las horas punta de 50 personas, considerándose que la actividad a desarrollar por todas ellas es ligera. Esta hora punta será las 14 horas. La iluminación del local tiene un consumo total de 1.600 vatios. Tenemos un anafe de dos hornallas y una máquina de hacer café de un total de 600 vatios por unidad, un calentador de leche de 20 litros de capacidad y unos motores en las cámaras frigoríficas con un total de 1,5 Kw.

Es recomendado para un bar una aportación de aire exterior para ventilación de 30 m3/h por persona lo que representa un total de 1.500 metros cúbicos por hora de aire exterior.

4.2. Comenzamos el cálculo: Al final del mismo indicaremos de dónde se pueden obtener los valores. El equipo necesario para acondicionar el local será capaz de dar 25.000 frigorías por hora o bien dos o más unidades cuya suma de potencias sea la requerida.

Para calefacción el cálculo será idéntico. Es decir, buscar los coeficientes de transmisión, multiplicar por la superficie de paredes, suelos, ventanas, etc. y por la diferencia de temperaturas entre exterior e interior, considerando el mismo volumen de aire.

4.3. *COEFICIENTES EMPLEADOS*

- Coeficiente de transmisión (K): Vidrio simple= 5,8 W/m<sup>2</sup>.K; Pared interior 10 cm ladrillo y placa de yeso: 2,35 W/m<sup>2</sup> .K; Pared de 20 cm de ladrillo revocado en ambas caras sin aislación= 2,3 W/m<sup>2</sup>.K; Techo con 5 cm de aislación y cielorraso de yeso= 0,60 W/m<sup>2</sup>.K
- Ocupantes en actividad ligera, sentados o quietos para temperaturas ambiente de 15 a 35°C: Calor sensible: 65 W. Calor latente: 46 W. Humedad producida: 71 g/h. Máquina de hacer café: Calor sensible: 261 W. Calor latente: 64 W. Motor de 1,5 Kw: 1,5 Kw x 998 W = 1497 W..
- Ganancias de calor por radiación solar para vidrios y ventanas: Hora solar: las 14 con latitud 35° Sur en orientación oeste 246 W/m<sup>2</sup>.

NOTA: Para la determinación de los distintos coeficientes de transmisión y factores a tener en cuenta en el cálculo, consultar las Normas IRAM 11601, 11603, 11604 y 11605 o los trabajos prácticos de nivel 1 que contienen una síntesis de tablas y valores normalizados. En su defecto consultar la Norma IRAM 11659-1/2 sobre Ahorro de Energía en Refrigeración que se crea a partir de una propuesta elevada desde la cátedra.

**USO DE LA PLANILLA DE CÁLCULO**

CARACTERÍSTICAS DEL PUB					
Longitud	8,5	m	W= (We - Wi)	9,7	g /Kg
Ancho	5,25	m	Temperatura interior	26,5	°C
Altura	3	m	Humedad interior	50	%
Superficie	44,63	m <sup>2</sup>	Temperatura Exterior	40	°C
Volumen	133	m <sup>3</sup>	Humedad Interior	44	%
W interior	10,9	g /Kg	t = (te - ti)	13,5	°C
W exterior	20,6	g /Kg			

i) Carga térmica por conducción a través de la envolvente Q <sub>c</sub>					
Nº	Designación y material	área total m <sup>2</sup>	K W/m <sup>2</sup> .K	t °C	q <sub>c</sub> W
1	Pared norte (interior ladrillo)	25,5	2,15	5	274
2	Pared sur: Ladrillo + yeso	23,1	2,3	13,5	717
3	Ventanas	2	5,6	13,5	151
4	Pared Este: Ladrillo + yeso	11,2	2,3	13,5	348
5	Ladrillo vidrio	2	2,5	13,5	67
6	Puerta	2,5	5,6	13,5	189
7	Pared oeste: Ladrillo + yeso	16	2,3	13,5	497
8	Ventanas	2	5,6	13,5	151
9	Techo (aislación + yeso suspendido)	45	0,6	25,5	688
10	Piso (losa sobre suelo natural)	--	--	--	---
Carga térmica por conducción a través de la envolvente Q <sub>c</sub> (i)					2394

ii) Carga térmica solar Q <sub>s</sub>					
<p>Paredes y techos son despreciados frente a otras cargas mayores como las superficies vidriadas cuando estas poseen aislamiento térmico liviano (lana de vidrio, poliestireno expandido o poliuretano expandido).</p> <p><b>I<sub>s</sub></b> (W/m<sup>2</sup>) es la irradiación solar sobre el plano. Se consignan valores orientativos o puede usarse el programa Radiac2 (<a href="http://www.arquinstal.com.ar/bioclim/radiac2.exe">http://www.arquinstal.com.ar/bioclim/radiac2.exe</a>) para calcularlo en cualquier latitud, orientación y pendiente. El programa puede descargarse o ejecutarse desde web. F<sub>ES</sub> es el factor de exposición solar (Tabla 5)</p>					
Orientación	Plano vidriado	Sup. m <sup>2</sup>	I <sub>s</sub> (W/m <sup>2</sup> )	F <sub>ES</sub>	q <sub>s</sub> (W)
Norte	-----	---	302	1	---
Oeste	vidrio simple	2	315	1	630
Sur	vidrio simple	2	44	1	88
Este	puerta blindex + bloques vidrio	4,5	44	1	198
Carga térmica solar Q <sub>s</sub> (ii)					916
TOTAL CALOR SENSIBLE EXTERNO = (i + ii)					3310

iii) Carga térmica por fuentes internas Q <sub>o</sub>	cantidad	Factor	q <sub>o</sub> (W)
Ocupantes (cantidad)	50	65	3250
Iluminación (potencia en W)	1600 W	0	1600
Equip 1: motor	1,5 KW	996	1497

Equip 2: Calentador de leche 20 litros	1	850	850
Equip 3: Máquina café	1	261	261
Equip 4:	---	---	---
Equip 5:	---	---	---
Carga térmica por fuentes internas $Q_o$ (iii)			7458
<b>iv) Carga térmica por conductos = 4% del interior + exterior</b>			431
<b>CARGA TÉRMICA SENSIBLE INTERNA = iii + iv</b>			7889
<b>v) Carga térmica por ventilación sensible <math>Q_a = CAR \times 0,25 \times t</math></b> Donde: CAR = Cantidad Aire Renovar = $= N_{pers} \times \text{caudal aire [m}^3/\text{h /pers]} = 50 \text{ pers} \times 30 \text{ m}^3/\text{h/pers} = 1500 \text{ m}^3/\text{h}$			
CSAext = $1500 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,25 \times 13,5 \text{ }^\circ\text{C} =$			5062
<b>CARGA TOTAL DE CALOR SENSIBLE</b>			<b>W</b>
Carga térmica sensible externa			3310
Carga térmica sensible interna			7889
Carga térmica sensible por ventilación			5062
TOTAL sensible (W)			16261

CARGA TÉRMICA POR CALOR LATENTE			
vi) Carga térmica por fuentes internas $Q_o$	Unidad	Coeficiente	W
Ocupantes (cantidad)	50	46	2300
Equip 1: Calentador de leche	1	580	580
Equip 2: Máquinas de café	1	64	64
Equip 3:			
Total Calor Latente interno			2944
<b>vii) Carga térmica por ventilación latente <math>Q_a = CAR \times 0,61 \times w</math></b>			<b>W</b>
CLAext = $1500 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,61 \times 9,7 \text{ gr/Kg} =$			8875
<b>CARGA TOTAL DE CALOR LATENTE = vi + vii</b>			<b>W</b>
Carga térmica por fuentes internas			2944
Carga térmica por ventilación latente			8875
TOTAL latente (W)			11819

TOTAL CARGA DE REFRIGERACIÓN		
TOTAL SENSIBLE	16261	W
TOTAL LATENTE	11849	W
TOTAL	28080	W
TOTAL en Tn refrigeración = Total (W) / 3480	8,07	Tn

		%	Posibilidad de reducción carga térmica
Calor Sensible Externo	3310	11,8	SI (aislamiento térmico + sombreado)
Calor Sensible Interno	7889	28,1	SI (tipo iluminación + ventilación)
Calor Sensible del Aire exterior	5062	18	POCO
Calor latente interno	2944	10,5	POCO (Ventilación + sectorización)
Calor latente externo	8875	31,6	POCO (no fumar reduciendo ingreso aire limpio)
<b>TOTAL</b>	<b>28080</b>	<b>100</b>	

Con este cuadro síntesis puede revisarse el balance térmico para ver donde pueden aplicarse medidas de DAC tendentes a reducir las necesidades de refrigeración.

El LAyHS - Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable se encuentra trabajando en un modelo de ahorro de energía en refrigeración de edificios que ha rendido resultados parciales que permitieron la creación de las Normas IRAM 11659-1 y 11659-2. El último caso corresponde al caso viviendas y ya disponemos de valores admisibles para tres tipos: vivienda unifamiliar, viviendas agrupadas en bloque y viviendas agrupadas en torre. En la figura se muestran los valores admisibles para tipología torre similar al caso que están analizando.

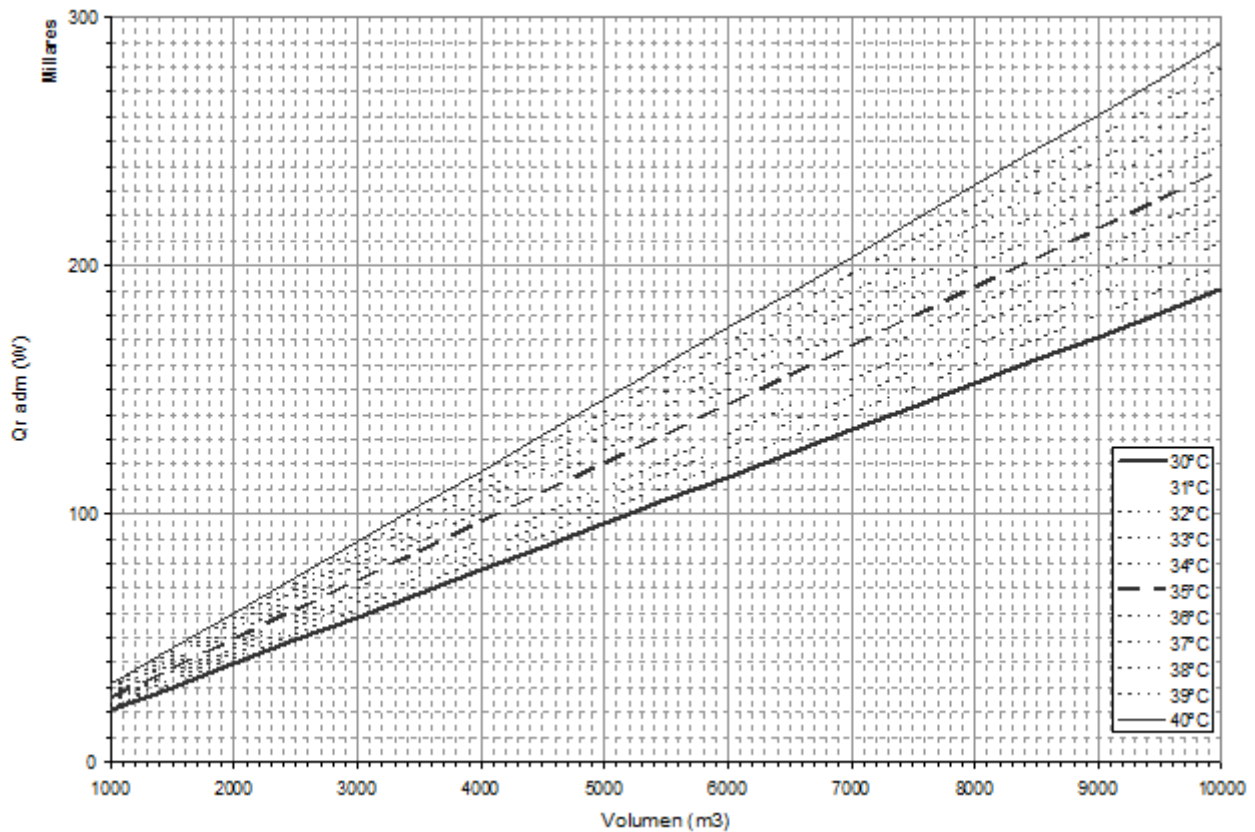


Figura 3: Curvas de  $Q_{R adm}$  para departamentos y edificios tipo torre.

Siguiendo el esquema del presente trabajo práctico calcular la carga térmica de verano para una unidad habitacional, caso edificio de viviendas y planta tipo de oficinas. En el caso de viviendas verificar el cumplimiento del Esq 6 de Norma IRAM 11659-2 con la figura 3. Utilizar la planilla de cálculo adjunta y las copias que necesite para su edificio.

## PLANILLA DE CÁLCULO

CARACTERÍSTICAS DEL PISO					
Longitud		m	Temperatura interior		°C
Ancho		m	Humedad interior		%
Altura		m	Temperatura Exterior		°C
Superficie		m <sup>2</sup>	Humedad Interior		%
Volumen		m <sup>3</sup>	t (te - ti)		°C
W interior		g /Kg			
W exterior		g /Kg			
w (we - wi )		g /Kg			

i) Carga térmica por conducción a través de la envolvente $Q_c$					
Nº	Designación y material	área total m <sup>2</sup>	$K$ W/m <sup>2</sup> .K	t °C	$q_c$ W
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
Carga térmica por conducción a través de la envolvente $Q_c$ (i)					

ii) Carga térmica solar $Q_s$					
Paredes y techos son despreciados frente a otras cargas mayores como las superficies vidriadas cuando estas poseen aislamiento térmico liviano (lana de vidrio, poliestireno expandido o poliuretano expandido). $I_s$ (W/m <sup>2</sup> ) es la irradiación solar sobre el plano. Se consignan valores orientativos o puede usarse el programa Radiac2 ( <a href="http://www.arquinstal.com.ar/bioclim/radiac2.exe">http://www.arquinstal.com.ar/bioclim/radiac2.exe</a> ) para calcularlo en cualquier latitud, orientación y pendiente. El programa puede descargarse o ejecutarse desde web. $F_{ES}$ es el factor de exposición solar (Tabla 5)					
Orientación	Plano vidriado	Sup. m <sup>2</sup>	$I_s$ (W/m <sup>2</sup> )	$F_{ES}$	$q_s$ (W)
Carga térmica solar $Q_s$ (ii)					
TOTAL CALOR SENSIBLE EXTERNO = (i + ii)					



iii) Carga térmica por fuentes internas $Q_o$	cantidad	Factor	$q_o$ (W)
Ocupantes (cantidad)			
Iluminación (potencia en W)			
Equip 1:			
Equip 2:			
Equip 3:			
Equip 4:			
Equip 5:			
Carga térmica por fuentes internas $Q_o$ (iii)			
iv) Carga térmica por conductos = 4% del interior + exterior			
CARGA TÉRMICA SENSIBLE INTERNA = iii + iv			
v) Carga térmica por ventilación sensible $Q_a = CAR \times 0,25 \times t$ Donde: CAR = Cantidad Aire Renovar = $= N_{pers} \times \text{caudal aire [m}^3/\text{h /pers]} = \_\_ \_\_ \text{ pers} \times \_\_ \text{ m}^3/\text{h/pers} = \_\_ \_\_ \text{ m}^3/\text{h}$			
CSAext = $\_\_ \_\_ \text{ m}^3/\text{h} \times 0,25 \times \_\_ \_\_ \text{ }^\circ\text{C} =$			
<b>CARGA TOTAL DE CALOR SENSIBLE</b>			<b>W</b>
Carga térmica sensible externa			
Carga térmica sensible interna			
Carga térmica sensible por ventilación			
TOTAL sensible (W)			

CARGA TÉRMICA POR CALOR LATENTE			
vi) Carga térmica por fuentes internas $Q_o$	Unidad	Coeficiente	W
Ocupantes (cantidad)			
Equip 1:			
Equip 2:			
Equip 3:			
Total Calor Latente interno			
vii) Carga térmica por ventilación latente $Q_a = CAR \times 0,61 \times w$			W
CLAext = $\_\_ \_\_ \text{ m}^3/\text{h} \times 0,61 \times \_\_ \_\_ \text{ gr/Kg} =$			
<b>CARGA TOTAL DE CALOR LATENTE = vi + vii</b>			<b>W</b>
Carga térmica por fuentes internas			
Carga térmica por ventilación latente			
TOTAL latente (W)			

TOTAL CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN		
TOTAL SENSIBLE		W
TOTAL LATENTE		W
	TOTAL	W
TOTAL en Tn refrigeración = Total (W) / 3480		Tn

**CUADRO DE COMPARACIÓN**

PISO		%	Posibilidad de reducción carga térmica
Calor Sensible Externo			
Calor Sensible Interno			
Calor Sensible del Aire exterior			
Calor latente interno			
Calor latente externo			
TOTAL		100	