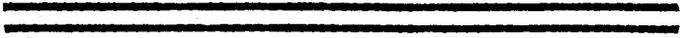


2ej 48

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



LAS INSTALACIONES PARA AIRE
ACONDICIONADO EN LOS EDIFICIOS

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A:

ERNESTO ALFREDO EGUIZA SALOMON



MEXICO, D. F.

SEPTIEMBRE DE 1981



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

INTRODUCCION

Page
I

CAPITULO 1 " VENTILACION NATURAL Y ARTIFICIAL "

1.1. Ventilación natural.	2
1.1.1. Ventilación espontánea.	3
1.1.2. Ventilación de ventana o de chimenea.	4
1.2. Ventilación artificial o mecánica.	6
1.2.1. Ventilación mecánica controlada.	6
1.2.2. Ventilación mecánica controlada con tratamiento de aire o Sistemas de Aire Acondicionado.	9

CAPITULO 2 " REGLAMENTACION "

2.1. Reglamento de construcciones para el Distrito Federal, (R.C.D.F. - 1976).	12
2.2. Reglamento de instalaciones sanitarias relativo a los edificios, (R.I.S.E. - 1964).	20
2.3. Normas de proyecto.	25

CAPITULO 3 " IMPUREZAS DEL AIRE "

	Pag.
3.1. Aire puro.	34
3.2. Impurezas.	35
3.2.1. Polvos.	35
3.2.2. Gérmenes.	37
3.2.3. Gases y vapores.	38
3.3. Relación con la salud.	40
3.4. Influencia del tamaño de las partículas de polvo en los filtros.	42
3.5. Otras características del aire.	43
3.5.1. La velocidad del aire.	44
3.5.2. El ruido.	45
3.5.3. La temperatura.	46
3.5.4. La humedad.	47

CAPITULO 4 " VENTILACION MECANICA. EQUIPO. INSTALACIONES NECESARIAS."

4.1. Sistemas de aire acondicionado.	51
4.1.1. Características generales.	51
4.2. Equipo necesario.	52
4.2.1. Filtros de aire.	
4.2.2. Lavadoras de aire.	54
4.2.3. Calentadores.	55
4.2.4. Equipos de refrigeración.	56

	Pag.
4.2.5. Ventiladores.	59
4.2.6. Ductos y aislamientos.	62
4.2.7. Difusores y rejillas.	62
4.2.8. Aparatos de control.	63
4.2.9. Tuberías y válvulas.	66
4.3. Instalaciones.	69
4.3.1. Por su funcionamiento.	68
4.3.2. Por la distribución del aire.	70
CAPITULO 5 " PROYECTO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO "	
5.1. Características del local.	75
5.1.1. Localización y orientación.	75
5.1.2. Dimensiones.	76
5.1.3. Condiciones climatológicas.	76
5.1.4. Tipo de ocupantes y uso.	77
5.1.5. Ventilación por Normas.	77
5.2. Cálculo de cargas térmicas exteriores.	78
5.2.1. Ganancias debidas a los cristales.	79
5.2.2. Ganancias debidas a los muros y techos.	82
5.2.3. Ganancias debidas a infiltración.	86
5.3. Cálculo de cargas térmicas interiores.	90
5.3.1. Ganancias por ocupantes.	90
5.3.2. Ganancias por alumbrado.	91

	Pag.
5.3.3. Ganancias por aparatos y/o equipos.	92
5.4. Carga total de refrigeración.	95
5.5. Otras características del acondicionamiento.	96
5.5.1. Porcentaje de calor sensible. (P.C.S.)	96
5.5.2. Temperatura de inyección.	
5.5.3. Cantidad de aire inyectado total.	96
5.5.4. Cantidad de aire deshumidificado. (C.A.D.)	97
5.5.5. Cantidad de aire no tratado. (C.A.N.T.) o de By-Pass.	99
5.5.6. Condiciones de entrada y salida del sistema.	99
5.6. Formas para el Cálculo de Cargas Térmicas Refrigeración - Calefacción y Otras Características del Acondicionamiento. Cálculo del proyecto en estudio.	99 103
5.7. Estimación empírica de la carga total de refrigeración.	106
5.8. Selección del sistema de aire acondicionado.	107
5.9. Distribución del aire.	

CAPITULO 6 " C O S T O S "

6.1. Costo del sistema seleccionado.	112
6.1.1. Costo de la unidad paquete.	113
6.1.2. Costo de la instalación.	113
6.1.3. Costo del equipo auxiliar.	113
6.1.4. Resumen de costos.	114

6.2. Términos de uso común en instalaciones de aire acondicionado.	Pag. 114
CAPITULO 7 " CONCLUSIONES "	119
BIBLIOGRAFIA	123

Introducción

El objeto de este trabajo es analizar los principios fundamentales y consideraciones referentes a los sistemas de aire acondicionado, así como su reglamentación y el método de diseño.

El proceso de acondicionamiento del aire, consiste en -- tratarlo y controlar su limpieza, temperatura, humedad, distribución y velocidad dentro del edificio, para alcanzar condiciones de confort y salud en los ocupantes.

En la historia del acondicionamiento, los primeros intentos son las estufas de piedra con que buscaban calentar el aire, pero en el siglo XIX fueron desplazadas por estufas de mampostería y caloríferos.

Al cabo del siglo XIX, los estudios referentes a la higiene alcanzan grandes progresos, (Max von Petterkofer 1819 - 1901), desarrollandose las investigaciones sobre la renovación del aire, humedad, limpieza y contenido de gas en él, (excala de ácido carbónico). El conocimiento de la electrotécnica -- da origen al uso de ventiladores accionados por motores de corriente continua, para la ventilación y calefacción de grandes locales. Alrededor de 1890, se introduce la humidificación del aire usando grandes cubas de agua calentada por vapor; poco más tarde tiene lugar la pulverización del agua por medio de toberas dando principio la técnica de la climatización. A principio del presente siglo, W . Carrier (1876-1950), precursor de la técnica de la climatización, fabricó en Estados Unidos el primer sistema

de acondicionamiento de aire construido en caja de chapa con ba
tería de precalentamiento, humidificador y batería de postcalen
tamiento; en ese tiempo aparecen también los primeros tipos de
regulación neumática y eléctrica de temperatura y humedad.

La técnica del acondicionamiento experimenta un gran in-
cremento a partir de 1920, usándose ya instalaciones centraliza-
das para el confort de teatros, cines, oficinas, salas de confe-
rencias y otros establecimientos. Se usaron también por vez pri-
mera las máquinas frigoríficas de amoníaco o ácido carbónico co-
mo medios refrigerantes para el enfriamiento y deshumidificación
del aire.

A partir de 1930 se comienzan a construir unidades tipo
paquete en donde se montan todos los componentes necesarios pa-
ra el tratamiento de aire, así como las unidades ventana y se -
empieza a usar el Freón como medio refrigerante.

Después del año 1945, la climatización tiene un auge rá-
pido introduciéndose nuevos conceptos y técnicas como las que -
se desarrollan en este texto.

C A P I T U L O 1

" VENTILACION NATURAL Y ARTIFICIAL "

Entendemos por ventilación la acción y efecto de renovar el aire de un aposento o lugar al establecerse una corriente, - esta ventilación puede ser producida en forma natural y/o artificial o mecánica. A continuación trataré cada uno de estos -- dos casos en forma independiente por lo que daré en llamarles: Ventilación Natural y Ventilación Artificial o Mecánica.

1.1 VENTILACION NATURAL.

La Ventilación Natural, es decir la renovación del aire al establecerse una corriente en forma natural, puede deberse - al efecto del viento o por la diferencia de temperatura existen te entre el interior y el exterior del local, en este tipo de - ventilación sin preparación del aire encontramos algunos inconvenientes debido a la espontaneidad del sistema, se distinguen:

- 1) La imposibilidad de mantener en forma regular la re-- novación del aire durante largo tiempo y en las distintas épo-- cas del año.
- 2) Las renovaciones del aire dependen del grado de estan-- queidad de las habitaciones y de las condiciones atmosféricas.

Debido a estos inconvenientes de la ventilación natural es necesario aprovechar las características y relaciones del -- exterior o interior de los locales, tales como, diferencia de -

temperatura y velocidad del viento, así también desarrollar -- diseños de ventanas y puertas que propicien la autoventilación.

La diferencia de temperaturas en un local da lugar a dos zonas, una de ligera sobrepresión, (partes altas con aire ca--- liente), y otra de depresión, (partes bajas con aire más frío), con referencia al exterior. (Fig. 1.1.)

Perfil de un local

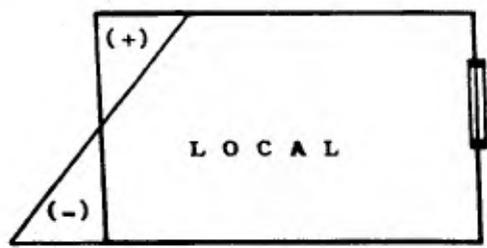


Fig. 1.1

Representación esquemática de las zonas de sobre-presión (+) y de depresión (-).

1.1.1. VENTILACION ESPONTANEA.

De acuerdo a lo anterior podemos decir que existe una -- ventilación espontánea debida principalmente a la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior, ocurriendo que -- mientras en el exterior la temperatura es más fría por la densi dad del aire penetrará al local por las partes más bajas y ascen derá sustituyendo al aire caliente, esto sucede a través de las juntas de las ventanas y puertas. Es problemático en periodos de igual temperatura exterior e interior, así como en invierno

cuando funciona la calefacción, ya que aumenta considerablemente el volumen de aire caliente extraído.

1.1.2. VENTILACION DE VENTANA O DE CHIMENEA.

Otro tipo de ventilación natural es la ocasionada al abrir las ventanas o por medio de chimeneas, en el que el principal factor es el viento.

Si el aire exterior es más frío que en el interior y con viento en calma, tiene lugar una entrada de aire por la parte inferior de la ventana y una salida por la parte superior. La contraposición de ventanas hace inevitables las corrientes de aire.

Los diferentes tipos de ventanas prorician así mismo distintos tipos de ventilación, por ejemplo: en las ventanas basculares, (Fig. 1.2.), el aire caliente sale por ellas, mientras que el aire exterior más frío entra por las juntas de las ventanas y puertas y por las demás aberturas inferiores, ya que generalmente estas ventanas están en las partes superiores. Las ventanas de tipo batiente, (Fig. 1.3.), son difícilmente controlables en cuanto a su abertura, ocasionando fuertes corrientes de aire y dando lugar a que se azoten las ventanas por el efecto del viento. La mejor ventilación se logra con ventanas corredizas, (Fig. 1.4.), en las que se puede regular la abertura ajustándose a la necesidad de ventilación y a la velo-

cidad del viento.



Fig. 1.2

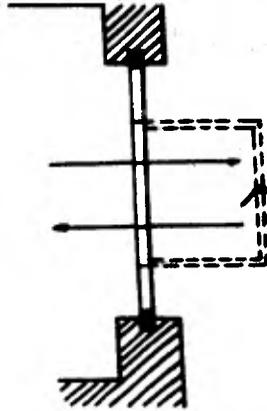


Fig. 1.3

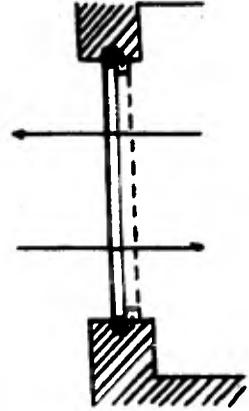


Fig. 1.4

El efecto de chimenea es aquel que ayuda a evacuar el - aire caliente de la zona de sobrepresión, y puede aumentarse - su eficiencia colocando algunas aberturas inferiores en el lo- cal para propiciar el paso del aire exterior y la corriente de aire.

Los inconvenientes de la ventilación natural han induci- do a la creación de sistemas más eficientes y controlables que permitan mantener las habitaciones bajo condiciones de ventila- ción y clima deseados, esto ha dado lugar a la llamada Ventila- ción Artificial o Mecánica.

1.2. VENTILACION ARTIFICIAL O MECANICA.

La renovación del aire en un local estableciendo una -- corriente no natural y con ayuda de un ventilador da lugar a -- una Ventilación Mecánica o Artificial, la cual puede ser con-- trolada.

Cuando a la ventilación artificial se le añaden instala ciones para el tratamiento de aire, tales como, calefacción -- y/o refrigeración, humidificación, deshumectación, etc., esta-- mos creando un Sistema de Aire Acondicionado.

Con el fin de distinguir dichas instalaciones, podríamos clasificarlas de la siguiente manera:

- Instalaciones de Ventilación Mecánica Controlada.
- Instalaciones de Ventilación Mecánica Controlada con Tratamiento de Aire o Sistemas de Aire Acondiciona-- do.

1.2.1. VENTILACION MECANICA CONTROLADA.

Esta renovación de aire dada por ventiladores puede ser, en términos generales de tres tipos:

- Ventilación por Impulsión.- El aire fresco es trans portado al interior del local.
- Ventilación por Extracción.- El aire caliente o usa

do de la habitación es evacuado fuera de ella.

--- Ventilación por Impulsión y Extracción. El aire exterior es introducido al local por medio de un ventilador de impulsión y es aspirado con un ventilador de extracción.

VENTILACION POR IMPULSION.

En este tipo de ventilación se aspira el aire del exterior y lo transporta a los lugares a ventilar; la salida del aire se realiza a través de las ventanas, puertas u otros orificios. Estas instalaciones producen por tanto una sobrepresión con lo que se evita la afluencia de aire no deseado.

Este tipo de ventilación es exclusivo para locales en donde el enrarecimiento del aire no es muy fuerte y pueda salir fácilmente. Por ejemplo, es útil para oficinas, talleres, salas de exposición, tiendas.

Los elementos principales de este tipo son: ventilador de impulsión con motor, filtro de polvo y eventualmente de distribución.

VENTILACION POR EXTRACCION.

Es cuando el aire del local es aspirado por medio de un ventilador de extracción y se expulsa al aire libre.

Esta extracción de aire propiciará una afluencia de aire nuevo del exterior al local por medio de las ventanas o puertas. Es recomendable este tipo de ventilación en cocinas, ya que la extracción de aire viciado evita su expansión, así como en pequeños locales con enrarecimiento del aire por gases, polvos, vahos, calor y olores, además de las cocinas tenemos: laboratorios, salas de transformadores, salas de acumuladores, cines, etc..

Es de considerarse una buena proyección de ventanas y --- puertas para evitar las corrientes de aire, y el no contaminar otros locales o el ambiente.

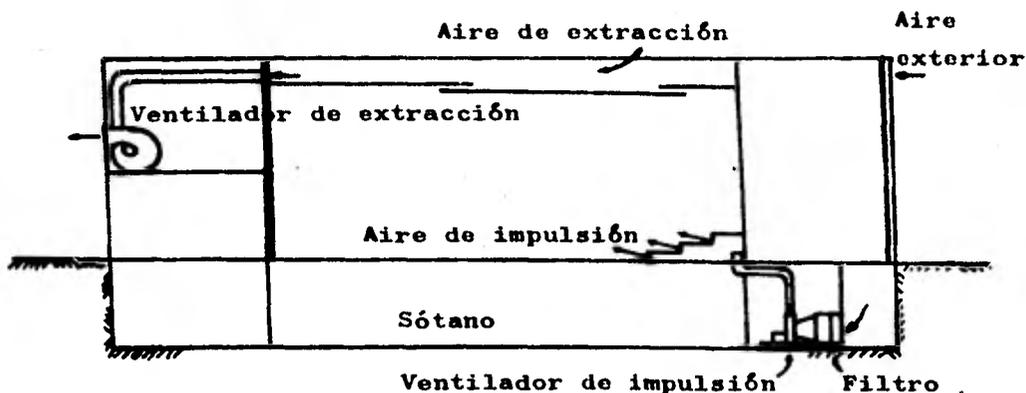
Para la instalación se requiere de un extractor con motor y conductos de extracción y de expulsión.

VENTILACION POR IMPULSION Y EXTRACCION.

La ventilación más completa se logra por medio de este tipo. En que por un lado se extrae el aire enrarecido y por -- otro se introduce aire nuevo, más aún es necesaria esta ventilación para locales de grandes dimensiones, como pueden ser: teatros, cines, restaurantes, talleres, etc.

El equipo empleado para este tipo de instalaciones es -- mas completo ya que comprende los elementos de la ventilación por impulsión y por extracción, además un sistema de ductos --

más refinado, con rejillas de entrada y salida de aire. (Fig. - 1.5).



**Instalaciones de ventilación por impulsión y extracción
para una sala o local de espectáculos.**

Fig. 1.5

1.2.2. VENTILACION MECANICA CONTROLADA CON TRATAMIENTO DE AIRE O SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO.

En estas instalaciones se mantienen los valores prescritos de la temperatura y humedad del aire dados para cada local según sus características, así como para cada actividad.

Este tipo de ventilación mecánica controlada y con tra-

tamiento de aire, llamado Sistema de Aire Acondicionado, consiste en admitir en cada habitación un volumen de aire exterior sensiblemente constante, de acuerdo con las condiciones requeridas sin importar las condiciones atmosféricas.

Tres capítulos más adelante trataremos ampliamente lo relacionado con este tipo de sistemas.

C A P I T U L O 2

" REGLAMENTACION "

Respecto a la reglamentación podemos decir que tanto en el Distrito Federal como en el interior de la República, las normas que rigen con respecto a la Ventilación ya sea Natural o Artificial y sobre su forma de instalarse son las contenidas en:

--- REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL. (R.C.D.F. - 1976)

--- REGLAMENTO DE INSTALACIONES SANITARIAS RELATIVO A EDIFICIOS. (R.I.S.E. - 1964)

En los Reglamentos encontramos las disposiciones relativas a la Ventilación de un local, según su uso, pero se refieren casi exclusivamente a la Ventilación Natural y en forma muy escueta a la Ventilación Artificial. Las disposiciones, recomendaciones y requisitos de diseño se encuentran más bien en las Normas de Proyecto, las que serán tratadas a través del trabajo.

En los párrafos siguientes transcribiremos los artículos referentes a la Ventilación Natural o a la Artificial contenidos en los reglamentos mencionados.

2.1. REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL.

(R.C.D.F. - 1976)

TITULO TERCERO.

Proyecto Arquitectónico.

CAPITULO XI.

Espacios sin Construir.

ARTICULO 73.- DIMENSIONES DE LOS PATIOS DE ILUMINACION Y VENTILACION.

I.- Los patios para dar iluminación y ventilación naturales tendrán las siguientes dimensiones mínimas en relación con la altura de los paramentos verticales que los limiten.

a) Para piezas habitables, comercios y oficinas:

Con altura hasta:	Dimensión mínima:
-	-
4.00 m.	2.50 m.
8.00 m.	3.25 m.
12.00 m.	4.00 m.

En caso de alturas mayores, la dimensión mínima del patio deberá ser igual a la tercera parte de la altura total del paramento vertical que lo limite. Si esta altura es variable - tomará el promedio.

b) Para otras piezas no habitables:

Con altura hasta:	Dimensión mínima:
4.00 m.	2.00 m.
8.00 m.	2.25 m.
12.00 m.	2.50 m.

En el caso de alturas mayores, la dimensión mínima del patio deberá ser equivalente a la quinta parte de la altura total del paramento vertical que lo limite. Si esta altura es variable tomará el promedio.

II.- Se permitirán las siguientes tolerancias en las dimensiones mínimas de los patios indicados en la fracción I de este artículo en los casos que a continuación se citan:

a) Se autorizará la reducción hasta de un 15% en la dimensión mínima del patio en el sentido de la orientación Este-Oeste y hasta una desviación de 45° sobre esta línea, siempre y cuando en el sentido transversal se incremente, cuando menos, en un 20% la dimensión mínima correspondiente;

b) En cualquier otra orientación se autorizará la reducción hasta de un 15% en una de las dimensiones mínimas del patio siempre y cuando la dimensión opuesta tenga por lo menos -- vez y media la mínima correspondiente:

c) En el sentido perpendicular a los paños en que existan muros ciegos o ventanos de piezas no habitables, se autori-

zará la reducción hasta de un 15% en la dimensión mínima del patio, siempre y cuando en el otro sentido se incremente cuando menos en un 20% la dimensión mínima correspondiente, y

d) En los patios exteriores cuyo lado menor esté abierto a la vía pública, se aplicarán las normas consignadas en el inciso b) de la fracción II de este precepto.

ARTICULO 74.- ILUMINACION Y VENTILACION.

Las habitaciones destinadas a dormitorios, alcobas, salas o estancias tendrán iluminación y ventilación naturales por medio de vanos que den directamente a la vía pública o a superficies descubiertas que satisfagan los requisitos del artículo 73 de este Ordenamiento.

La superficie total de ventanas para iluminación, libre de obstrucción, será por lo menos de la quinta parte de la superficie del piso de la habitación.

La superficie libre para ventilación será, cuando menos de una tercera parte de la superficie mínima de iluminación.

Cualquier otro local deberá preferentemente contar con iluminación y ventilación naturales de acuerdo con estos mismos requisitos, pero se permitirá la iluminación por medios artificiales y la ventilación por los medios electromecánicos que se especifican respectivamente en los artículos 121 y 122 de este Reglamento.

De conformidad con lo establecido en los artículos 251 y 252 del Código Civil, no se pueden tener ventanas, para usarse, ni balcones u otros voladizos semejantes, sobre la propiedad del vecino, prolongándose más allá del límite que separa las heredades. Tampoco pueden tenerse vistas de costado u oblicuas sobre la misma propiedad, si no hay un metro de distancia a la separación de las dos propiedades.

ARTICULO 75.- ILUMINACION Y VENTILACION DE LOCALES BAJO MARQUESINAS O TECHUMBRES.

Los locales sean o no habitables cuyas ventanas pueden ubicadas bajo marquesinas o techumbres, se considerarán iluminados y ventilados naturalmente cuando se encuentren remetidos del parámetro más cercano del patio de iluminación y ventilación o del de la fachada, en no más de 2.00 m. contados a partir de la proyección vertical del extremo de la marquesina o de la techumbre, siempre y cuando se cumpla con lo señalado en el artículo 73 de este Reglamento. Cuando los locales se encuentren remetidos a una distancia mayor, deberán ventilarse además por medios mecánicos.

CAPITULO XIV.

Previsiones Contra Incendio.

ARTICULO 105.- DUCTOS DE INSTALACIONES.

Los ductos para instalaciones, excepto los de retorno de aire acondicionada, se prolongarán y ventilarán so-

bre la azotea más alta a que tengan acceso. Las puertas o registros serán de materiales a prueba de fuego, y deberán cerrarse automáticamente.

Los ductos de retorno de aire acondicionado estarán protegidos en su comunicación con los plafones que actúen como cámaras plenas, por medio de compuertas o persianas provistas de fusibles y construídas en forma tal que se cierren automáticamente bajo la acción de temperaturas superiores a 60 °C.

ARTICULO 111.- CAMPANAS.

Las campanas de estufas o fogones excepto en viviendas unifamiliares, estarán protegidas por medio de filtros de grasa entre la boca de la campana y su unión con la chimenea y por sistemas contra incendio de operación automática o manual.

CAPITULO XVI

Instalaciones Eléctricas, Mecánicas y Especiales.

ARTICULO 119.- NORMAS PARA LAS INSTALACIONES.

Sólo podrán construirse las instalaciones mecánicas, eléctricas, de ventilación, aire acondicionado, neumáticas, de gas, de seguridad y similares que estén proyectadas de conformidad con las normas establecidas por la Secretaría de Industria y Comercio, la Secretaría de Salubridad y Asistencia y la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, y acordes con

las demás disposiciones legales vigentes. El propietario estará obligado a conservarlas en condiciones de proporciones permanentemente servicio seguro y eficiente.

ARTICULO 122.- VENTILACION ARTIFICIAL.

Las construcciones que no cumplan con las características de ventilación natural señaladas en este Reglamento deberán contar con ventilación artificial con capacidad suficiente para renovar, por lo menos diez veces el volumen de aire por hora.

Los dormitorios deberán cumplir siempre con los requisitos mínimos de ventilación natural establecidos en el artículo 74 de este Reglamento.

ARTICULO 124.- CALDERAS, CALENTADORES Y SIMILARES.

Las instalaciones de calderas, calentadores y aparatos similares, así como la de sus accesorios se harán de manera que no causen molestias, contaminen el ambiente ni pongan en peligro a las personas.

CAPITULO XX.

Edificios para la Educación.

ARTICULO 140.- VENTILACION.

La ventilación en los edificios escolares deberá ajustarse a lo que especifica el artículo 74 de este Regla-

mento.

Los dormitorios deberán, adicionalmente, contar con una área de ventilación libre permanente de cuando menos 0.02 por cada metro cuadrado de superficie del piso.

CAPITULO XXIX.

Estacionamientos.

ARTICULO 197.- VENTILACION.

Los estacionamientos deberán tener ventilación natural por medio de vanos con superficie mínima de un décimo de la superficie de la planta correspondiente, o la ventilación artificial adecuada para evitar la acumulación de gases tóxicos, principalmente en las áreas de espera de vehículos.

TITULO QUINTO.

Ejecución de Obras.

CAPITULO LIV.

Instalaciones.

ARTICULO 345.- GENERALIDADES.

Las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, contra incendio, mecánicas, de aire acondicionado, de gas, de vapor, de aire caliente, telefónicas, de comunicación, especiales y otras, deberán proyectarse observando lo --

señalada en el Título III de este Reglamento y ejecutarse y conservarse en condiciones que garanticen su eficiencia y proporcionen la seguridad necesaria a los trabajadores, a los usuarios y al inmueble de conformidad con lo que establecen las disposiciones aplicables para cada caso.

Durante su ejecución se deberá cumplir con el Reglamento de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

En las instalaciones deberán emplearse únicamente materiales y productos que satisfagan las normas de calidad fijadas por la Secretaría de Industria y Comercio.

ARTICULO 349.- INSTALACIONES DE AIRE ACONDICIONADO.

Las instalaciones de aire acondicionado deberán realizarse de manera que los equipos no produzcan vibraciones o ruidos que causen molestias a las personas o perjuicios a los edificios o a terceros.

2.2. REGLAMENTO DE INSTALACIONES SANITARIAS RELATIVO A LOS EDIFICIOS. (R.I.S.E. - 1964)

CAPITULO III.

De la Ventilación, Iluminación y Dimensiones de las Construcciones.

ARTICULO 37.- Las piezas destinadas a habitación, ya sea de día o de noche, tendrán luz y ventilación directa al exterior por medio de puertas o ventanas convenientemente distribuidas, a fin de que la iluminación y ventilación sean uniformes dentro del local. La superficie de iluminación no será menor del 20% de la superficie del piso de la habitación. Las ventanas y las puertas, en su caso, tendrán una sección movable que permita la renovación del aire. Esta superficie movable tendrá, cuando menos $1/3$ de los claros de iluminación.

La iluminación y ventilación directas del exterior, se satisfarán de la vía pública, de los patios del edificio o por diferencia de niveles dentro del área del propio edificio.

Para modificaciones a los edificios construidos con anterioridad a la vigencia de este reglamento, y como excepción para satisfacer los requerimientos de luz y ventilación directas, se podrá verificar por medio de tragaluces provistos de rejillas para ventilación o bien, linternillas e instalaciones mecánicas automáticas para la renovación del aire.

ARTICULO 38.- Para los locales que por circunstancias especiales se les deba suministrar ventilación artificial, ésta se proporcionará por medio de instalaciones mecánicas que garanticen la renovación eficiente del aire en el interior del local. Las instalaciones para la renovación del aire, se diseñarán considerando los factores de velocidad, movimiento del

aire, temperatura y humedad relativa. El movimiento no será -- superior a 0.25 metros por segundo, velocidad medida a una altura de 0.90 metros sobre el nivel del piso del local. La temperatura (bulbo seco); estará comprendida entre los 17 y 23°C., y la humedad relativa comprendida entre el 30 y 60%. En términos generales, la renovación del aire tendrá seis cambios por hora como mínimo.

ARTICULO 42.- Los patios que sirvan para dar iluminación y ventilación, tendrán las siguientes dimensiones mínimas en relación con la altura de los muros que los limiten:

Patios para dar iluminación y ventilación para habitaciones de día y noche:

Altura hasta	Dimensión mínima
4 metros	2.50 metros
8 metros	3.25 metros
12 metros	4.00 metros

En el caso de alturas mayores, la dimensión mínima del patio debe ser el tercio de la altura del paramento total de los muros.

Patios para dar iluminación y ventilación a cocinas y baños:

Altura hasta	Dimensión mínima
4 metros	2.00 metros
8 metros	2.25 metros
12 metros	2.50 metros

En el caso de alturas mayores, la dimensión mínima del patio debe ser $1/5$ de la altura del paramento total de los muros.

Para efectos de las dimensiones que para patios señala el presente reglamento, se considerará la parte a cielo abierto libre de la prolongación a plomo de las construcciones. Queda prohibido dar luz y ventilación a las habitaciones abriendo ventanas o estableciendo dispositivos con el mismo fin hacia predios colindantes. Cuando los patios sirvan para dar acceso a viviendas, queda prohibido su uso para instalar en ellos maquinaria o cualquier objeto que los obstruya.

CAPITULO VII.

De las Cocinas, Estufas, Chimeneas, Dispositivos para Calefacción y otros.

ARTICULO 111.- Las cocinas tendrán luz y ventilación directas por medio de ventanas a espacios libres, cuya superficie será de $1/6$ del área del patio, y en ningún caso, menor de un metro cuadrado.

ARTICULO 114.- La instalación de caldera para calefacción central

o para agua caliente, en los edificios para habitación, se hará de manera que no cause molestia ni constituya peligro.

ARTICULO 115.- Las estufas, caloríferos, hornos y todo aparato que produzca humo o gas proveniente de la combustión, contará con dispositivos especiales para su eliminación y estarán contruidos o colocados de manera que eviten el peligro de incendio o de intoxicación.

ARTICULO 116.- Las chimereas para calefacción en el interior de las habitaciones, deberán ser de materiales incombustibles y estarán provistas de un tiro para la salida de gases y humos de combustión.

ARTICULO 117.- Los tubos o tiros para la salida de humo o gases de combustión, se prolongarán por lo menos hasta dos metros arriba de las azoteas o muros de arrimo que estén a menos de diez metros de distancia de dichos tubos.

Las autoridades sanitarias podrán exigir mayor altura de la señalada o la colocación de dispositivos especiales, si se comprueba que los gases, humos o el hollín, molestan a los vecinos o causan daño a propiedad de éstos.

CAPITULO X.

De las Obligaciones de Propietarios e Inquilinos

ARTICULO 130.- Cuando las instalaciones de servicios sanitarios, calefacción, iluminación, ventilación y en general cualquier parte de las construcciones de los edificios, ocasionen daños a los colindantes, por lo que respecta a la salubridad, los propietarios están obligados a corregir las deficiencias que se señalen, a satisfacción de las autoridades sanitarias.

ARTICULO 133.- Cuando las dependencias de un edificio se destinen a usos comerciales o industriales, las obras de acondicionamiento sanitario que se requieran, quedan a cargo de los inquilinos, así como su conservación y mantenimiento.

Las obras de acondicionamiento no deberán alterar las condiciones sanitarias del edificio y para ejecutarlas se requiere la autorización del propietario.

2.3. NORMAS DE PROYECTO.

Existe para el Departamento del Distrito Federal una edición de normas, recomendaciones y requisitos mínimos para las distintas instalaciones en los edificios. En este capítulo tomaremos de ellas, los párrafos para determinar las características que debe cumplir una ventilación y las normas que a ésta se refieran.

Para determinar la ventilación mínima requerida en cualquier género de edificios se procederá al análisis de los dife-

rentes locales que lo forman de acuerdo a la siguiente fórmula:

$a + 10b + 100c = \text{número índice, donde:}$

$a = \text{capacidad del local, en } m^3 \text{ por persona.}$

$b = \text{capacidad del local, en } m^2 \text{ por persona.}$

$c = \text{capacidad de la (s) ventana (s), en } m^2 \text{ por persona}$

Notas: Las medidas del local se tomarán a paños interiores (espacio libre).

En locales donde se permita fumar, los volúmenes de aire señalados en la siguiente tabla, se multiplicarán por 1.2, - y en locales donde el fumar ocurre como función natural dentro de las propias actividades del local, se multiplicarán por 1.5

VENTILACION MINIMA REQUERIDA		
	Inyección de aire	Recirculación y/o Extracción de aire
Números Indice	Metros cúbicos por hora por cada metro cuadrado de piso	
menor de 23.6	4.25	3.40
de 23.7 a 40.9	3.40	2.50
de 41.0 a 66.8	2.50	1.10
de 66.9 a 129.7	1.70	
mayor de 129.7	No requiere ventilación mecánica	

Nota: Las capacidades de ventilación estarán de acuerdo con los números índice.

Todos los locales habitados deberán tener ventilación -- ya sea por medios mecánicos de acuerdo a lo estipulado en estas normas, o bien por medios naturales a través de ventanas y vanos abiertos o bien por la combinación de medios mecánicos y ventanas. En caso de sólo usar ventilación natural el área mínima de la ventana o vanos abiertos corresponderá a $1/6$ del área del piso. Por lo menos un 50 por ciento del área de ventana deberá abrirse para lograr la ventilación necesaria.

La ventilación mecánica en baños públicos deberá ser -- por lo menos de 68 m^3 por hora por cada inodoro o mingitorio y en baños privados de 43 m^3 por hora por cada inodoro o mingitorio.

La ventilación en estacionamientos deberá ser de 20 m^3 -- por hora por m^2 de piso, deberá tomarse por lo menos el 50 por ciento de este caudal a través de rejillas cercanas al piso -- (separadas a no más de 30 cm del propio piso).

Como prevención contra incendios los equipos de ventilación deberán tener control manual para desconectarlos y tener así mismo control termostático de apagado automático cuando la temperatura en los ductos llegue a 52 C .

La extracción requerida puede lograrse creando presión positiva dentro del local para provocar fugas de aire a través

de puertas y ventanas o bien sacando el aire viciado de los locales acondicionados a través de sistemas de extracción.

El aire de abastecimiento para acondicionar los edificios deberá tomarse del exterior y/o como aire de recirculación de las áreas acondicionadas, para los sistemas así diseñados.

El abastecimiento de aire no deberá tomarse donde pueda recoger malos olores, humos o vapores inflamables ni amenos de 3 m de cualquier ventila de aguas negras o salidas de extracción o desfogue de ventilación. Tampoco se tomará de cuartos de máquinas, locales insalubres o locales con cualquier tipo de equipo de combustión.

En la toma de aire deberá existir tela de mosquitero y los filtros usados para el aire de abastecimiento deberán tener una eficiencia igual o mayor que la que se obtiene del uso de fibra de vidrio de impregnación viscosa según norma de Air Filter Institute del National Bureau of Standards de los Estados Unidos.

El aire de recirculación deberá mezclarse con aire de ventilación tomada del exterior y distribuirse uniformemente en todo el edificio.

El aire de recirculación deberá mezclarse con una propor

ción mínima de 10 por ciento de aire fresco con respecto al volumen total del aire de inyección requerido según el número índice de la tabla de ventilación mínima requerida.

El aire de recirculación podrá reacondicionarse en los equipos respectivos y ser recirculado con la mezcla correspondiente a los cálculos de aire fresco, excepto cuando haya sido extraído de mortuorios, de locales con vapores inflamables o partículas volátiles o con malos olores. El aire extraído de una sala de operaciones no deberá ser recirculado a otras partes del edificio.

Los sistemas de ventilación o aire acondicionado que incluyan recirculación de aire, deberán diseñarse de modo que -- cuando no estén operando los procesos de calefacción y/o refrigeración, las cantidades de aire necesarias para la ventilación estén de acuerdo con lo que fija la tabla de la página siguiente.

La descarga de extracción deberá estar por lo menos a una distancia de 3 m arriba de la banqueta o del nivel de azotea y estar también separada por lo menos 3 m de cualquier ventana, salida de escape de incendio, escalera exterior o cualquier local que pueda contaminarse por estas descargas.

Tabla 2.1 CAUDALES DE AIRE EXTERIOR

APLICACION	NÚMERO DE FUMADORES	m ³ /h POR PERSONA		m ³ /h por m ² de superficie de suelo Mínima *	
		Recomendada	Mínima *		
Apartamento { Normal Lujo	Pequeño	34	25	-	
	Muy pequeño	51	42	6,0	
	Hall de banco	Pequeño	17	-	
	Barbería	Grande	25	17	-
	Salón de belleza	Muy pequeño	17	13	-
Bolsa	Muy grande	85	51	-	
Bar	Grande	51	42	-	
Corredores (insuflación o extracción)	-	-	-	4,6	
Grandes almacenes	Pequeño	13	8,5	0,9	
Sala de conasejo	Muy grande	85	51	-	
Farmacia ***	Grande	17	13	-	
Fábrica ***	Ninguno	17	13	1,8	
Precio único	Ninguno	13	8,5	-	
Salón de funeraria	Ninguno	17	13	-	
Garage **	-	-	-	18,3	
Hospital { Quirofano : : : : Habitación privada Sala común	Ninguno	-	-	36,6	
	Ninguno	51	42	6,0	
	Ninguno	34	25	-	
	Grande	51	42	6,0	
	Habitación de hotel	Grande	-	-	73,0
Cocina { Restaurante *** Privada	-	-	-	36,6	
	Pequeño	34	25	-	
Laboratorio ***	Pequeño	34	25	-	
Sala de conferencias	Muy grande	85	51	27,8	
Despacho { Común Privado	Pequeño	25	17	-	
	Ninguno	42	25	4,6	
	Grande	51	42	4,6	
	Grande	20	17	-	
Restaurante { Cafetería *** Comedor ***	Grande	25	20	-	
	-	-	-	-	
Auto **	Ninguno	-	-	-	
Tienda al detall	Ninguno	17	13	-	
Teatro o sala de cine **	Ninguno	13	8,5	-	
Teatro o sala de cine	Pequeño	25	17	-	
Cuartos de baño ** (Extracción)	-	-	-	36,6	

* Cuando se utilizan los mínimos, adoptar el valor mayor.

** Respetar los reglamentos eventuales.

*** Puede estar determinado por el caudal extraído.

**** Utilizar estos valores a no ser que los caudales no estén determinados por la presencia de otras fuentes de contaminación o por la reglamentación.

***** Se recomienda el funcionamiento con aire fresco total para evitar los riesgos de explosión debidos a los anestésicos.

La Tabla 2.1 se utiliza para determinar las cantidades de aire necesarias para la ventilación, de ella se obtienen - caudales de aire fresco mínimos y recomendados según la aplicación considerada. Se debe tomar el valor más elevado de los obtenidos para el diseño, considerando tanto el caso de m³/h por persona, como el de m³/h por m² de superficie de suelo.

Los valores consignados en la siguiente tabla se utilizarán como guía para determinar las capacidades de inyección - y extracción de aire para cada uno de los sistemas.

ESPACIOS A VENTILAR	CAMBIOS POR HORA	MINUTOS POR CAMBIO
Almacenes	4 - 6	15 - 10
Auditorios	12	5
Casetas de proyección	60	1
Clubes	12	5
Cocinas	30	2
Garages	6 - 10	10 - 6
Laboratorios	10 - 20	6 - 3
Lavanderías	20 - 30	3 - 2
Oficinas	10 - 12	6 - 5
Panaderías reposterías	20	3
Restaurantes	12	5
Salas de máquina	7 1/2 - 30	8 - 2
Salas de recreación	10	6
Sanitarios interiores	15 - 20	4 - 3
Talleres	10	6
Vestidores	10	6

C A P I T U L O 3

" IMPUREZAS DEL AIRE "

El aire es un fluido gaseoso y desempeña varias funciones muy importantes en la naturaleza: es indispensable para la vida del hombre, de los animales y de las plantas; permite la combustión; es el vehículo del sonido; puede ser utilizado por: la industria (como fuerza motriz), en otras circunstancias, por la navegación, por los molinos de viento, etc. Rodea la faz de la Tierra, estratificándose en tres capas: Tropósfera de 0-11 Km, Estratósfera de 11-110 Km, Ionósfera de 110-800 Km. La tropósfera es la que más interesa, ya que siendo la capa de aire inferior, es la que está directamente relacionada con el hombre, con la vida animal y vegetal y con los demás elementos de la superficie terrestre.

Galileo y su discípulo Torricelli establecieron que el peso de 1 litro de aire puro era de 1,293 gr a 0°C y a la " presión ordinaria " (nivel del mar).

La presión ejercida por el aire se le llama " Presión Atmosférica " y es de 1.033 Kg/cm^2 al nivel del mar, sin embargo ésta disminuye con la altura al reducirse a su vez la columna imaginaria de aire sobre un cm^2 .

3.1. AIRE PURO.

El aire puro no es un elemento simple, sino más bien un compuesto formado por gases. Los principales son; el Oxígeno que constituye un 21% y el nitrógeno que equivale al 78%; encierra

además Argón en un 1%, CO₂ (anhídrido carbónico), vapor de agua y otros gases raros, (Criptón, Neón, Xenón, Helio, etc.). Su composición varía dependiendo de la altura y latitud, también sufre cambios locales y temporales. El contenido de vapor de agua es - variable y puede ir de un 1% (a temperatura muy baja), hasta un 80% en condiciones extremas.

3.2. IMPUREZAS.

En la actualidad es realmente difícil encontrar al aire - en su estado más puro, salvo en aquellos lugares donde las con--centraciones humanas, la cercanía de las factorías, los pozos pe-troleros u otros agentes contaminantes no logran hacer sentir su presencia.

En los sitios de concentración humana las impurezas del - aire llegan a ser de gran importancia, ya que se convierten en - contaminantes debido al alto grado de acumulación de estos ele-mentos. Podríamos clasificar las impurezas más comunes del aire según su naturaleza en:

- Polvos
- Gérmenes
- Gases y Vapores

3.2.1. POLVOS.

Se entiende por polvo una tierra muy deshecha y menuda que se levante muy fácilmente en el aire. Según la " Vereinigung

Deutscher Ingenieure " (Sociedad de Ingenieros Alemanes), el polvo es un conjunto de materias sólidas dispersas y flotando en el aire de forma y densidad variable, y que puede subdividirse según sea su grado respectivo de finura, (entonces tenemos; polvo grueso, fino y finísimo). Sus tamaños quedan entre 0.5 y 1000 m_M (1 Micra= 1/1000 mm; 1 m_M = 1/1000 Micras), al viajar en el aire se depositan sobre las superficies con mayor o menor lentitud. Las partículas de menos de 0.1 m_M se denominan " polvos coloides" y sus movimientos son semejantes a los de las moléculas.

El polvo puede ser de origen; mineral, vegetal, animal o de humus formados por partículas sólidas o líquidas producidas - por la combustión incompleta de sustancias orgánicas y que generalmente son de 0.1 a 0.3 Micras de diámetro.

Sólo son visibles la partículas mayores de 20 a 30 m_M . -- Los polvos de origen vegetal, principalmente son granos de polén desprendidos de las plantas, maleza y árboles; normalmente son - de 10 a 50 Micras de diámetro.

Cuando el polvo está formado básicamente de un solo tipo de materia toma distintos nombres, como pueden ser:

HOLLIN.- Es el producto de una combustión incompleta del carbono; siendo molesto por dar lugar a suciedad y ser corrosivo; su tamaño varía entre 2 y 6 Micras.

NIEBLA.- Son pequeñísimas gotas de agua dispersas en el - aire en forma muy fina; su tamaño es de aproximadamente 1 a 50 m_M . Su conjunto no percibe a simple vista hasta un kilómetro de distancia.

SMOG.- Es una palabra del idioma Ingles compuesta por "

smoke " (humo) y " fog " (niebla); es una niebla rica en hollín.

HUMO.- Son materias extrañas al aire, resultado de combustiones que contienen ceniza, hollín, componentes alquitranados y líquidos, compuestos metálicos, agua, gases y vapores.

AEROSOLE.- Materias sólidas o líquidas en dispersión microscópica en un gas y cuyo tamaño es de 0.01 a 0.1 m_M .

En el aire la cantidad de polvo es en extremo variable dependiendo del estado atmosférico, (del viento, de la lluvia, de la estación de año y de la hora del día).

La lluvia purifica la atmósfera, por lo que después de las precipitaciones es cuando el aire se encuentra más puro.

A continuación damos la Tabla 3.1, con las concentraciones medias de polvo para diferentes zonas.

CONCENTRACION DE POLVO EN DIFERENTES ZONAS	
LOCALIDAD	CONCENTRACION (microgramos por metro cúbico)
Zonas rurales y suburbanas	0.05 - 0.30
Zonas metropolitanas	0.10
Zonas industriales	0.25 - 5.00
Fábricas o talleres	0.50 - 10.00
Fábricas o minas excesivamente polverizadas	10.00 - 1 000.00

Tabla 3.1

3.2.2. GERMENES.

Los microorganismos, microbios y bacterias son elementos microscópicos de origen vegetal o animal, de diversas formas; es

féricos, cilíndricos, en espiral, filiformes, etc., que se multiplican rápidamente mediante división (escisión binaria). Sus tamaños promedio son;

Grosor, de 0.5 a 1.0 Micras

Longitud, de 1 a 5 Micras.

Generalmente los gérmenes viajan adheridos a las partículas de polvo, por lo que cuando aumenta el contenido de él, se incrementa la cantidad de ellos en la atmósfera. En términos medios se ha encontrado en el aire de las grandes ciudades entre 1,000 y 5,000 gérmenes por metro cúbico, en el campo entre 100 y 300. El contagio de enfermedades a través del aire es debido a la presencia de estos gérmenes.

Los agentes causantes de enfermedades (bacterias patógenas) son el origen de epidemias tales como; la peste, el cólera, la tuberculosis, la difteria, etc. El tamaño de estas bacterias es muy pequeño, aproximadamente entre 0.01 y 0.1 μ .

Se puede reducir notablemente la cantidad de gérmenes del polvo mediante la utilización de filtros de materias en suspensión de alto rendimiento, eventualmente combinados con electrofiltros. Sin embargo dado que su precio es altísimo sólo son usados donde se requiera de un alto grado de higiene, como ocurre en laboratorios y quirófanos.

3.2.3. GASES Y VAPORES.

Son muy diversos los factores que influyen en la composición del aire y dentro de esta composición encontramos mezclados

algunos gases, que no siendo inertes y debido, en algunos casos, a su gran concentración resultan dañinos para la salud, los más comunes de encontrar son:

OXIDO DE CARBONO (CO).- Es producto de una combustión incompleta de materiales orgánicos como el gas, la gasolina, y algunos otros; por lo que su presencia se registra principalmente en las grandes urbes y zonas industriales. Es en extremo venenoso y puede encontrarse en las siguientes proporciones:

Calles con tráfico normal. . . . 0.0025 vol.% = 30 mg/m³
 Calles con tráfico intenso. . . . 0.0050 vol.% = 60 mg/m³
 Máximo registrado. 3.00 vol.% = 36000mg/m³

ANHIDRIDO SULFUROSO (SO₂).- Se produce por la combustión del carbón y de los aceites combustibles, por tanto es en las ciudades donde más se presenta, principalmente en las zonas industriales.

La cantidad media registrada en el aire es de 0.1 a 5.0 mg/m³. Para las plantas 0.5 mg/m³ resulta perjudicial y en algunas especies hasta menos de esta cantidad es dañina. En el hombre se deja sentir a partir de los 0.5 mg/m³.

OZONO (O₃).- Lo producen las descargas eléctricas en la atmósfera, los procesos de oxidación y de evaporación y en motores de combustión interna. Su contenido en el aire es bajo (.02 a 0.2 mg/m³), pero es muy corrosivo.

AGUA OXIGENADA (H₂O₂).- Su producción obedece casi a los mismos factores que el Ozono, pero en cantidades superiores, ya que en las precipitaciones se llegan a registrar hasta 200 mg/m³.

GAS AMONIACO (NH₃).- Aparece debido a los procesos de

putrefacción y descomposición, así como en las carbonizaciones a baja temperatura. Su registro es aproximadamente de 0.02 a 0.05 mg/m³.

GASES NITROSOS (NO).- Se dan como consecuencia de las descargas eléctricas atmosféricas y en ciertos procesos de combustión.

VAPOR DE AGUA.- El vapor de agua tiende a formar núcleos de condensación, es decir pequeñas partículas de agua contenidas en el aire de diámetros entre 0.01 y 0.1 μ m. Debido a su tamaño tan diminuto se mantienen suspendidos en el aire.

OLORES.- Proceden del fumar, del cuerpo humano y de procedencias similares. Estos olores se adhieren a los cortinajes, a los tapizados e incluso a los materiales de superficie más lisa. El sistema para reducir estos olores, consiste en introducir en el local una cierta cantidad de aire exterior. Esta cantidad depende del espacio de la habitación y de la clase de ocupantes, pues es evidente que existe diferencia entre el olor -- producido por los operarios manuales, los niños y los adultos -- sedentarios. Estos valores se pueden observar en la Tabla 3.2

3.3. RELACION CON LA SALUD.

Las impurezas del aire, cuando exceden a ciertos valores tolerables de " precipitación de polvo " como son:

en general	10 a 15 g/m ² y mes
en zonas industriales	20 a 30 g/m ² y mes
en balnearios de curas	2 a 10 g/m ² y mes

o cuando las concentraciones de Oxidos de Carbono exceden de 500 partes por millón, estamos hablando de niveles de contaminación en el aire y éste se vuelve dañino para la salud; tanto por su contenido de microorganismos infecciosos que viajan con el polvo, como porque las partículas minerales pequeñas que se depositan en los pulmones en forma acumulativa y también cuando existen -- grandes concentraciones de gas de tipo venenoso. Es molesto también porque las partículas mayores de 10 micras o las condensaciones de polvo se depositan en el piso y en la superficie de muebles y máquinas, produciendo problemas de limpieza.

El polvo en su estado más " normal " no ocasiona más que con el tiempo una ligera merma de las facultades respiratorias, dependiendo de cada individuo, ya que el cuerpo humano contiene en sus vías respiratorias tejidos mucosos suficientes para la -- autoprotección.

El polvo industrial va de acuerdo a la clase de procesos realizados, (polvo, gases y emanaciones en proporciones peligrosas), puede en ocasiones llegar a ser pernicioso e incluso peligroso, llegando a producir enfermedades como la Neumoconiosis y otras de tipo Broncopulmonar.

Es por esto que se requiere de reducir todo éste tipo de impurezas del aire por medio de filtros adecuados dentro de los Sistemas de Aire Acondicionado, con la intención de combatir -- los males que provoca y que en forma resumida son;

- 1) Disminución de la capacidad respiratoria.
- 2) Transtornos en la salud y/o enfermedad.
- 3) Menoscabo de la limpieza (principalmente en caso de Hollin).

- 4) Causa reacciones alérgicas en algunas personas.
- 5) Daños en edificios y máquinas.
- 6) En caso de grandes concentraciones de ciertos gases, causa la muerte.

3.4. INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LAS PARTICULAS DE POLVO EN LOS FILTROS.

Para poder conseguir que los filtros trabajen eficazmente es importante determinar el tamaño de las partículas de polvo, por lo que en la Fig. 3.1 se presentan los tamaños promedio de las partículas para los distintos tipos de filtros.

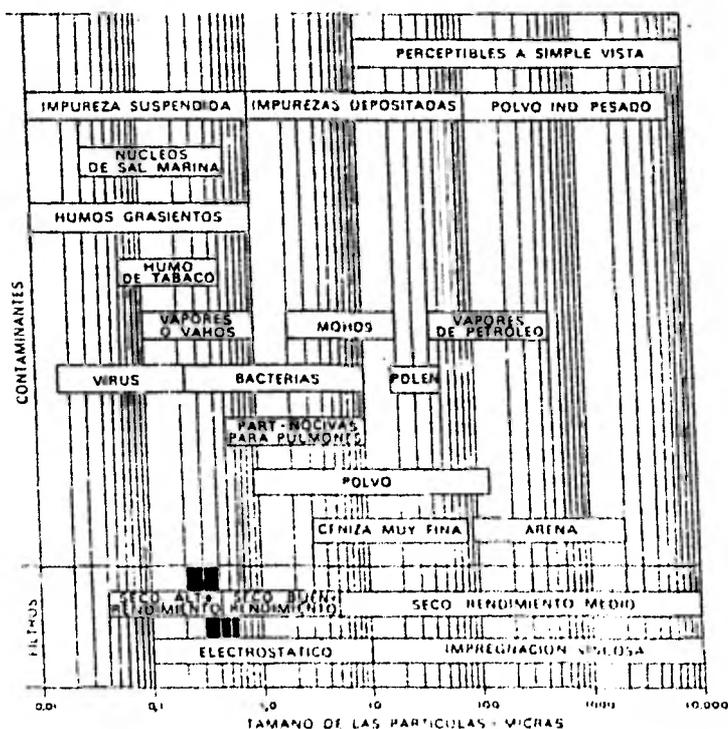


Fig. 3.1

CLASE DE OCUPANTES	VOLUMEN DE AIRE POR PERSONA. (m ³)	AIRE INODORO NECESARIO POR PERSONA (lt/min)
Adultos sedentarios (Clase social media)	3 6 9 15	700 350 350 200
Obreros	6	650
Alumnos (Clase social media)	3 6 9 15	820 600 480 300
Alumnos (Clase social baja)	6	1000

Tabla 3.2

3.5. OTRAS CARACTERISTICAS DEL AIRE.

Es necesario también en este capítulo tratar otras características del aire; éstas son: la velocidad, la temperatura, la humedad del aire y el ruido.

A continuación trataremos cada uno de estos puntos en forma separada.

3-5.1. LA VELOCIDAD DEL AIRE.

La necesidad de renovar el aire del local donde nos encontramos, nos lleva a originar una cierta corriente de aire, cuando este movimiento de aire es muy lento o bien se estanca le resulta al hombre incómodo permanecer en ese lugar, por otro lado si esta velocidad es excesiva provoca molestias sobre todo en -- personas trabajando sentadas. Las velocidades altas cuando son con aire caliente, (acondicionamiento de invierno), son más tolerables que si son con aire frío. El equilibrio de bienestar queda interrumpido especialmente de forma violenta cuando el aire en movimiento tiene una temperatura inferior a la ambiente, (en -- Verano), o cuando irrumpe contra el cuerpo directamente. Junto -- con el ruido las Corrientes de Aire molestas son el enemigo número uno del acondicionamiento de aire. Es pues importante definir una velocidad que sea aceptable para el cuerpo humano, como resultado a este problema se tienen soluciones para condiciones medias o normales ya que son muchos los factores que influyen en -- esa determinación, como son; el sexo, la edad, las prendas de vestir, la raza, etc.

En la Tabla 3.3 se presenta la relación que tiene la velocidad del aire y como afecta al ser humano, esta tabla esta construida para temperaturas optimas entre los 20 y 24 °C .

Es importante proveer que en los locales completamente -- llenos deben permitirse velocidades poco mayores a la media recomendada.

EFECTO DE LA VELOCIDAD DEL AIRE SOBRE EL SER HUMANO	
VELOCIDAD DEL AIRE (m/seg)	EFECTO SOBRE EL SER HUMANO.
de 0 a 0.10.no recomendable, el aire no se renueva satisfactoriamente.
de 0.10 a 0.25. normal
de 0.25 a 1.00. esta velocidad puede causar algunas molestias, - sobretodo en invierno. Se vuelan los papeles de los escritorios.
más de 1.00. se produce un chiflón de aire molesto.

Nota: la velocidad del aire se mide a un metro arriba del piso.

Tabla 3.3

3.5.2. EL RUIDO.

Otra forma de contaminación ambiental es por medio del ruido ya que el oído humano no puede soportar y se incomoda cuando la magnitud del ruido sobrepasa ciertos límites, que reducen la capacidad de trabajo.

El ruido, es decir, todos aquellos sonidos de distintas -

frecuencias y amplitudes sin ninguna armonía, son medidos con la Unidad de Intensidad del Sonido que es el " dB(A) ".

La experiencia ha encontrado que los ruidos exteriores que actúan sobre los locales y que proceden del tráfico, de talleres, de industrias, de aviones, etc., no deben pasar de los siguientes niveles:

a) En el puesto de trabajo;

Trabajos intelectuales.	50 dB (A)
Trabajos de oficina sencillos y semejantes.	70 dB (A)
Otros trabajos.	90 dB (A)

b) En las viviendas;

Zonas industriales.	de día.	65 dB (A)
	de noche.	50 dB (A)
Zonas de vivienda	de día.	55 dB (A)
	de noche.	40 dB (A)
Zonas residenciales	de día.	50 dB (A)
	de noche.	35 dB (A)
Zonas de hospitales	de día.	45 dB (A)
	de noche.	35 dB (A)

3.5.3. LA TEMPERATURA.

La sensación de calor que percibe el ser humano se denomina Temperatura Efectiva, este es un índice empírico que combina los valores del efecto térmico de la temperatura, la humedad y -

el movimiento del aire para medir su efecto en el cuerpo humano. La temperatura efectiva no es válida más que en la sombra. De esta manera la temperatura efectiva en la que el hombre empieza a sudar es de 25.5°C y la que se considera como límite en un trabajo pesado continuo es de 27°C .

En el apartado relativo a la humedad se presentará una gráfica para determinar las temperaturas efectivas en función de las temperaturas del bulbo seco y del bulbo húmedo, así como de la humedad del ambiente. Por lo que se hace necesario definir los conceptos de humedad.

La temperatura del bulbo seco es la que se registra en un termómetro ordinario.

La temperatura del bulbo húmedo, es aquella que indica un termómetro cuyo bulbo está cubierto con una mecha húmeda y expuesto a una corriente rápida de aire. Es la temperatura mínima que se puede lograr mediante torres de enfriamiento o lavadoras de aire.

Temperatura de Rocío, es aquella a la cual empieza la condensación de la humedad cuando el aire se enfría.

3.5.4. LA HUMEDAD.

Si se coloca agua en contacto con aire seco y la temperatura de éste es mayor que la de aquella, una parte del agua se evaporará y quedará mezclada con aire en forma de vapor. A causa de esta íntima mezcla del aire y el vapor sus temperaturas serán iguales. La proporción de vapor de agua en mezcla con el aire --

quedará definida como la " humedad ".

Durante el invierno generalmente se considera que la humedad óptima esta entre el 30 y 35 %. Con esta humedad, una temperatura de 21 a 24 °C resulta confortable, pero con aire más se co se necesitará mayor temperatura. Una humedad menor afectaría las mucosas de la nariz y de la garganta y provoca alabeo y agrietamiento de las maderas. Mayor humedad da lugar a condensaciones sobre los cristales de las ventanas y en ciertos casos sobre las paredes exteriores.

Para el verano se recomienda una humedad relativa del 50% y una temperatura de 25 °C . Debido al gran número de combinaciones que pueden hacerse con la humedad y las temperaturas, presentamos a continuación la Tabla 3.4 y la Fig. 3.2, con las condiciones más favorables para el confort del ser humano.

Para entender mejor los conceptos de humedad haremos la -- definición de ellos:

Humedad específica. Es el peso de vapor de agua expresada en libras por libras de aire seco.

Humedad relativa. Es la relación entre la presión del vapor de agua contenida en el aire y la presión de vapor saturada a la misma temperatura.

CONDICIONES DE PROYECTO RECOMENDADAS PARA AMBIENTE INTERIOR* — INVIERNO Y VERANO

TIPO DE APLICACION	VERANO					INVIERNO				
	DE LUJO		PRÁCTICA COMERCIAL			CON HUMECTACION			SIN HUMECTACION	
	Temperatura seca (°C)	Hum. rel. %	Temperatura seca (°C)	Hum. rel. %	Variación de temperatura (°C) **	Temperatura seca (°C)	Hum. rel. %	Variación de *** temperatura (°C)	Temperatura seca (°C)	Variación de temperatura (°C) ***
CONFORT GENERAL Apartamento, Chalet hotel, Oficina, Colegio Hospital, etc.	23-24	50-45	25-26	50-45	1 a 2	23-24	35-30	-1.5 a -2	24-26	-2
TIENDAS COMERCIALES (Ocupación de corta duración). Bancos, Barbero y peluquera. Grandes almacenes, Supermercados etc.	24-26	50-45	26-27	50-45	1 a 2	27-23	35-30 ****	-1.5 a -2	23-24	-2
APLICACIONES DE BAJO FACTOR DE CALOR SENSIBLE (Carga latente elevada) Auditorio, Iglesia, Bar, Restaurante, Cocina etc.	24-26	55-50	26-27	60-50	0,5 a 1	27-23	40-35	-1 a -2	23-24	-2
CONFORT INDUSTRIAL Sección de montaje, Sección de máquinas, etc.	25-27	55-45	26-29	60-50	2 a 3	20-22	35-30	-2 a -3	21-23	-3

* La temperatura seca de proyecto para el ambiente interior debería ser reducida cuando hay paneles radiantes calientes, adyacentes a los ocupantes, e incrementada cuando aquéllos son fríos a fin de compensar el incremento o disminución con el calor radiante intercambiado desde el cuerpo. Un panel frío o caliente puede ser un cristal sin cortinas o muros exteriores acristalados (calientes en verano, fríos en invierno), o tabiques delgados con espacios adyacentes calientes o fríos. Un suelo directamente sobre tierra y muros por debajo del nivel del suelo son paneles fríos durante el invierno y con frecuencia también durante el verano. Tanques calientes, hogares y máquinas son paneles calientes.

** La variación de temperatura es por encima de la posición del termostato durante la máxima carga térmica en verano.

*** La variación de temperatura es por debajo de la posición del termostato durante la máxima carga térmica en invierno (sin luces, ocupantes o aportaciones solares).

**** La humectación durante el invierno se recomienda para tiendas de confección, para conservar la calidad del género.

Tabla 3.4

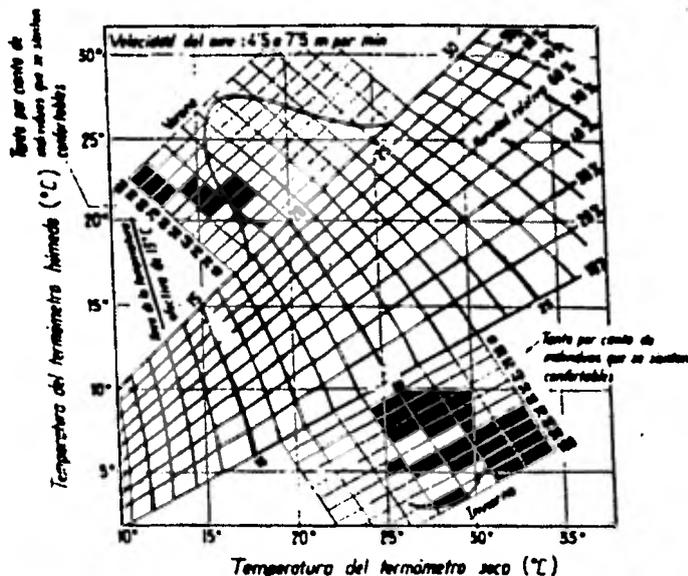


Fig. 3.2

C A P I T U L O 4

" VENTILACION MECANICA.

EQUIPO.

INSTALACIONES NECESARIAS "

4.1. SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO.

En el Capítulo 1 al hacer la clasificación de los distintos tipos de ventilación ya se mencionó la Ventilación Mecánica, en éste trataremos lo relacionado a; " Las Instalaciones de Ventilación Mecánica Controlada y con Tratamiento de Aire " o los llamados " Sistemas de Aire Acondicionado " .

4.1.1. CARACTERISTICAS GENERALES.

La acción y efecto de renovar el aire de un aposento al establecer una corriente en forma mecánica, controlando y dando un tratamiento al aire de uso, debe de seguir ciertas operaciones necesarias para lograr el confort de los ocupantes, así como, una mayor eficiencia en el trabajo.

Los factores que pueden alterar directamente al confort ambiental son; la temperatura, la humedad, el movimiento del aire y la contaminación del medio. Cuando es demasiado seco el aire interior, aumenta la evaporación del sudor, con el consiguiente enfriamiento de la piel. Por esto se necesita elevar la temperatura, no siendo así cuando hay mayor humedad en el aire y se genera una mayor evaporación. Por el contrario, una alta proporción de humedad en el ambiente cuando son días calurosos evitan la libre evaporación del sudor y el cuerpo y la ropa se ponen húmedos e incómodos. La baja cantidad de humedad y sus efectos en el ambiente son los causantes de una desecación indebida de las

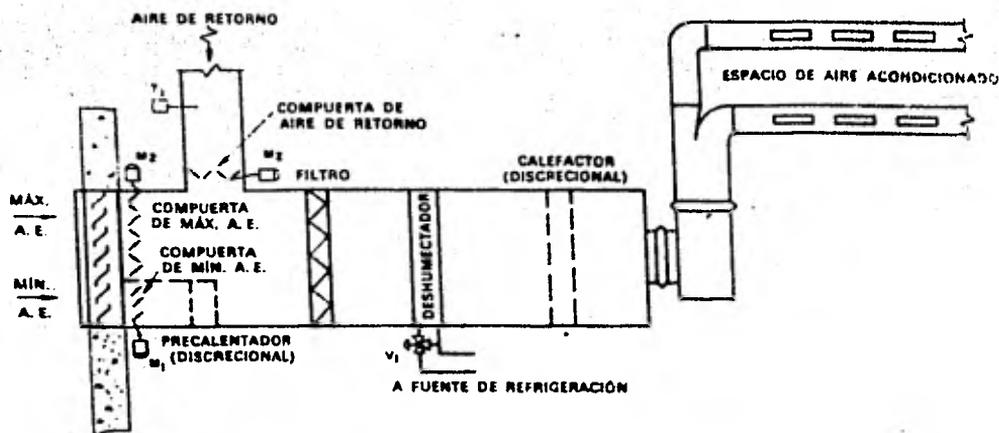
mucosas y un exceso de tensión nerviosa. Por otro lado una alta humedad provoca cansancio y falta de energía para la realización de cualquier actividad. El movimiento del aire evita el estancamiento y la estratificación de temperaturas en la calefacción de invierno y aumenta la pérdida de calor del cuerpo humano por evaporación del sudor y por convección durante el verano, además de servir como estimulante del sistema nervioso.

Una gran cantidad de experimentos realizados por varios laboratorios y sobre un amplio número de personas han puesto de manifiesto que hay una relación bien definida entre las proporciones de calor, humedad y movimiento del aire que producen bienestar. Con distintas combinaciones se ha trazado un diagrama de confort, el cual indica que la mayoría de las personas se sienten a gusto bajo ciertas condiciones como ya se explicó en el capítulo anterior, por lo que haciendo uso de este diagrama de confort, (Fig. 3.2), se podrá llegar a las condiciones de diseño más aceptables.

Ahora bien, para lograr mejorar las condiciones del aire, se requiere equipo especializado, el cual describiremos en los párrafos subsecuentes.

4.2. EQUIPO NECESARIO.

Un " Sistema de Aire Acondicionado Completo ", es decir aquel que es útil para cualquier estación del año cuenta tanto con calefacción como con refrigeración, ver el esquema de la -- Fig. 4.1, en esta podremos observar cada una de las partes integrantes, para después hacer una descripción de cada una de ellas



Elementos básicos de un sistema convencional de acondicionamiento de aire

Fig. 4.1

4.2.1. FILTROS DE AIRE.

Los filtros de aire se emplean para quitar el polvo, las hilachas y otras partículas sólidas. Para evitar la acumulación de residuos, los filtros deben limpiarse o sustituirse periódicamente.

Existe gran número de filtros que varían de acuerdo con el tipo de sistema y la eficiencia de filtrado que se requiera.

La selección de filtros deberá de tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Concentración de polvo en la atmósfera exterior.
- b) Eficiencia de filtrado requerida para cada sistema de acondicionamiento o ventilación de acuerdo con la estan

cia por tratar.

- c) Presión estática disponible en el sistema para vencer la resistencia de los filtros.
- d) Lugar disponible para los filtros seleccionados.

Para mejorar la eficiencia del filtrado se recomienda colocar filtros en serie, formando un banco de filtrado.

Las especificaciones para diferentes tipos de filtros, - su aplicación y su eficiencia se da en la Tabla 4.1 . Su acción sobre distintos tamaños de partículas se puede observar en la - Fig. 3.1 .

4.2.2. LAVADORAS DE AIRE.

Consiste en una cámara provista de hileras o baterías de pulverizadores que producen una niebla de gotitas de agua que - llenan completamente el compartimento y a través del cual se hace pasar el aire.

El objeto de estas lavadoras de aire es la de ayudar en la eliminación de partículas sólidas, ya que la niebla moja las partículas aumentando su peso, con lo cual se separa fácilmente del aire en las unidades eliminadoras.

El proceso de humidificación y deshumidificación, también se realiza a través de estos elementos.

Esta es una de las partes más importantes del sistema ya que, por medio de el se logrará mantener el nivel de humedad en el aire de acuerdo al diseño de acondicionamiento.

TABLA DE FILTROS

TIPO	PORCENTAJE DE EFICIENCIA	SISTEMAS
Fibra de vidrio desechables	60	Ventilación en general
Fibra aspen renovables	60-80	Ventilación en general
Metalicos lavables	60	Aire acondicionado y ventilación comercial e industrial
Metalicos lavables con baño de aceite	65-80	Aire acondicionado y ventilación en general
Seco con montura o marco	84-95	Ventilación y aire acondicionado en general
Seco de alto rendimiento	99-97	Donde se requiera aire exento de polvo
Seco de alto rendimiento tipo bolsa	90-99	Para hospitales, laboratorios y cuartos de aire esteril
Seco automático	80-90	Recirculación de aire acondicionado
Electrónico Electrostático	85-90	Calefacción y aire acondicionado. Sala de computadoras y donde se requiera aire exento de polvo

Tabla 4.1

4.2.3. CALENTADORES.

Los calentadores empleados en el acondicionamiento de aire tienen por objeto calentarlo mediante convección, (transferencia de calor por medio de líquidos y gases), forzada y pueden estar colocados dentro o fuera de los aparatos.

Los elementos empleados para la calefacción son el vapor, el agua caliente, la llama de gas y la electricidad.

CALENTADORES DE VAPOR.- Se componen de una serie de tubos conectados a colectores comunes y montados dentro de una caja o envoltura metálica, dichos tubos forman un serpentín por donde pasa el aire para calentarse.

CALENTADORES DE AGUA CALIENTE.- Tienen un principio similar a los calentadores de vapor, pero el elemento circulante por la tubería es agua.

CALENTADORES DE LLAMA DE GAS.- En estos tan solo se hace pasar al aire por una caja donde existe una flama para aumentar su temperatura.

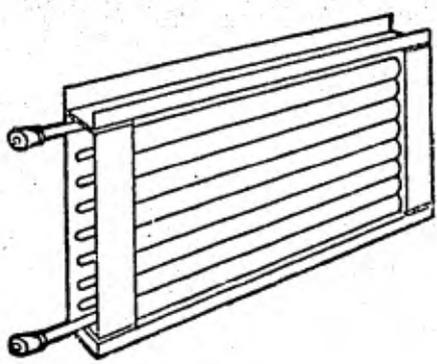
CALENTADORES ELECTRICOS.- El aparato logra elevar la temperatura del aire por medio de resistencias eléctricas.

CALDERAS.- Pueden utilizarse las calderas de alta o de baja presión según sea la cantidad de vapor demandada.

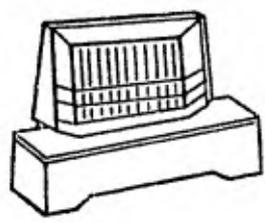
En la figura 4.2 se presentan algunos tipos de calentadores.

4.2.4. EQUIPOS DE REFRIGERACION.

Los equipos de refrigeración pueden clasificarse en cuatro grandes rubros; directos, indirectos, de absorción y enfriadores evaporativos.



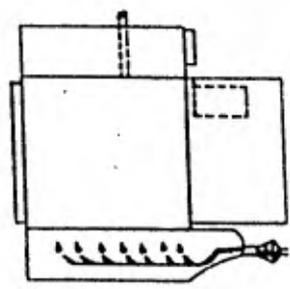
CALENTADOR DE AGUA CALIENTE
O DE VAPOR



CALENTADOR ELECTRICO
RADIANTE



RESISTENCIA DE CALENTADOR
ELECTRICO



CALENTADOR DE LLAMA DE
GAS

Fig. 4.2

REFRIGERACION DIRECTA.- En estos equipos el refrigerante líquido pasa directamente dentro del serpentín para enfriar el aire. su uso se recomienda para pequeños sistemas tales como las unidades de ventana.

REFRIGERACION INDIRECTA.- En este caso el refrigerante líquido pasa a un intercambiador en el que se genera agua helada misma que pasa al serpentín y enfría el aire. Son recomendables cuando la carga térmica es grande y está repartida en varios pisos y con zonas de diferente orientación. Para su expansión se utilizan compresoras preferentemente de tipo recíprocante, con energía eléctrica, cuya operación es muy limpia. Además se considera que las compresoras de tipo recíprocante son las más conocidas por el personal de mantenimiento en nuestro medio. Solo se recomiendan las compresoras centrífugas cuando se requieren unidades de gran capacidad.

REFRIGERACION DE ABSORCION.- Para este caso se utiliza un proceso químico y sal de bromuro de litio para producir agua helada. Cuando resulte más conveniente usar vapor que energía eléctrica se aprovechan estos sistemas.

ENFRIADORES EVAPORATIVOS.- Estos equipos funcionan aprovechando la propiedad de que el agua cuando se evapora se enfría, (absorbiendo 600 Kcal/Kg evaporado). Estos funcionan con una cortina de agua fría, a través de la cual se hace pasar el aire de inyección al sistema de aire acondicionado.

Los dispositivos de estos equipos elevan el contenido de

vapor de agua en el aire que entra al edificio, por lo que deben utilizarse en condiciones climatológicas de bajo porcentaje de humedad debido a que ayudan a aumentarlo en forma desproporcional llegando a ser incómodo para los ocupantes.

Si se desea mejorar la eficiencia, se puede colocar una torre de enfriamiento utilizando agua pre-enfriada para abatir 3°C adicionales a los 4 o 5°C que se logran con el solo equipo evaporativo. En estos sistemas es necesario reemplazar el aire al 100 % para evitar que suba la presión interior.

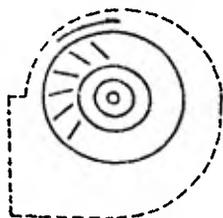
4.2.5. VENTILADORES.

En las instalaciones de ventilación así como en las de aire acondicionado los ventiladores utilizados son de dos clases; Centrífugos o Radiales, los cuales transportan el aire en dirección paralela al radio de giro y los Axiales o Helicoidales que transportan el aire en dirección paralela a su eje.

V. CENTRIFUGO o RADIAL.- En ellos el aire penetra axialmente -- por el centro de la rueda y es expulsado radialmente hacia la salida colocada en posición tangencial. Estos pueden clasificarse por la forma de sus álabes o aspas en: Curvas hacia adelante, Curvas hacia atrás, Radiales (rectas).

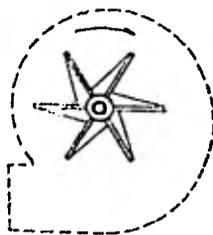
Los ventiladores centrífugos son los más adecuados para la circulación del aire a presión relativamente alta y son de uso común en las instalaciones de conductos ya que la boca de entrada se puede conectar con facilidad a un aparato de gran sec

ción transversal, mientras que la boca de descarga se conecta con relativa facilidad a ductos pequeños. (ver Fig. 4.3 y la Tabla 4.2).



ASPAS CURVAS HACIA ATRAS

Figs. 4.3



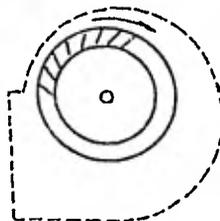
ASPAS RECTAS O RADIALES

CARACTERÍSTICAS DE LOS VENTILADORES CENTRÍFUGOS

Diámetro de la aspiración (mm)	Caudal * (m ³ /h)	Intervalo de las potencias del motor de arrastre	Velocidad a la salida (m/seg)
100	85 - 425	1/70 - 1/20	4 - 10
150	170 - 935	1/20 - 1/6	3 - 13
200	510 - 1700	1/20 - 1/2	4 - 15
250	1020 - 4760	1/5 - 2	5 - 22
305 **	1360 - 2720	1/8 - 1/2	5 - 10
380 **	2040 - 4250	1/4 - 1	5 - 10
460 **	2890 - 6120	1/4 - 1 1/4	5 - 10
530 **	3910 - 8500	1/3 - 1 1/2	5 - 10

* Estos caudales han sido deducidos de las tablas de numerosos constructores de ventiladores de extracción (simple abertura). Intervalo de presiones estáticas 6 a 30 mm C.E. Los ventiladores de un diámetro de entrada inferior o igual a 250 mm se acoplan directamente a su motor.

** El caudal de estos ventiladores ha sido considerado arbitrariamente para velocidades a la salida comprendidas entre 5 y 10 m/seg. En general, estos ventiladores se eligen para una velocidad de salida de 7.5 m/seg aproximadamente.



ASPAS CURVAS HACIA ADELANTE

Tabla 4.2

V. AXIALES o HELICOIDALES.- El aire entra por la parte posterior del ventilador y sale por la parte anterior, en dirección paralela al eje. Puede clasificarse en: Tubo axial y Aspas directrices.

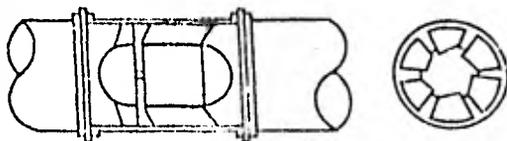
Estos ventiladores son excelentes para aplicaciones de gran volumen en que los niveles de ruido son de importancia secundaria (aplicaciones industriales). En la Fig. 4.4. se muestran estos aparatos y se anexa una Tabla 4.3 con algunas de sus características.

CARACTERÍSTICAS DE LOS VENTILADORES HELICOIDALES - REPULSIÓN SIN ENVOLVENTE

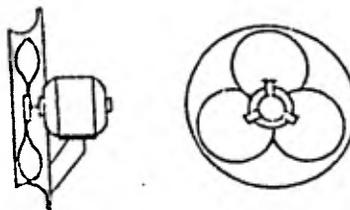
Diámetro del ventilador (mm)	Velocidad de rotación (rpm)	Caudal * (m ³ /h)
200	1500	850
305	1140	1400
305	1725	1870
405	855	1700
405	1140	2550
460	850	3060
460	1140	4000
510	850	4080
510	1140	4680
510	1620	5610

* Estos caudales pueden variar en ± 10 % de uno a otro constructor

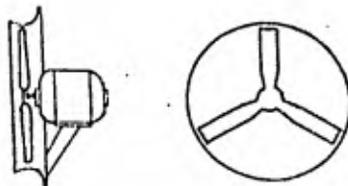
Tabla 4.3



DE ASPAS
CON ALETAS DIRECTRICES



DE DISCO O DE TUBO
AXIAL



DE HELICE O HELICOIDAL

Fig. 4.4

4.2.6. DUCTOS Y AISLAMIENTOS.

La distribución del aire en los sistemas centrales, incluye el movimiento a través de ductos.

Los ductos de inyección, retorno y extracción de aire se diseñan y fabrican según las normas y recomendaciones de la --- ASHRAE (Sociedad Americana de Ingeniería en Calefacción y Acondicionamiento de Aire), para los diversos materiales y en los calibres correspondientes con uniones engargoladas de los tipos aprobados y reforzados.

Los ductos de suministro de aire acondicionado instalados dentro del edificio se recubren con aislamiento térmico revestidos con papel aluminio. Este aislamiento puede ser de cualquier material incombustible aprobado como aislante térmico y equivalente a 25 mm de fibra de vidrio. Los ductos de aire recirculado se aislarán en la forma descrita anteriormente, solo cuando pasen por locales no acondicionados. Cuando estén los ductos expuestos al exterior se deberán cubrir con aislante equivalente a 50 mm de fibra de vidrio, y protegidos adecuadamente de la intemperie.

4.2.7. DIFUSORES Y REJILLAS.

La inyección del aire a los espacios acondicionados se hace a través de difusores o rejillas, provistos de deflectores para la corrección del flujo y/o compuertas para el control del volumen. Las velocidades recomendables a la salida de estas bo-

cas, deben ser las indicadas en la Tabla 4.4 según la utilización del lugar.

VELOCIDADES RECOMENDADAS EN LAS BOCAS DE SALIDA	
APLICACION	VELOCIDAD (m/s)
Estudios de radiodifusión	1,5-2,5
Residencias	2,5-4
Apartamentos	2,5-4
Iglesias	2,5-4
Dormitorios en hotel	2,5-4
Teatros	2,5-4
Oficinas particulares, tratadas acústicamente	2,5-4
Oficinas particulares, no tratadas	2,5-4
Salas de cine	5
Oficinas públicas	5-6,5
Almacenes comerciales, plantas superiores	7,5
Almacenes comerciales, planta principal	10

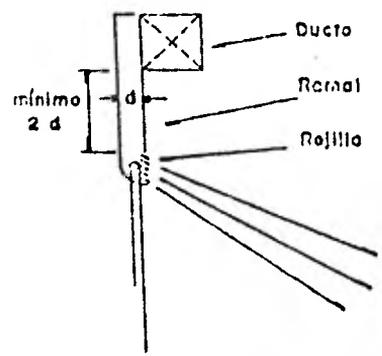
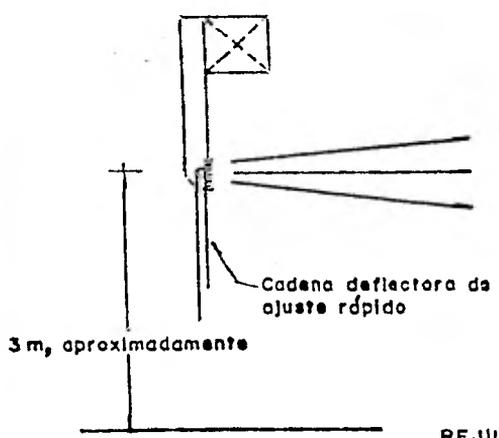
Tabla 4.4

En las figuras 4.5 y 4.6 pueden observarse algunos tipos de rejillas y difusores, así como recomendaciones para su colocación.

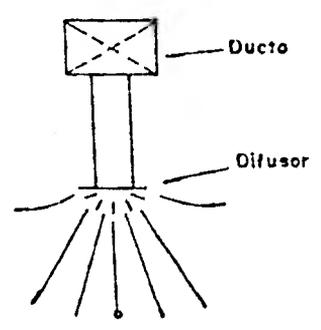
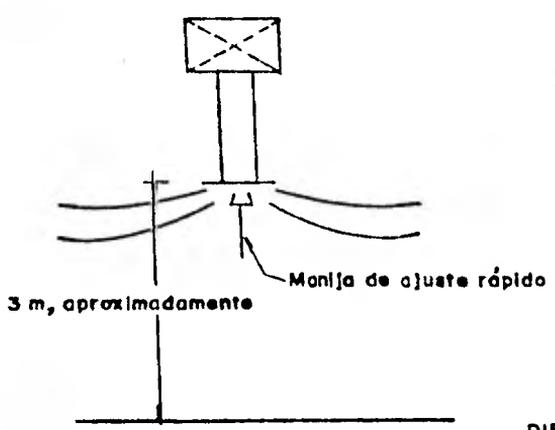
4.2.8. APARATOS DE CONTROL.

Para mantener el confort humano y satisfacer las exigencias industriales entre límites previamente determinados, con economía de combustible y de atención personal, son necesarios aparatos automáticos de control que respondan con rapidez, uniformidad y seguridad a los cambios de temperatura, humedad y pro--

REJILLAS Y DIFUSORES



REJILLA DE PARED



DIFUSOR

Fig. 4.5

LA DIFUSION DE AIRE

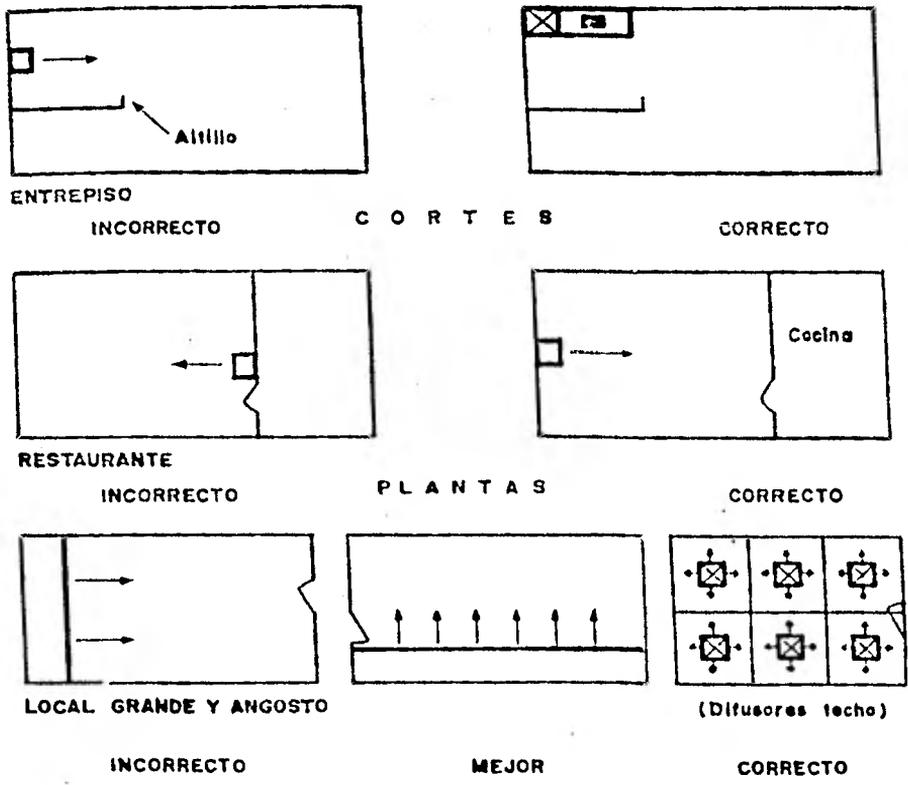


Fig. 4.6

sión. Estos controles pueden clasificarse de la siguiente forma:

TERMOSTATOS.- Instrumentos que responden al cambio de temperatura.

HIGROSTATOS.- Aparatos reguladores sensibles al grado de humedad del aire.

REGULADORES DE PRESION.- Aparatos colocados para evitar altas presiones interiores.

REGULADORES DE FLUJO.- Dispositivos que controlan el gasto de aire que habrá de introducirse al local.

INTERRUPTOR.- Dispositivo para el encendido y el apagado del sistema.

Para la selección, localización y ajuste de controles se se deberá dar una atención cuidadosa, para lograr un funcionamiento adecuado.

4.2.9. TUBERIAS Y VALVULAS.

Las tuberías para agua refrigerada y agua caliente en redes interiores o instaladas en ductos de tuberías, con diámetros de 100 mm y menores se usará cobre rígido tipo M, norma DGN B-61 1953. Las tuberías de 125 mm y mayores serán de acero sin costura, norma DGN B-10 1957, cédula 40, de extremos lisos para soldar.

Las válvulas para diámetros hasta de 50 mm deberán ser roscadas. Para diámetros de 64 mm y mayores, se instalarán vál-

vulas bridadas.

4.3. INSTALACIONES NECESARIAS.

En la actualidad las instalaciones para el acondicionamiento del aire pueden ser de formas muy variadas en función del espacio disponible, de la necesidad de refrigeración o calefacción, del tipo de actividad por desempeñar, y de otros factores que sin ser menos importantes ya han sido comentados en este trabajo, sin embargo todas estas condiciones nos inducen a clasificarlos.

CALASIFICACION DE LOS " SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO "

-- Por su funcionamiento.

- Sistemas Aislados:

Unidades de Ventana.

- Sistemas Centrales:

Unidades Paquete.

Unidades Mixtas.

- Sistemas de Manejadoras Individuales:

Unidades Terminales (FAN COILS).

-- Por la distribución del aire.

- Sistemas Unizona.

- Sistemas Multizonas.

Con el objeto de entender las diferencias que existen entre los sistemas, a continuación haremos una breve descripción de cada uno de ellos, así como de las unidades que los componen.

4.3.1. POR SU FUNCIONAMIENTO.

Se refiere a la forma en que se aclopan los distintos -- equipos de tratamiento de aire, (filtros, condensadores, ventiladores, etc.), formando unidades completas e integrales ó combinaciones de ellos, o bien por la capacidad de acondicionamiento.

SISTEMAS AISLADOS.

Estos se utilizan donde se requiere acondicionar solamente una pieza o local aislado, se logra por medio de Unidades de Ventana.

UNIDADES DE VENTANA.- Ellas se encuentran equipadas con todos los componentes mecánicos requeridos para suministrar el acondicionamiento del aire al local donde se instalen. El condensador es siempre enfriado por aire y la unidad requiere solo de ser conectada al suministro de energía eléctrica para comenzar a funcionar. La capacidad de estas unidades varía entre los $3/4$ y 3 Toneladas de Refrigeración (T.R.), (1 T.R. = 12,000 BTU/h o 3,333.33 Kcal/h). Se les puede instalar resistencias eléctricas para la calefacción en invierno. Su colocación como su nombre lo indica es empotradas en las ventanas, pero también puede ser en los muros.

SISTEMAS CENTRALES.

Estos sistemas tienen una posibilidad de uso muy grande, ya que van desde pequeñas unidades paquete, hasta unidades mixtas que requieren de casa de máquinas por su tamaño. Se caracterizan por constituirse de un solo núcleo a partir del cual distribuyen el aire acondicionado a los distintos locales, habitaciones y/o niveles de un edificio.

UNIDADES PAQUETE.- Se colocan fuera de los espacios por acondicionar, (fig. 4.8), el aire lo pueden inyectar por medio de ductos o a plénum. Pueden ser instaladas individualmente ó convinadas con otros sistemas para complementar las necesidades de refrigeración. Su capacidad varía entre las 3 y 15 T.R. y es tan equipadas con todo lo necesario para dar por sí solas el acondicionamiento. Todos los modelos vienen alambrados de fabrica, con su respectiva carga de refrigerante, tan solo para ser conectados a la energía eléctrica y ponerse a funcionar.

UNIDADES MIXTAS.- Este tipo de unidades a quienes hemos llamado mixtas son aquellas en que debido a la gran demanda de T.R. sería impráctico e incosteable fabricar una unidad paquete lo que hace necesario disponer de dos unidades que acoplandolas nos den la demanda requerida. Estas dos unidades son; una Manejadora y una Condensadora.

La Unidad Condensadora en realidad es un equipo de refrigeración que puede dar según el modelo donde 15 hasta 85 T.R. - Por otro lado la Unidad Manejadora es básicamente un ventilador o evaporador para controlar, tratar y manejar el aire que será inyectado.

SISTEMAS DE MANEJADORAS INDIVIDUALES.

Están constituidos por un gran número de pequeñas unidades manejadoras, también llamadas unidades terminales ó Fan Coil que sirven para un solo local cada una con su termostato.

UNIDADES TERMINALES (FAN COILS).- Estas están equipadas con filtros, serpentines, alimentadores de agua fría y agua caliente, ventilador y resistencias eléctricas opcionalmente. El aire puede ser exterior o de recirculación. Es recomendable para edificios de un gran número de cuartos en los que es deseable el control de la temperatura a voluntad. Son alimentados por agua helada ó caliente desde el cuarto de máquinas y un ventilador gradúa la cantidad del aire que se proporciona al cuarto.

4.3.2. POR LA DISTRIBUCION DEL AIRE.

SISTEMAS UNIZONA.

Cuando la generación de frío o calor, el filtrado de aire, su acondicionamiento e impulsión se efectúa sobre un solo ducto, aplicado a un conjunto de locales con salidas de aire a igual temperatura, es que estamos hablando de un Sistema Unizona.

Generalmente son sistemas de baja velocidad por lo que sus ductos tienden a ser de grandes dimensiones y es necesario dejar suficiente espacio para ellos entre la losa y el plafón.

El sistema no tiene una gran versatilidad, pero es adecuado y económico para locales y edificios pequeños.

Para su regulación se utiliza un termostato.

SISTEMAS MULTIZONA.

Son sistemas compuestos por un ventilador, serpentines separados de enfriamiento y calefacción y compuertas para regular el paso del aire frío o caliente a los diversos ductos encargados de distribuir el aire a las habitaciones.

Existe una variante de este sistema, es el " Conducto Dual ", que consiste en un ducto rectangular dividido en dos partes contiguas en la que por la parte superior transporta aire caliente y en la inferior aire frío. Se hacen llegar hasta las rejillas y en estas se regulan por medio de compuertas y termostatos. Se pueden llevar un gran número de ductos correspondientes a otro gran número de zonas.

Dependiendo de la magnitud del edificio se podrá tener una o más unidades multizonas en la casa de máquinas, conectadas directamente a los equipos generadores de calor o frío ó tener zonas del edificio alimentadas desde este lugar por tuberías de agua como sucede con los Fan Coils.

Es necesario considerar que estos ductos requieren de un espacio bastante amplio, para ser alojados entre plafón y losa.

C A P I T U L O 5

" PROYECTO DE UN SISTEMA

DE AIRE ACONDICIONADO "

El objeto en el diseño de Sistemas de Aire Acondicionado es, el de mantener un local bajo ciertas condiciones de temperatura, humedad, etc., de modo que proporcione confort a los ocupantes, estas características serán nuestros requisitos de diseño y deberán apegarse a lo expuesto en el capítulo 3 de este trabajo.

Para lograr conseguir y mantener dichas condiciones de confort, habrá que valorar las ganancias o pérdidas de calor que producen los ocupantes, la acción del sol sobre los cristales y muros, así como el generado por aparatos o equipos y otros de manera tal que pueda controlarse con el suministro de aire tratado para lograr el acondicionamiento deseado.

Los sistemas de acondicionamiento " completo ", (para cualquier época del año), deben diseñarse para condiciones extremas, típicamente en las temporadas de invierno y verano.

En el presente capítulo proyectaremos un Sistema de Aire Acondicionado basado en las " Normas de Proyecto " del Departamento del Distrito Federal y en el " Manual de Aire Acondicionado " de la compañía Carrier.

Con el objeto de ilustrar el procedimiento de diseño utilizaremos la planta de una oficina, (Fig. 5.1), en la que laborarán 4 funcionarios, 7 secretarías y llegan a tener un máximo de

8 concurrentes a solicitar servicio.

D I S E Ñ O.

Con el objeto de efectuar un cálculo sistemático, rápido y útil en la práctica, seguiremos pasos con carácter general, para cualquiera que sea el espacio por acondicionar:

-- Características del Local:

- . Localización y orientación.
- . Dimensiones del local.
- . Condiciones climatológicas.
- . Tipo de ocupantes y uso.
- . Ventilación según Normas.

-- Cálculo de Cargas Térmicas Exteriores, (Efecto Solar):

- . Ganancias debidas a los cristales.
- . Ganancias debidas a los muros y techos.
- . Ganancias debidas a infiltraciones.

-- Cálculo de Cargas Térmicas Interiores:

- . Ganancias por ocupantes.
- . Ganancias por alumbrado.
- . Ganancias por aparatos y/o equipos.

-- Cálculo de la Carga Total de Refrigeración.

-- Selección del Sistema Conveniente.

-- Distribución del Aire:

- . Cálculo de pérdidas.
- . Salidas y circulaciones.

Enunciados los pasos del método nos avocaremos a desarrollar cada uno de ellos.

5.1. CARACTERISTICAS DEL LOCAL.

5.1.1. LOCALIZACION Y ORIENTACION. (Fig. 5.1)

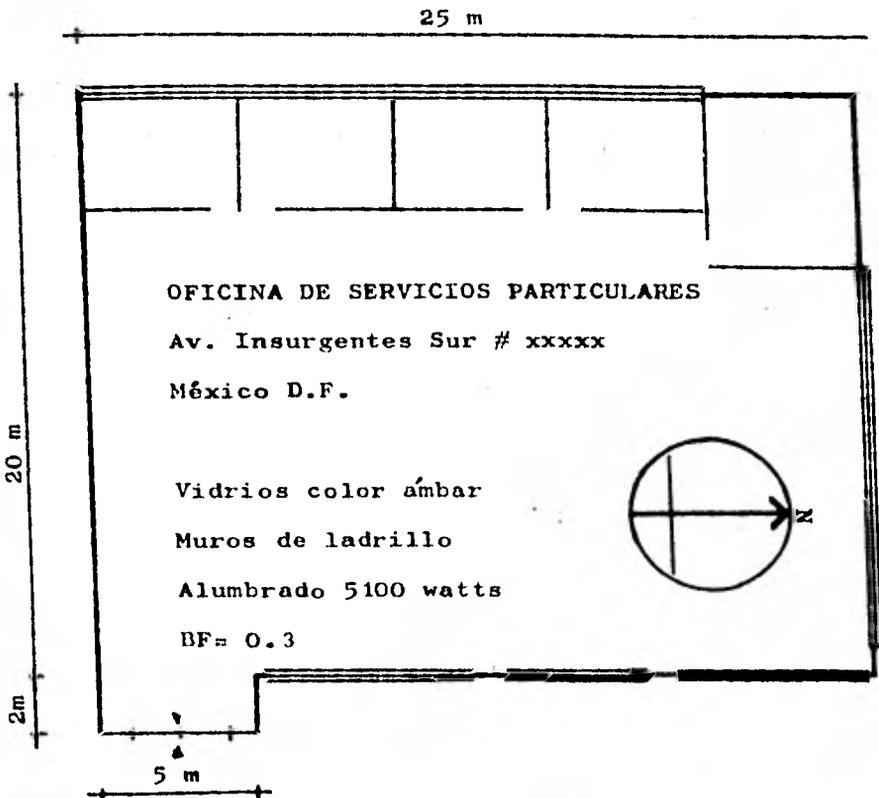


Fig. 5.1

5.1.2. DIMENSIONES. (Fig. 5.1)

5.1.3. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.

Se obtienen directamente del local, o bien pueden medirse de otro con características similares y complementarse con datos de las estaciones climatológicas. (Tabla 5.1)

VALORES TMP y TmP												
CLIMATOLOGIA EN EL VALLE DE MEXICO												
TABLA DE TEMPERATURAS MAXIMAS EN °C (FUENTE OBSERVATORIO TACUBAYA, D.F.)												
AÑOS	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
1965	24.8	25.0	28.3	28.7	30.2	29.9	25.6	25.0	25.8	25.0	24.7	25.5
1966	24.5	27.7	27.8	28.6	30.8	28.4	26.5	25.5	25.0	26.0	25.1	24.6
1967	23.2	26.4	28.1	30.4	31.0	29.0	26.7	25.9	24.3	23.7	24.5	23.4
1968	24.5	25.2	27.2	29.6	27.5	29.0	26.6	25.0	26.0	24.5	25.5	23.8
1969	26.2	27.9	29.4	30.0	30.6	30.4	26.8	24.9	25.2	26.2	26.8	25.4
1970	24.6	24.6	30.8	32.2	31.4	28.9	24.9	23.9	25.1	26.7	24.4	24.3
1971	25.8	27.5	28.5	31.5	30.4	28.7	25.9	25.2	25.9	25.3	25.4	24.0
1972	24.2	26.2	28.5	30.2	29.6	27.9	26.5	23.4	26.4	26.5	26.7	25.1
1973	28.2	27.8	31.2	31.4	32.4	29.5	25.5	24.7	24.6	25.5	26.0	24.3
1974	24.2	26.2	28.6	29.9	31.6	29.5	25.2	24.8	25.5	24.9		
TABLA DE TEMPERATURAS MINIMAS EN °C (FUENTE OBSERVATORIO TACUBAYA, D.F.)												
1965	-0.5	1.5	5.5	6.5	9.1	8.5	9.2	8.9	8.0	3.9	5.3	4.0
1966	-1.0	4.0	3.4	8.0	7.5	8.9	10.3	8.4	7.5	5.0	0.9	0.5
1967	0.3	2.0	0.5	7.2	8.5	9.8	9.6	9.9	6.5	3.4	4.5	1.8
1968	2.3	0.4	2.2	8.0	9.0	10.4	9.6	7.7	9.6	5.4	4.8	3.6
1969	1.7	3.6	6.5	5.6	9.5	10.7	10.1	10.3	8.0	5.5	2.9	2.4
1970	2.0	1.4	6.0	8.5	7.0	10.2	9.1	9.8	10.3	8.3	2.4	2.3
1971	3.0	3.0	4.6	4.5	9.9	8.5	9.9	5.0	11.0	5.7	5.1	2.7
1972	3.4	1.4	4.8	7.0	10.0	9.7	10.4	10.0	10.4	8.4	8.9	2.5
1973	2.0	3.8	2.3	7.7	9.9	5.0	10.4	15.0	10.2	8.0	1.8	2.0
1974	5.8	1.5	4.0	5.3	10.2	10.0	7.3	9.4	7.0	5.5		

Tabla 5.1

Estas condiciones permiten conocer el ambiente para el -

cálculo de cargas térmicas a través de muros, infiltraciones y ventilación.

5.1.4. TIPO DE OCUPANTES Y USO.

Como ya se mencionó al principio de este capítulo se trata de empleados y clientes de una oficina, en la zona metropolitana de la Cd. de México.

5.1.5. VENTILACION POR NORMAS.

De acuerdo a las normas de proyecto existe una ventilación mínima recomendada, que se calcula en base al capítulo 2 inciso 2.3. de este trabajo, donde:

$$\text{No. INDICE} = a + 10b + 100c$$

$$\begin{array}{lll} a = 1375/19 & b = 500/19 & c = 84/19 \\ a = 72.4 & b = 26.3 & c = 4.4 \quad ; \text{ entonces} \end{array}$$

$$\text{No. INDICE} = 72.4 + 10(26.3) + 100(4.4)$$

No. INDICE = 775.4 ; con este índice y la tabla de ventilación mínima requerida, supuestamente no se requiere ventilación mecánica, pero de acuerdo a la tabla de caudales de aire exterior y el renglón 6 se recomiendan $85 \text{ m}^3/\text{h}$ por persona o $6 \text{ m}^3/\text{h}$ por m^2 de superficie de suelo.

Estos valores y los obtenidos en los siguientes incisos se llevarán a las hojas de " Cálculo de Cargas Térmicas - Refri

geración y Calefacción ", la que nos facilitará la tarea de evaluar todos los parámetros que intervengán. Las hojas se presentan al final del subcapítulo 5.6.

5.2. CALCULO DE CARGAS TERMICAS EXTERIORES.

El calor del sol que recibe la tierra, es variable, (1125 a 1209 Kcal/h - m²), pero la cantidad que llega a la superficie terrestre se reduce considerablemente por dispersión o reflexión al espacio y por absorción de la atmósfera.

La carga solar y el estudio de sombras se presenta en las gráficas siguientes. (Fig. 5.2 y 5.2')

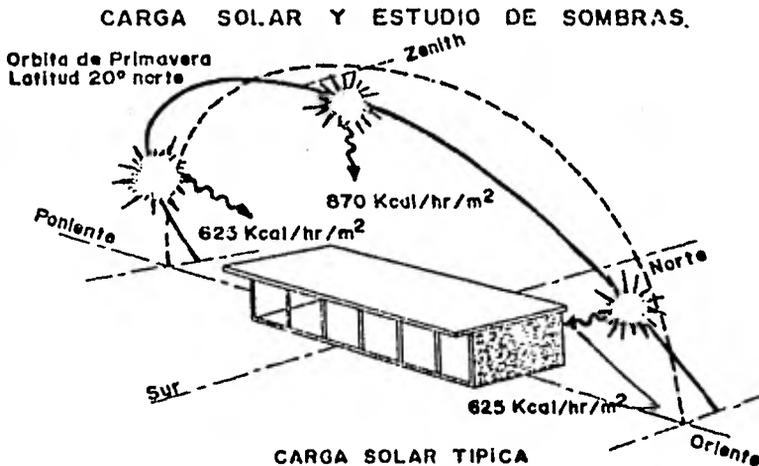


Fig. 5.2

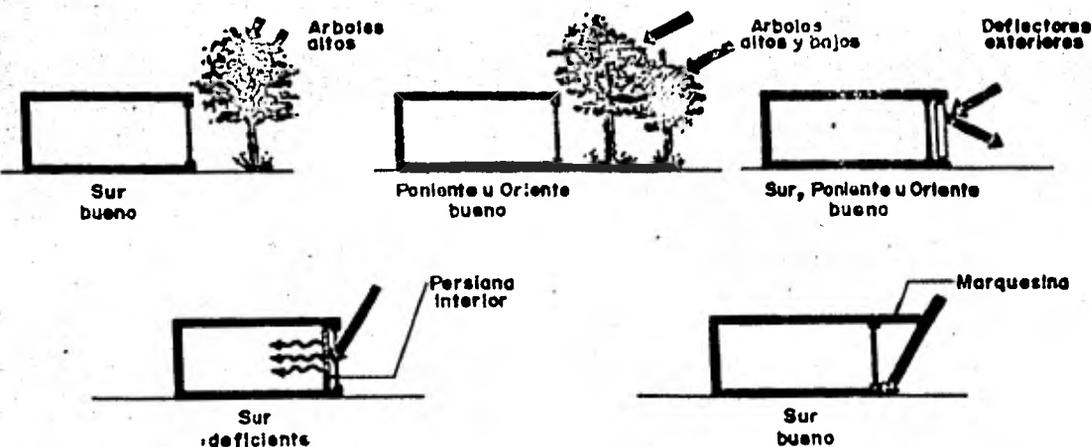


Fig. 5.2'

En la Fig. 5.2 se muestra solo un caso, pero existen tablas experimentales que según la latitud, el tiempo del año y la orientación de la ventana, proporcionan la energía solar que entra al local en estudio. Para la República Mexicana se utiliza la Tabla 5.2 de 20° latitud norte.

5.2.1. GANANCIAS DEBIDAS A LOS CRISTALES.

La ganancia de calor a través de un cristal ordinario depende de su situación geográfica, (latitud), del instante considerado, (hora y mes), y finalmente de su orientación. La radiación de calor del sol origina una ganancia de calor sensible en el espacio por acondicionar y para evaluarlo necesitamos seguir los pasos que continúan:

a. Se obtiene de la Tabla 5.2 la ganancia máxima de calor en Kcal/h.

APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO SENCILLO (Cont.)
kcal/h × (m² de abertura)

20°

Tabla 5.2

20°

0° LATITUD NORTE		HORA SOLAR														0° LATITUD SUR	
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época	
21 Junio	N	76	111	90	66	51	46	40	46	51	67	90	111	75	22 Octubre	S	
	NE	219	417	396	330	225	103	40	38	38	38	32	24	8		SE	
	SE	219	401	434	387	240	111	38	38	38	38	32	24	8		E	
	S	75	168	158	179	119	57	38	38	38	38	32	24	8		NE	
	SO	8	24	32	38	38	38	38	38	38	38	32	24	8		N	
	O	8	24	32	38	38	38	38	38	38	38	32	24	8		NO	
Horizontal	30	162	328	477	485	629	678	679	585	477	328	162	30	O			
22 Julio y 21 Mayo	N	54	75	77	46	40	38	38	38	40	46	67	90	54	21 Enero y 21 Noviembre	S	
	NE	192	358	374	261	198	84	38	38	38	35	32	21	8		SE	
	E	203	401	467	393	248	124	38	38	38	38	32	21	8		E	
	SE	64	189	235	214	154	78	38	38	38	35	32	21	8		NE	
	S	8	21	30	35	38	38	38	38	38	38	32	21	8		N	
	SO	8	21	32	35	38	38	38	38	38	38	32	21	8		NO	
Horizontal	8	148	320	474	585	650	680	650	585	474	320	148	8	O			
24 Agosto y 20 Abril	N	16	27	29	35	38	38	38	38	35	32	21	16	20 Febrero y 23 Octubre	S		
	NE	127	241	270	241	135	48	38	38	38	35	29	19		5	SE	
	E	142	385	467	404	287	138	38	38	38	35	29	19		5	E	
	SE	78	241	304	292	265	149	54	38	38	35	29	19		5	NE	
	S	5	19	29	35	38	38	38	38	38	38	32	21		5	N	
	SO	5	19	29	35	38	38	38	38	38	38	32	21		5	NO	
Horizontal	13	130	190	452	569	637	667	637	569	452	190	130	13	O			
22 Septiembre y 22 Marzo	N	0	12	38	35	38	38	38	38	38	35	32	16	0	22 Mayo y 22 Septiembre	S	
	NE	0	225	335	380	59	38	38	38	38	35	29	16	0		SE	
	E	0	352	462	404	282	127	38	38	38	35	29	16	0		E	
	SE	0	248	348	375	325	227	111	40	38	35	29	16	0		NE	
	S	0	21	59	109	141	170	176	172	147	107	59	21	0		N	
	SO	0	16	29	35	38	40	111	227	225	178	158	268	0		NO	
Horizontal	0	16	29	35	38	38	38	38	38	35	140	225	0	O			
23 Octubre y 20 Febrero	N	0	10	34	32	35	38	38	38	35	32	24	10	0	20 Abril y 24 Agosto	S	
	NE	0	119	141	78	35	38	38	38	35	22	24	10	0		SE	
	E	0	268	358	282	221	137	38	38	35	32	24	10	0		E	
	SE	0	246	398	431	404	322	200	72	35	37	24	10	0		NE	
	S	0	57	135	204	252	287	301	287	252	204	135	57	0		N	
	SO	0	10	24	32	35	38	38	38	38	35	32	24	10		0	NO
Horizontal	0	10	24	32	35	38	38	38	38	35	32	24	10	0	O		
21 Noviembre y 21 Enero	N	0	8	21	29	35	35	35	35	35	35	35	35	0	21 Mayo y 23 Julio	S	
	NE	0	65	10	78	35	35	35	35	35	29	21	8	0		SE	
	E	0	192	347	344	246	116	35	35	35	29	21	8	0		E	
	SE	0	188	390	444	428	366	244	124	42	29	21	8	0		NE	
	S	0	75	187	271	322	348	382	348	322	271	187	75	0		N	
	SO	0	8	21	29	32	35	35	35	35	35	35	35	35		0	NO
Horizontal	0	8	21	29	32	35	35	35	35	35	35	35	35	0	O		
22 Diciembre	N	0	5	19	28	35	35	35	35	35	35	35	35	0	21 Junio	S	
	NE	0	38	48	32	32	35	35	35	32	29	19	5	0		SE	
	E	0	151	330	378	270	92	35	35	32	29	19	5	0		E	
	SE	0	160	377	451	421	363	243	167	54	29	19	5	0		NE	
	S	0	67	200	301	358	396	404	396	358	301	200	67	0		N	
	SO	0	5	19	28	32	35	35	35	35	35	35	35	35		0	NO
Horizontal	0	5	19	28	32	35	35	35	35	35	35	35	35	0	O		

Correcciones	Máximo mensual o ningún máx. + 1.0.85 ó 1.17	Defecto de Impera 15% máx.	Altitud + 0.7% por 300 m	Punto de rocío superior a 19.5 °C - 14% por 10° C	Punto de rocío superior a 18.8 °C + 14% por 10° C	Latitud sur Dic. ó enero + 7%
--------------	--	----------------------------	--------------------------	---	---	-------------------------------

Valores subrayados máximos mensuales

Valores encuadrados máximos anuales

- b. Si la ventana ocupa más del 85 % de la relación ventana - estructura se debe multiplicar por un factor 1.17 el valor obtenido.
- c. El valor obtenido se multiplica por un factor , dado en la tabla 5.3 de acuerdo al tipo de ventana y dispositivo de sombra.
- d. Por cada 300 m arriba del nivel del mar, debe incrementarse la ganancia en un 7%.

FACTORES TOTALES DE GANANCIA SOLAR A TRAVÉS DEL VIDRIO
(coeficientes globales de insolación con o sin dispositivo de sombra o pantalla)*

Aplicar estos coeficientes a los valores de las tablas 6 y 15
Velocidad del viento 8 km/h. Ángulo de incidencia 30°. Con máximo sombra de persona

TIPO DE VIDRIO	SIN PERSIANA O PANTALLA	PERSIANAS VENECIANAS INTERIORES* Listones horizontales o verticales inclinados 45° O CORTINAS DE TELA			PERSIANAS VENECIANAS EXTERIORES* Listones horizontales inclinados 45°		PERSIANA EXTERIOR* Listones horizontales 7° (horizontal)		CORTINA EXTERIOR DE TELA Cajón de 10 cm y 10 cm	
		Color claro	Color medio	Color oscuro	Color claro	Estructura clara interior oscura	Color medio	Color oscuro	Color claro	Color medio
VIDRIO SENCILLO ORDINARIO	1,00	0,56	0,65	0,75	0,15	0,13	0,22	0,15	0,20	0,25
VIDRIO SENCILLO 6 mm	0,94	0,56	0,65	0,74	0,14	0,12	0,21	0,14	0,19	0,24
VIDRIO AISLANTE*****										
Coefficiente de absorción 0,40 a 0,40	0,80	0,56	0,62	0,72	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,20
Coefficiente de absorción 0,40 a 0,30	0,73	0,53	0,59	0,62	0,11	0,10	0,16	0,11	0,15	0,18
Coefficiente de absorción 0,30 a 0,20	0,62	0,51	0,54	0,56	0,10	0,10	0,14	0,10	0,12	0,16
VIDRIO DOBLE										
Vidrio exterior	0,90	0,54	0,61	0,67	0,14	0,12	0,20	0,14	0,18	0,22
Vidrio de 6 mm	0,60	0,52	0,59	0,65	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,20
Vidrio interior exterior										
Vidrio con absorción de 0,40 a 0,30	0,52	0,36	0,39	0,43	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,13
Vidrio interior de 6 mm										
Vidrio con absorción de 0,40 a 0,30	0,50	0,36	0,39	0,43	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,12
VIDRIO TRIPLE										
Vidrio exterior	0,83	0,48	0,56	0,64	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,20
Vidrio de 6 mm	0,69	0,47	0,52	0,57	0,10	0,10	0,15	0,10	0,14	0,17
VIDRIO PANTALLA										
Color claro	0,28									
Color medio	0,39									
Color oscuro	0,50									
VIDRIO DE COLOR*****										
Azul	0,70									
Bajo color	0,56									
Azul	0,60									
Gris	0,32									
Gris-verde	0,46									
Esmeralda claro	0,43									
Esmeralda oscuro	0,37									

Tabla 5.3

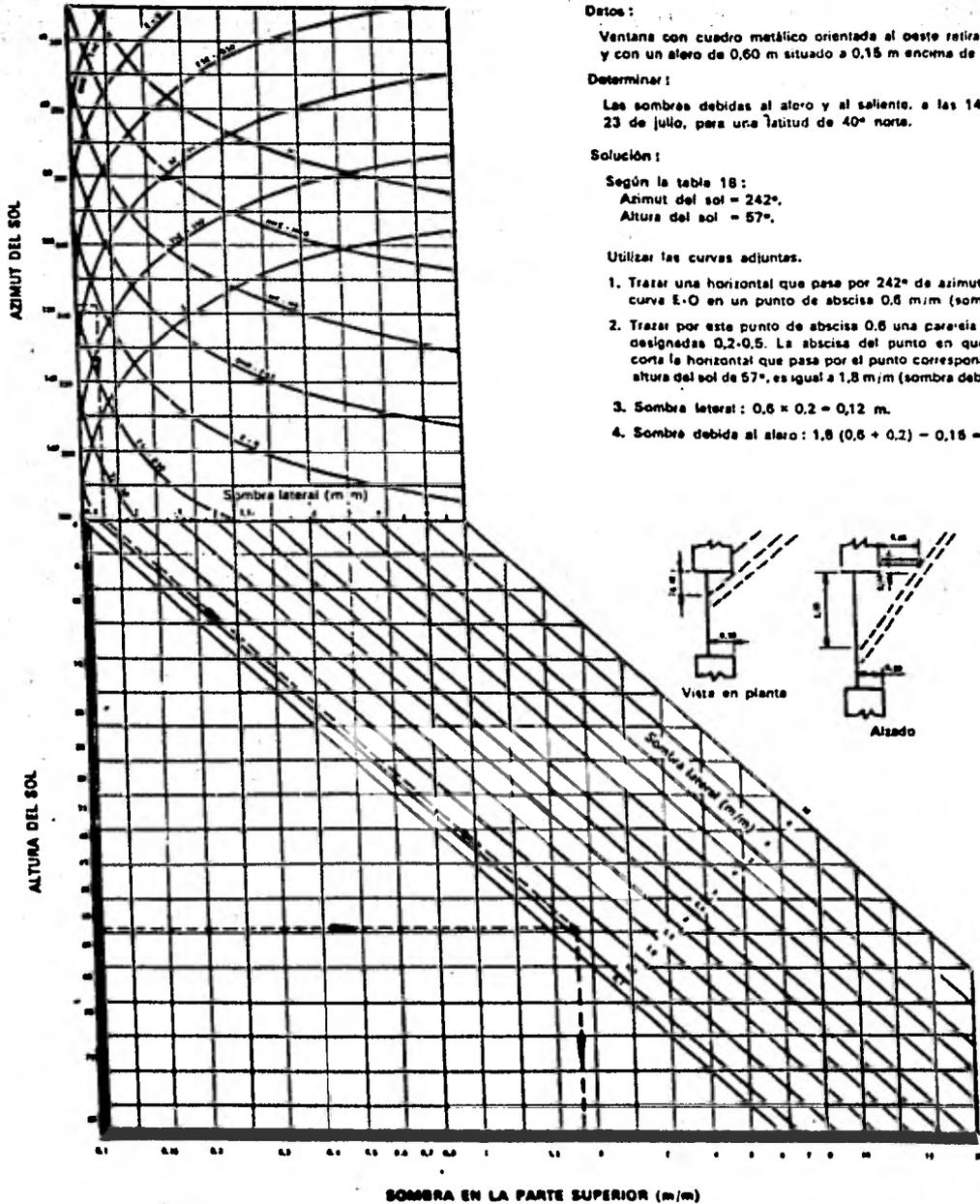
Cuando existen sombras debidas a los aleros, salientes y edificios adyacentes se reduce el área de ventana. Esta reducción se calcula de acuerdo al ejemplo de la gráfica 1 y la tabla 5.4, el área de reducción se multiplica por 0.8, ya que la radiación difusa continúa existiendo y esta última área es la que se resta al área de ventana.

5.2.2. GANANCIAS DEBIDAS A LOS MUROS Y TECHOS.

Las ganancias o pérdidas de calor a través de muros y techos se calcula a la hora de máximo flujo térmico, (máxima ganancia 12 hrs.; máximas pérdidas 4.5 hrs.) y se deben a la insolación y a la diferencia de la temperatura exterior e interior. Son muy variables en el transcurso del día por lo que el flujo a través de las estructuras es inestable. Por los motivos anteriores se ha llegado al concepto empírico de " diferencia equivalente de temperatura " (diferencia entre las temperaturas de aire interior y exterior, que resulta del flujo calorífico total a través de las estructuras, originado por la radiación solar variable y la temperatura exterior). En función de este parámetro que se obtiene de las tablas 5.5 y 5.6 y de una constante " K ", (solo se presenta las constantes para los casos más generales, pudiendo consultarse el manual para otro caso particular), que depende del tipo de material, el cálculo de la ganancia térmica se da con la siguiente expresión:

$$q = K A Dto$$

SOMBRA DEBIDA A LOS ALEROS, SALIENTES Y EDIFICIOS ADYACENTES GRAFICA 1



Datos:

Ventana con cuadro metálico orientada al oeste retirada 0,20 m y con un alero de 0,60 m situado a 0,15 m encima de la ventana.

Determinar:

Las sombras debidas al alero y al saliente, a las 14 horas del 23 de julio, para una latitud de 40° norte.

Solución:

Según la tabla 18:

Azimut del sol = 242°.

Altura del sol = 57°.

Utilizar las curvas adjuntas.

1. Trazar una horizontal que pase por 242° de azimut. Corta a la curva E-O en un punto de abscisa 0,6 m/m (sombra lateral).
2. Trazar por este punto de abscisa 0,6 una paralela a las rectas designadas 0,2-0,5. La abscisa del punto en que esta recta corta la horizontal que pasa por el punto correspondiente a una altura del sol de 57°, es igual a 1,8 m/m (sombra debida al alero).
3. Sombra lateral: $0,6 \times 0,2 = 0,12$ m.
4. Sombra debida al alero: $1,8 (0,6 + 0,2) = 0,18 = 1,30$ m.

donde: q= ganancia de calor a través del muro o techo (Kcal/h)

K= coeficiente global de transmisión del material

A= superficie (m²)

Dto= diferencia equivalente de temperatura en °C

Tabla 5.5

DIFFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)

Muros soleados o en sombra*

Valedero para muros de color oscuro. 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura Interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h. mes de Julio y 40° de latitud Norte**

ORIENTACIÓN	PESO DEL MURRO (kg/m ²)	HORA SOLAR																									
		MAÑANA												TARDE												NOCHE	
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	0	1					
N	100	2.0	6.3	12.3	12.0	12.3	10.6	7.0	7.2	6.7	7.3	7.8	7.8	7.0	6.7	5.3	4.4	3.3	2.3	1.1	0	-1.1	-1.7	-2.3	-1.1		
	200	-0.5	-1.1	-1.1	2.0	12.3	12.2	11.1	8.3	5.5	6.1	6.7	7.2	7.8	7.3	6.7	6.1	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0.5	0	-0.3		
	300	2.2	1.7	2.2	2.3	2.7	3.5	8.9	8.3	7.8	6.7	5.5	6.1	6.7	6.7	6.7	6.1	5.5	5.0	4.4	3.9	3.3	2.8	2.0			
NE	100	2.0	3.0	5.3	5.3	5.3	3.3	3.3	3.3	3.3	7.0	6.7	5.8	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5			
	200	6.5	9.4	16.7	10.5	20.0	10.4	17.0	11.1	6.7	7.2	7.0	7.6	7.6	6.7	5.5	4.4	3.3	2.3	1.1	0	-0.5	-1.1	-1.7	-1.7		
	300	-0.5	-0.3	0	11.7	16.7	17.2	12.2	10.6	7.0	7.2	6.7	7.2	7.0	7.2	6.7	6.1	5.5	4.4	3.3	2.2	1.7	0.5	0			
E	100	5.5	2.0	3.3	4.4	7.0	11.1	13.2	13.9	12.3	11.1	10.8	8.9	7.8	7.0	7.2	6.7	6.1	5.5	5.0	4.4	3.9	2.9	2.3			
	200	4.1	5.5	5.5	3.0	4.4	3.0	5.5	6.3	10.6	10.6	10.0	9.4	8.9	7.6	6.7	7.2	7.0	7.0	7.0	7.2	7.2	6.7	6.7			
	300	5.5	2.2	7.2	10.6	14.4	15.0	15.6	14.4	13.2	10.6	8.9	8.3	7.8	6.7	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0	-0.5	-0.5	-1.1	-1.1		
SE	100	0.5	6.5	8	7.3	11.1	13.2	15.6	14.4	12.9	11.7	10.8	8.5	7.8	7.2	6.7	6.1	5.5	4.4	3.3	2.2	1.7	1.7	1.1			
	200	2.9	3.9	3.5	2.3	3.3	6.1	8.9	9.4	10.0	10.4	10.0	9.4	7.8	7.2	6.7	6.1	5.5	5.0	4.4	3.9	4.4	4.4	3.9			
	300	5.0	4.4	4.4	4.4	4.4	5.9	2.3	6.1	7.0	8.3	8.9	10.0	8.9	8.3	7.0	7.3	6.7	6.7	6.1	6.1	5.5	5.5	5.0			
S	100	-0.3	-1.1	-2.3	0.5	2.2	7.0	12.2	15.0	16.7	15.6	14.4	11.1	8.9	6.7	3.3	2.9	2.3	1.7	1.1	0.5	0.5	0	-0.3			
	200	-0.5	-1.7	-2.3	-1.7	-1.1	2.9	6.7	11.1	13.2	13.9	16.4	12.9	11.1	8.3	6.7	5.3	4.4	3.3	2.2	1.1	0.5	0.5	0			
	300	2.3	2.2	1.1	1.1	1.1	1.7	2.3	4.4	6.7	8.3	8.9	10.9	10.9	8.9	7.8	6.1	5.5	5.0	4.4	4.4	3.9	2.3	2.0			
SO	100	3.9	3.3	3.3	2.0	3.3	2.3	3.3	2.2	3.3	3.3	3.9	5.3	7.2	7.0	6.2	6.9	6.9	7.0	6.7	5.3	5.5	5.0	4.4	3.9		
	200	-1.1	-2.3	-2.3	-1.1	0	3.9	2.5	10.6	14.4	16.9	22.3	32.0	33.3	33.3	16.7	13.2	6.7	3.3	2.2	1.1	0.5	0.5	0	-0.5		
	300	1.1	0.5	0	0	0	8.5	1.1	4.4	6.7	13.3	17.8	19.4	20.0	19.4	18.9	11.1	5.5	3.9	5.3	2.0	3.3	2.2	1.7	1.7		
O	100	2.0	3.5	3.9	2.0	3.3	2.0	2.3	3.9	4.4	6.7	7.5	10.6	17.3	19.0	15.5	12.0	12.2	8.9	5.9	5.0	3.9	3.0	4.4	3.9		
	200	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	3.9	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	2.9	6.4	5.5	6.3	10.0	10.6	11.1	7.2	6.4	4.4	4.4	4.4	4.4		
	300	-1.1	-1.7	-2.3	-1.1	0	1.7	2.3	7.0	11.1	17.0	22.3	33.0	36.7	16.9	13.3	7.0	4.4	2.0	1.1	0.5	0	0	-0.3	-0.5		
NO	100	1.1	0.5	0	0	0	4.1	3.2	3.9	5.5	10.6	14.4	18.9	22.2	22.2	20.0	15.6	8.9	3.3	3.5	2.0	3.2	1.7	1.7	1.1		
	200	2.0	2.7	7.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.0	3.2	5.5	6.7	6.4	11.1	11.7	12.3	7.0	4.4	3.9	2.9	2.9	3.5	2.3	2.0	
	300	4.4	3.9	3.2	3.3	5.3	3.3	3.2	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	4.4	3.0	5.5	7.0	10.0	10.6	11.1	8.9	7.3	6.1	5.5	5.0	
N (en la sombra)	100	-1.7	-1.7	-3.2	-1.7	-1.1	0.5	2.7	4.4	5.5	6.7	7.8	7.3	6.7	5.5	4.4	3.3	2.3	1.1	0	-0.5	-0.3	-1.1	-1.1			
	200	-1.7	-1.7	-3.2	-1.7	-1.1	-0.5	0	1.2	3.3	4.4	5.5	6.1	6.7	6.7	6.1	5.5	4.4	3.3	2.2	1.1	0.5	0	-0.5	-1.1		
	300	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.5	1.1	1.7	2.3	2.0	2.0	2.0	4.4	3.9	3.3	3.0	2.2	1.7	1.7	1.1	1.1	0.5		
		0.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0.3	1.1	1.7	2.3	3.0	3.3	3.9	4.4	3.9	3.3	2.3	1.7	1.1	1.1	0.5		

Ecuación: Ganancias por transmisión a través de los muros (kcal/h) = Área (m²) * (Diferencia equivalente de temperatura) * [Coeficiente de transmisión global]

* Véase tanto si el muro tiene o no aislamiento.

** Para condiciones diferentes, aplicar las correcciones indicadas en el texto

*** El peso por m² de los tipos de construcción clásicas están indicados.

Para pesos por m² inferiores a 100 kg/m², tomar los valores correspondientes a 100 kg/m².

Tabla 5.6

DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)
TECHO SOLEADO O EN SOMBRA*

Valedero para techos de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h., mes de Julio y 40° de latitud Norte**

CONDICIONES	PESO DEL TECHO (kg/m²)	HORA SOLAR																							
		MAÑANA												TARDE						MAÑANA					
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5
Baldosa	100	-2.2	-3.3	-2.9	-2.8	0.5	3.9	9.2	12.3	17.8	21.1	27.9	25.6	25.5	22.8	19.4	15.8	12.2	8.9	5.5	2.9	1.7	8.5	-0.8	-1.7
	200	0	-0.5	-1.1	0.2	1.1	5.0	9.9	12.8	16.7	20.0	22.9	22.9	22.9	22.2	19.4	16.7	12.9	11.1	6.3	4.7	4.4	3.3	3.3	1.1
	300	2.3	1.7	3.1	1.7	2.3	5.3	9.9	12.8	15.6	18.1	21.3	22.2	22.8	21.7	19.4	17.0	15.6	13.2	11.1	9.4	7.2	4.1	5.0	3.3
Cubierta de agua	100	-2.8	-1.1	0	1.1	2.2	5.5	8.9	10.6	12.2	11.1	10.0	8.9	7.8	6.7	5.5	3.3	1.1	0.1	0.5	-0.9	1.7	-1.7	-2.2	-3.8
	200	-1.7	-1.1	-0.5	0.1	0	2.8	5.5	7.2	8.2	8.1	8.9	8.2	8.2	7.8	6.7	5.5	2.9	2.8	1.7	0.1	-0.5	-1.1	-1.7	-1.7
	300	0.1	-1.1	-1.1	-1.1	-1.1	1.1	2.8	2.9	3.5	4.7	7.8	8.2	8.9	8.3	7.8	6.7	5.5	4.4	3.3	2.2	1.7	1.1	0.5	0
Tejido	100	2.2	1.1	0	1.1	2.2	4.4	6.7	8.2	10.0	11.4	9.9	8.2	7.8	6.7	5.5	3.2	1.1	0.5	0	-0.5	-1.1	-1.1	-1.7	-1.7
	200	1.1	-1.1	-0.5	-0.1	0	1.1	2.8	3.8	7.2	7.8	7.8	7.8	7.8	7.2	6.7	5.5	2.9	2.8	1.7	0.1	0	0	-0.5	-0.5
	300	-0.5	-1.1	-1.1	1.1	-1.1	0	1.1	2.8	4.4	5.5	6.7	7.2	7.8	7.1	6.7	6.1	5.5	4.4	3.2	2.2	1.1	0.5	0	0.5
(en la sombra)	100	2.8	-2.8	2.1	-1.1	0	1.1	2.1	3.0	4.7	7.2	7.8	7.3	6.7	5.5	4.4	3.8	1.1	0.5	0	-0.5	-1.7	-2.2	-2.8	-2.8
	200	3.8	-2.8	2.1	-1.7	-1.1	0	1.1	2.8	4.4	5.5	6.7	7.2	6.7	4.1	5.5	4.4	3.2	2.2	1.1	0	-0.5	-1.7	-2.2	-2.8
	300	-1.7	-1.7	1.1	-1.1	1.1	-0.5	0	1.1	2.2	3.2	4.4	5.0	5.1	5.5	5.5	5.0	4.4	3.2	2.2	1.1	0.5	0	0.5	1.1

Ecuación: Ganancias por transmisión a través del techo (kcal/h) = Área (m²) * (Diferencia equivalente de temperatura) * (Coeficiente de transmisión global).

- Si las bóvedas o buhardillas están ventiladas o si el techo está aislado, tomar el 75 % de los valores precedentes. Para techos inclinados, considerar la proyección horizontal de la superficie.
- ** Para condiciones diferentes, aplicar las condiciones indicadas en el texto
- *** Los pesos por m² de los tipos de construcción clásicos están indicados

5.2.3. GANANCIAS DEBIDAS A INFILTRACION.

Se deben tomar de evitar al máximo las posibles infiltraciones, pero las ganancias de calor se estiman de acuerdo a la ecuación:

Calor Sensible; volumen infiltrado X diferencia de temp. X 0.3

Calor Latente ; volumen infiltrado X g/Kg

donde ; volumen infiltrado se obtiene de las Tablas 5.8

VALORES DE " K "

COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN GLOBAL K. MUROS DE MANPOSTERÍA
VERANO - INVIERNO
kcal/h·m²·°C

Los números entre paréntesis corresponden a pesos por m³. El peso total por m² es igual a la suma de los valores correspondientes al muro y al revestimiento

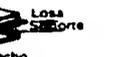
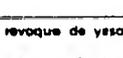
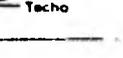
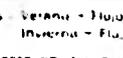
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	ESPESOR (cm) y peso (kg/m³)	REVESTIMIENTO INTERIOR									
		Ninguna	Revoque de yeso 10 mm (10)	Enlucido 15 mm		Entramado metálico sobre fono		Yeso 10 mm o entramado metálico sobre fono		Panel sistema sin enlucido o con enlucido sobre fono	
				De arena (30)	Ligero (15)	Enlucido de arena 20 mm (30)	Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 12 mm (35)	Enlucido ligero 12 mm (10)	Panel de 12 mm (10)	Panel de 25 mm (20)
 LADRILLO MACIZO Paramento y terminado Ordenario sistemático	20 (423)	2,34	2,00	2,20	2,00	1,51	1,37	1,42	1,32	1,07	0,78
	30 (500)	1,71	1,51	1,61	1,46	1,22	1,12	1,12	1,07	0,93	0,68
	40 (584)	1,32	1,22	1,27	1,22	1,02	0,93	0,98	0,93	0,78	0,63
	20 (391)	2,00	1,76	1,90	1,71	1,37	1,27	1,27	1,22	1,02	0,73
	30 (460)	1,51	1,37	1,46	1,32	1,12	1,07	1,07	1,02	0,88	0,68
	40 (544)	1,22	1,12	1,17	1,12	0,93	0,88	0,88	0,88	0,78	0,59
 ADOQUÍN	20 (400)	2,27	2,48	3,07	2,59	1,90	1,66	1,71	1,56	1,27	0,88
	30 (473)	2,68	2,79	2,54	2,25	1,66	1,51	1,51	1,42	1,17	0,83
	40 (546)	2,29	2,00	2,20	1,95	1,31	1,37	1,37	1,32	1,07	0,78
	60 (708)	1,76	1,56	1,71	1,56	1,37	1,17	1,17	1,12	0,93	0,73
ADOBE O LADRILLO	20 (127)	1,44	1,44	1,56	1,44	1,22	1,12	1,12	1,07	0,88	0,59
	30 (193)	1,22	1,12	1,12	1,12	0,98	0,88	0,88	0,88	0,72	0,48
 HORMIGÓN VERTIDO 2000 Kg/m³ 1200 Kg/m³ 800 Kg/m³	15 (342)	3,44	2,48	2,37	2,83	3,00	1,76	1,81	1,66	1,27	0,88
	20 (484)	3,27	2,39	3,07	2,59	1,90	1,66	1,71	1,56	1,27	0,83
	30 (571)	3,98	2,15	2,78	2,59	1,76	1,56	1,61	1,51	1,22	0,83
	40 (680)	2,68	1,95	2,54	2,20	1,66	1,51	1,51	1,42	1,17	0,78
	15 (198)	1,51	1,37	1,46	1,22	1,17	1,02	1,07	1,02	0,88	0,68
	20 (267)	1,22	1,12	1,17	1,12	0,93	0,88	0,88	0,88	0,78	0,51
	30 (336)	1,02	0,93	0,88	0,83	0,78	0,73	0,73	0,68	0,68	0,54
	40 (405)	0,88	0,83	0,83	0,73	0,73	0,68	0,68	0,68	0,59	0,49
	15 (73)	0,63	0,62	0,63	0,63	0,59	0,54	0,54	0,54	0,43	0,44
	20 (97)	0,49	0,49	0,49	0,49	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,34
	30 (121)	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,34	0,39	0,34	0,39	0,29
	40 (146)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,29	0,29	0,29
 BLOQUEADO HUECO Arena y gralla Escoria Ligero	20 (310)	2,54	2,15	2,34	2,10	1,61	1,42	1,44	1,37	1,13	0,83
	30 (387)	2,29	2,00	2,20	1,95	1,51	1,37	1,37	1,32	1,07	0,78
	20 (180)	1,90	1,71	1,81	1,66	1,37	1,22	1,22	1,17	0,98	0,73
	30 (259)	1,76	1,61	1,71	1,56	1,37	1,17	1,17	1,12	0,93	0,73
	20 (186)	1,71	1,56	1,66	1,51	1,27	1,12	1,12	1,07	0,93	0,73
	30 (260)	1,56	1,42	1,51	1,37	1,17	1,07	1,07	1,02	0,88	0,68
ESCAYOLA SOBRE LADRILLO HUECO	20 (190)	1,76	1,56	1,66	1,56	1,27	1,17	1,17	1,12	0,93	0,73
	30 (218)	1,56	1,42	1,51	1,37	1,12	1,07	1,07	1,02	0,88	0,68
	40 (239)	1,42	1,33	1,37	1,27	1,07	0,98	0,98	0,98	0,83	0,63

Ecuaciones: Ganancias kcal/h = (Área m²) · Coeficiente K · (Diferencia equivalente de temperatura)
Pérdidas kcal/h = (Área m²) · Coeficiente K · (temperatura interior - temperatura exterior)

VALORES DE " K "

COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN GLOBAL K — TERRAZAS *
 VERANO : Flujo ascendente — INVIERNO : Flujo descendente
 kcal/h·m²·°C

Los números entre paréntesis dan el peso en kg/m². El peso total es igual a la suma de los pesos de los diversos componentes

NATURALEZA DEL PISO O PAVIMENTO	ESPESOR DEL TECHO (cm) y peso (kg/m ²)	TECHO **	AISLANTE ENCIMA DEL PAVIMENTO (mm)						
			Ninguno	13 (3)	25 (6)	38 (10)	50 (13)	63 (16)	75 (20)
 Chapa Aislante Techo	2.5 (24)	Con o sin enlucido (30)	2.27	1.71	1.12	0.88	0.73	0.59	0.49
		Suspendido (ordinario) (25)	1.54	1.07	0.83	0.68	0.59	0.49	0.44
		Suspend. (losas acústicas) (10)	1.12	0.88	0.68	0.59	0.51	0.44	0.39
 Paneles prefabricados Aislante Techo	5 (19)	Con o sin enlucido (30)	0.98	0.78	0.63	0.54	0.49	0.44	0.39
		Suspendido (ordinario) (25)	0.73	0.59	0.54	0.44	0.39	0.39	0.34
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0.63	0.49	0.44	0.39	0.39	0.34	0.29
 Losas Aislante Techo	7.5 (34)	Con o sin enlucido (30)	0.48	0.34	0.49	0.44	0.39	0.39	0.34
		Suspendido (ordinario) (25)	0.59	0.49	0.44	0.34	0.34	0.29	0.24
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0.49	0.44	0.39	0.34	0.34	0.29	0.24
 Hormigón Aislante Techo	18 (279) 15 (341) 20 (454)	Con o sin enlucido (30)	2.49	1.46	1.02	0.78	0.68	0.59	0.49
		Suspendido (ordinario) (25)	1.37	0.78	0.78	0.63	0.59	0.49	0.44
		Suspend. (losas acústicas) (10)	1.02	0.78	0.63	0.54	0.49	0.44	0.39
 Hormigón Aislante Techo	5 (43)	Con o sin enlucido (30)	1.12	0.98	0.73	0.63	0.54	0.49	0.39
		Suspendido (ordinario) (25)	0.88	0.68	0.59	0.49	0.44	0.44	0.39
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0.73	0.59	0.54	0.44	0.39	0.39	0.34
 Hormigón Aislante Techo	7.5 (63)	Con o sin enlucido (30)	1.02	0.78	0.63	0.54	0.49	0.44	0.39
		Suspendido (ordinario) (25)	0.73	0.59	0.54	0.44	0.39	0.39	0.34
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0.61	0.54	0.49	0.39	0.39	0.34	0.29
 Hormigón Aislante Techo	10 (78)	Con o sin enlucido (30)	0.61	0.68	0.54	0.49	0.44	0.39	0.34
		Suspendido (ordinario) (25)	0.63	0.54	0.49	0.39	0.39	0.34	0.29
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0.59	0.49	0.44	0.34	0.34	0.29	0.24
 Losas Aislante Techo	5 (33)	Con o sin enlucido (30)	1.54	1.07	0.83	0.68	0.59	0.49	0.44
		Suspendido (ordinario) (25)	1.02	0.83	0.63	0.54	0.49	0.44	0.39
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0.63	0.61	0.59	0.48	0.44	0.39	0.34
 Losas Aislante Techo	7.5 (73)	Con o sin enlucido (30)	1.12	0.83	0.73	0.63	0.54	0.49	0.39
		Suspendido (ordinario) (25)	0.93	0.73	0.63	0.54	0.49	0.44	0.39
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0.73	0.59	0.54	0.44	0.39	0.39	0.34
 Losas Aislante Techo	10 (93)	Con o sin enlucido (30)	1.12	0.83	0.68	0.59	0.49	0.44	0.39
		Suspendido (ordinario) (25)	0.83	0.63	0.59	0.49	0.44	0.39	0.34
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0.68	0.59	0.54	0.44	0.39	0.39	0.34
 Madera Aislante Techo	2.5 (14)	Con o sin enlucido (30)	1.95	1.37	0.93	0.73	0.63	0.54	0.44
		Suspendido (ordinario) (25)	1.17	0.88	0.68	0.59	0.54	0.44	0.39
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0.93	0.73	0.63	0.54	0.49	0.39	0.34
 Madera Aislante Techo	5 (24)	Con o sin enlucido (30)	1.17	0.98	0.78	0.63	0.54	0.49	0.39
		Suspendido (ordinario) (25)	0.91	0.73	0.63	0.54	0.49	0.44	0.34
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0.78	0.63	0.54	0.49	0.44	0.39	0.34
 Madera Aislante Techo	7.5 (39)	Con o sin enlucido (30)	1.01	0.78	0.63	0.54	0.49	0.44	0.39
		Suspendido (ordinario) (25)	0.78	0.63	0.54	0.44	0.44	0.39	0.34
		Suspend. (losas acústicas) (10)	0.63	0.54	0.44	0.44	0.39	0.34	0.29

Ecuaciones: Verano - Flujo descendente: $Q_{verano} = K \cdot h \cdot (A_{ext} - A_{int})$
 Invierno - Flujo ascendente: $Q_{invierno} = K \cdot h \cdot (A_{ext} - A_{int})$

* En el caso en que exista una capa de aire o un aislamiento suplementario

** Para panel aislante de 12 mm suspendido simple (3) o con sustrato de arena de 12 mm (25), tomar los valores de las losas acústicas

diferencia de temperatura; entre los bulbos secos del
aire exterior e interior.

g/Kg ; es la diferencia de contenido de humedad de pro
yecto.

Tabla 5.8 INFILTRACIONES POR LAS PUERTAS Y VENTANAS EN VERANO* (Cont.)
Velocidad del viento: 12 km/h**

PUERTAS EN UNA FACHADA O EN DOS FACHADAS ADYACENTES

DESIGNACIÓN	m ³ /h por m ² de superficie****		m ³ /h	
	No utilizada	Utilización media	Constantemente abierta	
			Sin vestíbulo	Con vestíbulo
Puerta giratoria - funcionamiento normal paneles exteriores	14,5	95	-	-
Puerta de cristal - Rendija 5 mm	82,0	183	2040	1530
Puerta de madera (2,1 x 0,9 m)	18,0	119	1190	850
Pequeña puerta de fábrica	14,0	119	.	.
Puerta de garage o de carga	36,5	82	.	.
Rampa de garage	36,5	124	.	.

PUERTAS DE UN BATIENTE EN MUROS OPLESTOS

Duración de la abertura de la segunda puerta (%)	m ³ /h POR PAR DE PUERTAS				
	Duración de la abertura de la primera puerta (%)				
	10	25	50	75	100
10	170	425	850	1275	1700
25	425	1063	2125	3188	4250
50	850	2126	4250	6376	8500
75	1275	3189	6375	9564	12750
100	1700	4250	8500	12750	17000

PUERTAS

APLICACIÓN	m ³ /h POR OCUPANTE Y POR PUERTA		
	Puerta giratoria de 180 cm	Puerta con un batiente	
		Sin vestíbulo	Con vestíbulo
Banco	11,0	13,6	10,2
Barbería	4,8	8,5	4,8
Carrito	9,3	11,9	9,0
Tienda de tabaco o estanco	34,0	51,0	38,2
Tienda a precio único	11,0	13,6	10,2
Tienda de confección (mujeres)	3,4	4,2	3,2
Farmacia	9,3	11,9	9,0
Sala de hospital		5,9	4,4
Sala de té	4,8	8,5	4,8
Tienda de confección (hombres)	4,8	6,3	4,8
Restaurante	3,4	4,2	3,2
Zapatería	4,8	5,9	4,4

* Todos los valores de la tabla están establecidos suponiendo que la dirección del viento es normal a la puerta o la ventana. Si la dirección del viento es oblicua, multiplíquese estos valores por 0,60 y considere el área total de las puertas y ventanas en la fachada expuesta.

** Estos valores tienen en cuenta una velocidad del viento de 12 km/h. Para velocidades diferentes, multiplíquese por el cociente de la velocidad dividida por 12.

*** Teniendo en cuenta las infiltraciones eventuales por el bastidor o chasis.

**** En el caso de empleo moderado de la puerta, la presencia de un vestíbulo permite disminuir las infiltraciones en una proporción que puede llegar al 30%. Por el contrario, la eficacia de un vestíbulo es casi nula cuando la utilización es intensa.

Tabla 5.8

INFILTRACIONES POR LAS PUERTAS Y VENTANAS EN VERANO *
Velocidad del viento: 12 km/h **

VENTANAS A BATIENTES ***

DESIGNACIÓN	m ³ /h POR m ² DE ABERTURA									
	Porcentaje de la superficie que puede ser abierta									
	0%	25%	33%	40%	45%	50%	60%	66%	75%	100%
Ventana tipo A	6,0	13,2	-	16,0	-	-	-	24,5	-	47,4
Ventana tipo B	-	7,1	-	-	-	10,0	13,5	-	-	-
Ventana tipo C	-	-	5,1	-	-	9,0	-	-	-	11,5
Ventana tipo D	-	-	-	-	4,2	-	-	5,9	7,1	-
Ventana tipo E	5,0	10,6	-	15,0	-	-	-	22,0	-	40,0

VENTANAS DE GUILLOTINA ***

DESIGNACIÓN	m ³ /h POR m ² DE ABERTURA					
	Pequeña 76 x 180 cm			Grande 140 x 248 cm		
	Sin buriles de estanqueidad	Con buriles de estanqueidad	Doble ventana	Sin buriles de estanqueidad	Con buriles de estanqueidad	Doble ventana
Marcos madera	7,8	4,8	4,9	5,0	3,1	2,4
Marcos madera mal ajustado	22,0	6,9	11,0	14,0	4,4	7,0
Marcos metálicos	14,6	6,4	7,3	9,3	4,0	4,6



Tipo 1



Tipo 2



Tipo 3



Tipo 4



Tipo 5

DIFERENTES TIPOS DE VENTANAS
(vistas desde el exterior)

5.3. CALCULO DE CARGAS TERMICAS INTERIORES.

5.3.1. GANANCIAS POR OCUPANTES.

En el cuerpo humano se producen transformaciones exotérmicas cuya intensidad es variable según el individuo y la actividad desarrollada. El calor llega a la epidermis a través de la circulación sanguínea y se disipa:

- a) Por radiación hacia las paredes.

- b) Por convección hacia el ambiente.
c) Por evaporación también hacia el ambiente.

Los valores correspondientes a esta ganancia están considerados en la Tabla 5.9 que se da a continuación.

GANANCIAS DEBIDAS A LOS OCUPANTES

GRADO DE ACTIVIDAD	TIPO DE APLICACIÓN	Metabolismo hombre adulto (kcal/h)	Metabolismo medio* (kcal/h)	TEMPERATURA SECA DEL LOCAL (°C)									
				20		27		30		34		35	
				kcal/h		kcal/h		kcal/h		kcal/h		kcal/h	
				Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes
Sentados, en reposo	Teatro, escuela primaria	98	88	44	44	47	36	53	73	58	38	65	35
Sentados, trabajo muy ligero	Escuela secundaria	113	100	45	55	48	52	54	44	60	48	48	33
Empleado de oficina	Oficina, hotel, apartamento, escuela superior	120	113	45	48	50	61	54	59	61	52	71	42
De pie, marcha lenta	Almacenes, tienda	129	126	45	47	50	75	55	31	64	63	73	33
Sentado, de pie	Farmacia	129	129	48	43	55	44	61	70	71	68	81	30
De pie, marcha lenta	Banco	139	139	48	43	55	44	61	70	71	68	81	30
Sentado	Restaurante **	154	149	48	43	55	44	61	70	71	68	81	30
Trabajo ligero en el banco de taller	Fábrica, trabajo ligero	202	189	48	141	53	136	52	137	54	135	92	97
Baile o danza	Sala de baile	327	314	55	139	63	153	60	143	63	133	104	119
Marcha, 5 km/h	Fábrica, trabajo bastante pesado	352	332	60	164	75	176	82	160	84	154	116	136
Trabajo pesado	Pista de bowling *** Fábrica	379	345	113	332	117	248	127	243	133	233	153	213

* El metabolismo medio corresponde a un grupo compuesto de adultos y de niños de ambos sexos, en las proporciones normales. Estos valores se han obtenido a base de las hipótesis siguientes:

Metabolismo mujer adulta = Metabolismo hombre adulto \times 0,85
Metabolismo niño = Metabolismo hombre adulto \times 0,75

** Estos valores comprenden una mejora de 13 kcal/h (50 % calor sensible y 50 % calor latente) por ocupante, para tener en cuenta el calor derivado por los platos.

*** Bowling = Admitir una persona por pista jugando, y todas las otras sentadas (100 kcal/h) o de pie (139 kcal/h).

Tabla 5.9

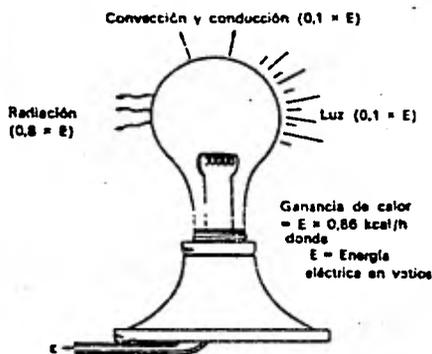
5.3.2. GANANCIAS POR ALUMBRADO.

El alumbrado es una fuente de calor sensible y se emite por radiación, convección y conducción. La conversión de la energía eléctrica en calor y luz corresponde a las proporciones señaladas en las figuras 5.3 y 5.4, en donde también se exponen las ecuaciones para obtener la ganancia de calor para distintos tipos de lámpara.

5.3.3. GANANCIAS POR APARATOS Y/O EQUIPOS.

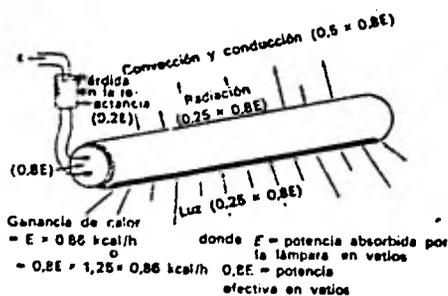
En general los aparatos y equipos de corriente eléctrica son fuentes de calor sensible, mientras que los demás son a la vez de calor sensible y latente. En la mayoría de los casos se logra una disminución importante de calor por medio de campanas de extracción.

En las Tablas 5.10 están definidos los valores para distintos aparatos y/o equipos.



Conversión de la energía eléctrica en calor y luz en las lámparas de incandescencia

Fig. 5.3



Conversión de la energía eléctrica en calor y luz en las lámparas fluorescentes

Fig. 5.4

Tablas 5.10
GANANCIAS DEBIDAS A LOS APARATOS ELÉCTRICOS DE RESTAURANTES
 Sin campana de extracción *

APARATOS	DIMENSIONES TOTALES sin pie ni asa (mm)	MANDO	DATOS DIVERSOS	Potencia nominal (kcal/h)	Potencia en marcha continua (kcal/h)	GANANCIAS A ADMITIR PARA USO MEDIO		
						Calor sensible (kcal/h)	Calor latente (kcal/h)	Calor total (kcal/h)
Percolador 2 litros Calent. de agua 2 litros		Manual Manual		560 77	77 77	237 56	35 27	287 86
4 percoladores con reserva de 17 litros	508 x 782 x 660 H	Auto.	Calentador agua 2000 vatios Percolador 2060 vatios	4225	-	1380	300	1500
Calentadora 10 litros 10 litros 20 litros	381 φ x 844 H 303 x 384 x 533 H 437 φ x 940 H	Manual Auto. Auto.	Negro Niquelado Niquelado	2000 2855 4780	750 688 990	650 550 870	125 175 275	1075 925 1425
Máquina de cut	558 x 538 x 1450 H	Auto.	Extractor motor de 1/2 CV	4090		1250		1250
Cocadora para huevos	354 x 330 x 433 H	Manual	Media 550 vatios Lenta 275 vatios	933		300	300	500
Mesa caliente, con ca- lentadores, por m ² de superficie		Auto.	Aislado - Calentador separado para cada plato. Calentadores en la parte inferior	3688	1320	950	950	1900
Mesa caliente, sin ca- lentadores, por m ² de superficie		Auto.	Como arriba, pero sin calentadores	2750	1000	540	960	1520
Freidora 5 litros aceite	385 φ x 533 H	Auto.		2230	275	400	600	1000
Freidora 10 litros aceite	484 x 457 x 303 H	Auto.	Superficie 300 x 300 mm	5995	3000	950	1425	2375
Placa calentadora	457 x 457 x 203 H	Auto.	Superficie activa 450 x 350 mm	2040	790	775	425	1200
Parrilla para carne	335 x 235 x 254 H	Auto.	Superf. útil 250 x 300 mm	2580	475	975	325	1200
Parrilla para sandwich	338 x 355 x 254 H	Auto.	Superficie de parrilla 300 x 300 mm	1680	475	675	175	850
Calentador de pan	448 x 432 x 230 H	Auto.	1 cajón	275	100	275	25	300
Toastador (continuo)	381 x 381 x 711 H	Auto.	Para dos cortes 360 cortes/h	1875	1200	1275	325	1600
Toastador (continuo)	508 x 381 x 711 H	Auto.	Para 4 cortes 720 cortes/h	2570	1800	1525	690	2175
Toastador (automático)	552 x 279 x 230 H	Auto.	2 cortes	1025	250	617	112	730
Molde de tortas	303 x 330 x 254 H	Auto.	1 torta de 180 mm	420	130	275	185	460
Molde de tortas	335 x 330 x 254 H	Auto.	12 tortas de 84 x 86 mm	1090	275	275	325	1300

* En el caso en que exista una campana bien proyectada, con extracción mecánica, multiplicar los valores anteriores por 0,5

GANANCIAS DEBIDAS A LOS MOTORES ELÉCTRICOS
 Funcionamiento continuo *

POTENCIA NOMINAL CV	RENDIMIENTO A PLENA CARGA %	POSICIÓN DEL APARATO CON RESPECTO AL LOCAL ACONDICIONADO O A LA CORRIENTE DE AIRE **		
		Motor en el interior Aparato impulsado en el interior CV = 632 P	Motor en el exterior Aparato impulsado en el interior CV = 688	Motor en el exterior Aparato impulsado en el exterior CV = 688 (1/2) P
		Ecal/h		
1/20	40	80	30	47
1/12	49	105	50	55
1/8	53	145	80	63
1/6	60	180	105	70
1/4	64	250	160	90

GANANCIAS DEBIDAS A LOS DIVERSOS APARATOS
sin campana de extracción *

APARATO	MANDO	DATOS DIVERSOS	POTENCIA NOMINAL MÁXIMA (kcal/h)	GANANCIAS A ADMITIR PARA USO MEDIO		
				Calor sensible (kcal/h)	Calor latente (kcal/h)	Calor total (kcal/h)
ELECTRICOS						
Secapelo con ventilador 18 a 115 V	Manual	Ventilador 185 W (bajo 916 W, fuerte 1580 Vr)	1252	360	105	660
Casco secapelo 6,5 a 115 V	Manual	Ventilador 80 W (bajo 300 W, fuerte 710 W)	400	470	95	555
Calentadores de permanente	Manual	60 calentadores de 25 W normalmente 36 en marcha	1200	214	40	250
Lavador y esterilizador a presión		300 x 300 = 800 mm		3000	5100	6100
Letrero de neón, por 30 cm de longitud		Diámetro exterior: 12 mm Diámetro exterior: 10 mm		8 15		8 15
Calentador de toallas		400 x 700 = 1000 mm 400 x 600 = 1000 mm		300 245	250 485	1050 870
Esterilizador de ropa	Auto. Auto.	400 x 400 mm 300 x 914 mm		2400 3070	2000 4000	4400 11900
Esterilizador paralelepípedo	Auto.	400 x 400 = 914 mm		6170	3200	10000
	Auto.	400 x 400 = 1100 mm		10000	4000	17200
	Auto.	400 x 914 = 1200 mm		14170	6070	23200
	Auto.	400 x 914 = 1300 mm		17270	11200	28000
	Auto.	914 x 1000 = 1100 mm		40700	24000	65200
	Auto.	1000 x 1100 = 1000 mm		44100	26700	71000
Esterilizador agua	Auto.	40 litros		1000	4100	5100
	Auto.	60 litros		1500	6300	7700
Esterilizador, instrumentos	Auto.	111 x 395 = 451 mm		400	600	1000
	Auto.	200 x 200 = 300 mm		1200	900	2100
	Auto.	254 x 201 = 300 mm		3000	1400	2500
	Auto.	254 x 300 = 914 mm		2370	2370	4900
	Auto.	301 x 400 = 400 mm		2300	2100	4400
Esterilizador, utensilios	Auto.	400 x 400 = 400 mm		3070	5100	7000
	Auto.	300 x 300 = 400 mm		2100	4400	6500
Fertilizador, aire caliente	Auto.	Modelo 120 Amer. Sterilizer Co.		500	1600	1500
	Auto.	Modelo 100 Amer. Sterilizer Co.		300	1300	1300
Alambique, agua		20 l/h		400	400	1100
Aparato de radiografía		Para médicos y dentistas		Ninguna	Ninguna	Ninguna
Aparato de radioscopia		Las ganancias pueden ser grandes Solicitar información del constructor				
A GAS						
Pequeño mechero Bunsen	Manual	Quemador 11 mm diám. con gas ciudad	400	300	60	300
Pequeño mechero Bunsen	Manual	Quemador 11 mm diám. con gas natural	700	400	110	320
Quemador de llama plana	Manual	Quemador 11 mm diám. con gas natural	600	300	100	420
Quemador de llama plana	Manual	Quemador 11 mm diám. con gas natural	1300	700	100	970
Mechero Bunsen grande	Manual	Quemador 38 mm diám. con gas natural	1100	800	800	1070
Encendedor de cigarrillos	Manual	Funcionamiento continuo	400	200	15	215
Secapelo central 5 cascos	Auto.	Constituido por un calentador y un ventilador que impulsa el aire caliente hacia los cascos	800	5700	1000	4700
10 cascos	Auto.			1700	1500	6000

* En el caso en que exista una campana bien proyectada, con extracción mecánica, multiplicar los valores anteriores por 0,5

5.4. CARGA TOTAL DE REFRIGERACION.

En un espacio por acondicionar (refrigerar), la cantidad de calor que debe removerse con el equipo de refrigeración, es llamada Carga Total de Refrigeración.

La " unidad de refrigeración ", es la " Tonelada de Re-
frigeración ", que se define como el calor necesario para transformar una tonelada de hielo de 0 °C en agua a 0 °C. Como el calor de fusión del hielo es de 80 Kcal/Kg, la tonelada de refri-
geración representa 80,000 Kcal. Se dice que una instalación de
acondicionamiento de aire en verano tiene una potencia de una
tonelada de refrigeración cuando en 24 horas elimina del aire
80,000 Kcal, o en una hora 3,333.33 Kcal (80,000/24), o en un
minuto 55.55 Kcal (3,333.33/60).

La potencia deseada por un equipo de acondicionamiento
en toneladas de refrigeración se obtiene según:

$$\begin{aligned} \text{CARGA TOTAL DE REFRIGERACION} &= \text{CALOR TOTAL} \\ (\text{C.T.R.}) &= (\text{C.T.}) \end{aligned}$$

donde:

$$\text{C.T.} = \text{CALOR SENSIBLE TOT.} + \text{CALOR LATENTE TOT.}$$

entonces:

$$\text{C.T.R.} = \text{Kcal/h}$$

$$\frac{\text{C.T.R. Kcal/h}}{3,333.33} = \text{Toneladas de Refrigeración (T.R.)}$$

6:

$$\text{C.T.R.}_{\text{Kcal/h}} \times 3.968 = \text{BTU/h}$$

entonces:

$$\text{C.T.R.} = \text{BTU/h}$$

$$\frac{\text{C.T.R.}_{\text{BTU/h}}}{12,000} = \text{Toneladas de Refrigeración (T.R.)}$$

5.5. OTRAS CARACTERISTICAS DEL ACONDICIONAMIENTO.

5.5.1. PORCENTAJE DE CALOR SENSIBLE. (P.C.S.)

$$\text{P.C.S.} = \frac{\text{C.S.T.}}{\text{C.T.}} \times 100 = \%$$

5.5.2. TEMPERATURAS DE INYECCION.

TEMP. DEL BULBO SECO DEL AIRE DE INYECCION (T.B.S.I.)

TEMP. DEL BULBO HUMEDO DEL AIRE DE INYECCION (T.B.H.I.)

Temperaturas en °C.

5.5.3. CANTIDAD DE AIRE INYECTADO TOTAL.

CANTIDAD DE AIRE DE INYECCION (C.A.I.):

$$\text{C.A.I.} = \frac{\text{CALOR TOTAL}}{0.29 \times \text{A.T.B.S.I.}} = \text{m}^3/\text{h}$$

donde:

A.T.B.S.I. = Aumento en la temperatura del bulbo seco por el aire de inyección.

A.T.B.S.I. = T.B.S. - T.B.S.I.

siendo:

T.B.S. = Temperatura del bulbo seco del local.

El valor C.A.I. debera compararse con la ventilación mínima requerida según las Normas de Proyecto, (Cap. 2 apartado 2. 3 de este trabajo), y tomar el valor mayor.

5.5.4. CANTIDAD DE AIRE DESHUMIDIFICADO. (C.A.D.)

$$C.A.D. = \frac{C.S.T.}{0.29 \times (T.B.S. - ADP) (1 - BF)} = m^3/h$$

donde:

C.S.T. = CALOR SENSIBLE TOTAL.

0.29 = Constante ; que es la relación del calor específico entre el volumen específico del aire húmedo

ADP = °C ; es un valor que se obtiene de las Tablas 5.11 con la intersección del P.C.S.(ESHF en las tablas) la humedad relativa (H.R.), y las temperaturas del bulbo seco y humedo interiores.

BF = BY - PASS ; es una constante dada por los fabricantes.

Tablas 5.11

CONDICIONES INTERIORES				ADP y ESHF									
θ	H.R.	α	ψ	θ	H.R.	α	ψ						
°C	"	°C	g/Hg	°C	"	°C	g/Hg						
30	30	16.0	16.0	ESHF	1.00	0.95	0.90	0.84	0.77	0.72	0.70	0.68	0.66
				ADP	14.6	14.0	13.0	12.2	11.0	10.0	9.0	8.0	7.0
	40	16.0	11.0	ESHF	1.00	0.93	0.84	0.79	0.73	0.68	0.65	0.63	0.62
				ADP	16.7	16.0	14.0	13.0	12.0	11.0	10.0	9.0	8.0
	45	22.0	12.0	ESHF	1.00	0.91	0.82	0.76	0.70	0.65	0.63	0.61	0.59
				ADP	18.0	18.0	17.0	16.0	15.0	14.0	13.0	12.0	11.0
	50	25.0	14.0	ESHF	1.00	0.84	0.82	0.74	0.68	0.63	0.61	0.59	0.57
				ADP	20.2	20.0	19.0	18.0	17.0	16.0	15.0	14.0	13.0
	55	24.7	14.8	ESHF	1.00	0.81	0.83	0.73	0.67	0.62	0.61	0.60	0.59
				ADP	21.0	21.0	20.0	19.0	18.0	17.0	16.0	15.0	14.0
	60	23.7	16.1	ESHF	1.00	0.80	0.79	0.68	0.63	0.59	0.57	0.56	0.55
				ADP	22.3	22.0	21.0	20.0	19.0	18.0	17.0	16.0	15.0
65	26.0	16.0	ESHF	1.00	0.82	0.84	0.69	0.63	0.58	0.56	0.55	0.54	
			ADP	24.6	24.0	23.0	22.0	21.0	20.0	19.0	18.0	17.0	
70	27.0	21.0	ESHF	1.00	0.84	0.77	0.69	0.63	0.58	0.56	0.55	0.54	
			ADP	25.9	25.0	23.0	22.0	21.0	20.0	19.0	18.0	17.0	

CONDICIONES INTERIORES				ADP y ESHF								
θ	H.R.	α	ψ	θ	H.R.	α	ψ					
°C	"	°C	g/Hg	°C	"	°C	g/Hg					
37	30	16.0	7.0	ESHF	1.00	0.95	0.93	0.86	0.81	0.77	0.75	0.73
				ADP	12.3	12.0	11.0	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0
	40	16.0	9.0	ESHF	1.00	0.93	0.86	0.81	0.77	0.73	0.71	0.69
				ADP	12.3	12.0	11.0	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0
	45	16.0	10.0	ESHF	1.00	0.93	0.89	0.83	0.79	0.76	0.74	0.72
				ADP	14.1	14.0	13.0	12.0	11.0	10.0	9.0	8.0
	50	19.0	11.0	ESHF	1.00	0.91	0.83	0.77	0.73	0.70	0.68	0.66
				ADP	15.7	15.0	14.0	13.0	12.0	11.0	10.0	9.0
	55	20.0	12.0	ESHF	1.00	0.92	0.83	0.74	0.70	0.66	0.63	0.61
				ADP	17.0	16.0	15.0	14.0	13.0	12.0	11.0	10.0
	60	21.0	12.0	ESHF	1.00	0.88	0.72	0.68	0.63	0.60	0.57	0.54
				ADP	18.4	18.0	17.0	16.0	15.0	14.0	13.0	12.0
65	21.0	14.0	ESHF	1.00	0.82	0.71	0.64	0.57	0.53	0.52	0.51	
			ADP	19.3	19.0	18.0	17.0	16.0	15.0	14.0	13.0	
70	22.0	15.0	ESHF	1.00	0.84	0.70	0.64	0.58	0.53	0.51	0.49	
			ADP	21.0	20.0	19.0	18.0	17.0	16.0	15.0	14.0	

CONDICIONES INTERIORES				ADP y ESHF								
θ	H.R.	α	ψ	θ	H.R.	α	ψ					
°C	"	°C	g/Hg	°C	"	°C	g/Hg					
30	30	16.0	0.0	ESHF	1.00	0.92	0.86	0.81	0.76	0.72	0.71	0.69
				ADP	12.0	12.0	11.0	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0
	40	16.0	16.0	ESHF	1.00	0.87	0.82	0.76	0.72	0.67	0.65	0.64
				ADP	14.0	14.0	13.0	12.0	11.0	10.0	9.0	8.0
	45	16.0	12.0	ESHF	1.00	0.91	0.82	0.77	0.73	0.67	0.64	0.61
				ADP	14.7	14.0	13.0	12.0	11.0	10.0	9.0	8.0
	50	22.0	12.0	ESHF	1.00	0.84	0.82	0.75	0.71	0.67	0.65	0.63
				ADP	16.4	16.0	15.0	14.0	13.0	12.0	11.0	10.0
	55	22.0	14.7	ESHF	1.00	0.82	0.81	0.74	0.69	0.65	0.63	0.62
				ADP	20.0	19.0	18.0	17.0	16.0	15.0	14.0	13.0
	60	22.0	14.1	ESHF	1.00	0.80	0.79	0.66	0.61	0.58	0.57	0.56
				ADP	21.4	21.0	20.0	19.0	18.0	17.0	16.0	15.0
65	24.0	17.0	ESHF	1.00	0.82	0.80	0.66	0.61	0.57	0.56	0.55	
			ADP	22.9	22.0	21.0	20.0	19.0	18.0	17.0	16.0	
70	22.0	18.0	ESHF	1.00	0.84	0.77	0.61	0.56	0.53	0.52	0.51	
			ADP	23.0	22.0	21.0	20.0	19.0	18.0	17.0	16.0	

CONDICIONES INTERIORES				ADP y ESHF								
θ	H.R.	α	ψ	θ	H.R.	α	ψ					
°C	"	°C	g/Hg	°C	"	°C	g/Hg					
30	35	16.0	7.0	ESHF	1.00	0.94	0.91	0.84	0.81	0.76	0.74	0.72
				ADP	9.7	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	4.0	3.0
	40	17.0	8.0	ESHF	1.00	0.93	0.84	0.79	0.75	0.70	0.67	0.66
				ADP	11.0	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	
	45	16.0	9.0	ESHF	1.00	0.95	0.87	0.81	0.76	0.72	0.68	0.66
				ADP	12.0	12.0	11.0	10.0	9.0	8.0	7.0	
	50	16.0	14.0	ESHF	1.00	0.91	0.83	0.79	0.75	0.70	0.68	0.66
				ADP	13.0	13.0	12.0	11.0	10.0	9.0	8.0	
	55	16.0	11.0	ESHF	1.00	0.90	0.76	0.73	0.69	0.64	0.61	0.59
				ADP	14.0	14.0	13.0	12.0	11.0	10.0	9.0	
	60	20.0	12.0	ESHF	1.00	0.86	0.81	0.70	0.67	0.63	0.61	0.59
				ADP	16.0	16.0	15.0	14.0	13.0	12.0	11.0	
65	21.0	14.1	ESHF	1.00	0.81	0.76	0.66	0.62	0.57	0.54	0.53	
			ADP	18.4	18.0	17.0	16.0	15.0	14.0	13.0		
70	22.0	12.0	ESHF	1.00	0.82	0.67	0.65	0.61	0.56	0.54	0.52	
			ADP	20.0	20.0	19.0	18.0	17.0	16.0	15.0		

CONDICIONES INTERIORES				ADP y ESHF								
θ	H.R.	α	ψ	θ	H.R.	α	ψ					
°C	"	°C	g/Hg	°C	"	°C	g/Hg					
30	30	16.7	8.5	ESHF	1.00	0.95	0.91	0.86	0.81	0.76	0.73	0.70
				ADP	11.1	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	
	40	16.0	5.0	ESHF	1.00	0.91	0.90	0.84	0.77	0.73	0.70	0.67
				ADP	11.2	11.0	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0	
	45	14.0	10.0	ESHF	1.00	0.95	0.81	0.84	0.79	0.73	0.71	0.69
				ADP	13.0	13.0	12.0	11.0	10.0	9.0	8.0	
	50	20.0	11.0	ESHF	1.00	0.89	0.82	0.77	0.72	0.66	0.62	0.61
				ADP	14.0	14.0	13.0	12.0	11.0	10.0	9.0	
	55	21.0	12.0	ESHF	1.00	0.89	0.85	0.76	0.72	0.64	0.61	0.59
				ADP	15.0	15.0	14.0	13.0	12.0	11.0	10.0	
	60	22.0	14.0	ESHF	1.00	0.86	0.76	0.67	0.63	0.54	0.51	0.49
				ADP	16.0	16.0	15.0	14.0	13.0	12.0	11.0	
65	22.0	13.0	ESHF	1.00	0.88	0.79	0.69	0.65	0.54	0.51	0.49	
			ADP	17.0	17.0	16.0	15.0	14.0	13.0	12.0		
70	22.0	14.0	ESHF	1.00	0.82	0.73	0.61	0.56	0.47	0.44	0.43	
			ADP	22.0	21.0	20.0	19.0	18.0	17.0	16.0		

CONDICIONES INTERIORES				ADP y ESHF								
θ	H.R.	α	ψ	θ	H.R.	α	ψ					
°C	"	°C	g/Hg	°C	"	°C	g/Hg					
30	35	16.0	7.0	ESHF	1.00	0.95	0.92	0.84	0.81	0.76	0.74	0.72
				ADP	9.7	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	4.0	
	40	17.0	8.0	ESHF	1.00	0.91	0.86	0.81	0.76	0.72	0.71	0.69
				ADP	11.0	10.0	9.0	8.0	7.0	6.0	5.0	
	45	16.0	9.0	ESHF	1.00	0.91	0.83	0.79	0.75	0.70	0.68	0.65
				ADP	12.0	12.0	11.0	10.0	9.0	8.0	7.0	
	50	16.0	10.0	ESHF	1.00	0.92	0.84	0.79	0.74	0.68	0.65	0.62
				ADP	13.0	13.0	12.0	11.0	10.0	9.0	8.0	
	55	16.0	11.0	ESHF	1.00	0.90	0.84	0.76	0.72	0.67	0.64	0.61
				ADP	14.0	14.0	13.0	12.0	11.0	10.0	9.0	
	60	20.0	12.0	ESHF	1.00	0.86	0.79	0.74	0.69	0.63	0.61	0.59
				ADP	16.0	16.0	15.0	14.0	13.0	12.0	11.0	
65	21.0	12.0	ESHF	1.00	0.82	0.71	0.64	0.59	0.53	0.52	0.51	
			ADP	18.0	18.0	17.0	16.0	15.0	14.0	13.0		
70	21.0	14.0	ESHF	1.00	0.84	0.70	0.64	0.58	0.53	0.51	0.49	
			ADP	20.0	20.0	19.0						

5.5.5 CANTIDAD DE AIRE NO TRATADO (C.A.N.T.) O DE BY-PASS.

$$C.A.N.T. = C.A.I. - C.A.D.$$

5.5.6. CONDICIONES DE ENTRADA Y SALIDA DEL SISTEMA.

--- Temperatura del bulbo seco de entrada (TT.B.S.E.).

$$TT.B.S.E. = T.B.S. + \left(\frac{\text{AIRE EXTERIOR}}{C.A.N.T. \cdot 6 \text{ C.A.I.}} \times A.T.B.S.I. \right) = ^\circ C$$

--- Temperatura del bulbo seco de salida (TT.B.S.S.).

$$TT.B.S.S. = ADP + (BF \times (TT.B.S.E. - ADP)) = ^\circ C$$

5.6. FORMAS PARA EL CALCULO DE CARGAS TERMICAS REFRIGERACION - CALEFACCION Y OTRAS CARACTERISTICAS DEL ACONDICIONAMIENTO.

A lo largo de este capítulo se han seguido los pasos necesarios para el diseño de Sistemas de Aire Acondicionado, en su parte de cálculo.

Dado el gran número de valores y parámetros para estimar la carga total de refrigeración, (C.T.R.), y las demás características del sistema, se hace necesaria la utilización de las hojas de " Cálculo de Cargas Térmicas - Refrigeración y Calefacción.", que nos ayude a ir paso a paso a través del método, además de facilitarnos la tarea. Son tres hojas de cálculo y para el proyecto en estudio han sido utilizadas.

CALCULO DE CARGAS TECNICAS REFRIGERACION Y CALEFACCION	FECHA _____	PROY. _____	CALCULO _____
	CLIENTE _____		
	LOCALIDAD _____		
	PISO _____	HOJA # _____	APROBADO _____
LARGO _____ ANCHO _____		ALTIMA _____	SUP. PISO _____ VOLUMEN _____
LATITUD _____	HORA LOCAL _____	HORA SOLAR _____	INV. 6 VER. _____
HORARIO _____		CLIMA _____	
OBSERVACIONES _____			

CONDICIONES	TBS	TBH	TR	HR	g/Kg	TMP	TmP
INTERIORES							
EXTERIORES							

	.AIRE EXTERIOR	
VENTI-LACION	_____ personas X _____ m ³ /h persona = _____ m ³ /h	
	_____ m ² X _____ m ³ /h . m ² = _____ m ³ /h	VENTILACION. = _____ m ³ /h
INFIL-TRACION.	_____ puertas y vent. (m ²) X _____ m ³ /h.m ² = _____ m ³ /h	
	extractor = _____ m ³ /h	TOTAL AIRE EXTERIOR = _____ m ³ /h

+ C A L O R S E N S I B L E +

CONCEPTO	AREA (m ²)	GANAN. SOLAR ó DIF. EQUI.	FACTOR ó K	Kcal/h
— GANANCIA SOLAR - CRISTAL —				
CRISTAL NORTE	_____ m ²	X _____	X _____	= _____
CRISTAL SUR	_____ m ²	X _____	X _____	= _____
CRISTAL ESTE	_____ m ²	X _____	X _____	= _____
CRISTAL OESTE	_____ m ²	X _____	X _____	= _____
TRAGALUZ	_____ m ²	X _____	X _____	= _____

GANANCIA CRISTAL = _____

— GANANCIA SOLAR - MUROS Y TECHOS —				
PARED NORTE	_____ m ²	X _____	X _____	= _____
PARED SUR	_____ m ²	X _____	X _____	= _____
PARED ESTE	_____ m ²	X _____	X _____	= _____
PARED OESTE	_____ m ²	X _____	X _____	= _____
TECHO	_____ m ²	X _____	X _____	= _____

GANANCIA MUROS Y TECHOS = _____

CONCEPTO	AREA (m ²)	GANAN. SOLAR & DIF. EQUI.	FACTOR & K	Kcal/h
AIRE EXTERIOR	_____ m ³ /h X _____ °C X _____ X 0.3			= _____
INFILTRACION	_____ m ³ /h X _____ °C X _____ 0.3			= _____
GANANCIA AIRE EXTERIOR				= _____
— GANANCIA INTERNA —				
OCUPANTES	_____ personas	X _____	Kcal/h	= _____
ALUMBRADO INC.	_____ Watts	X _____	Kcal/h	= _____
ALUMBRADO FLUO.	_____ Watts	X _____	Kcal/h	= _____
APARATOS VARIOS	_____ Tipo	X _____	Kcal/h	= _____
EQUIPO ELECTRICO	_____ Watts	X _____	Kcal/h	= _____
EQUIPO GAS & VAP.	_____ Tipo	X _____	Kcal/h	= _____
GANANCIA INTERNA				= _____
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL (C.S.L.)				= _____
CSL X 1.2 FACT. SEG. = CALOR SENSIBLE TOTAL (C.S.T.)				= _____
+ CALOR LATENTE +				
AIRE EXTERIOR	_____ m ³ /h X _____ g/Kg X _____ BF X 0.72			= _____
INFILTRACION	_____ m ³ /h X _____ g/Kg			= _____
OCUPANTES	_____ personas	X _____	Kcal/h	= _____
APARATOS VARIOS	_____ Tipo	X _____	Kcal/h	= _____
CALOR LATENTE DEL LOCAL (C.L.L.)				= _____
CLL X 1.2 FACT.SEG.= CALOR LATENTE TOTAL (C.L.T.)				= _____
CST + CLT = CALOR TOTAL (C.T.)				= _____
* CARGA TOTAL DE REFRIGERACION (C.T.R.) :				
C.T.R. = C.T.				
CTR = _____ Kcal/h multiplicadas por 3.968 = _____ BTU/h				
CTR _{T.R.} = $\frac{\text{(Kcal/h)}}{3333.33}$ = _____ T.R.				
CTR _{T.R.} = $\frac{\text{(BTU/h)}}{12000}$ = _____ T.R.				

OTRAS CARACTERISTICAS DEL ACONDICIONAMIENTO

$$\text{PORCENTAJE DE CALOR SENSIBLE} = \text{P.C.S.} = \frac{\text{C.S.T.}}{\text{C.T.}} \times 100 = \underline{\quad\quad} \%$$

$$\text{TEMP. BULBO SECO DEL AIRE DE INYECCION (T.B.S.I.)} = \underline{\quad\quad} ^\circ\text{C}$$

$$\text{TEMP. BULBO HUMEDO AIRE DE INYECCION (T.B.H.I.)} = \underline{\quad\quad} ^\circ\text{C}$$

AUMENTO EN TEMP. DEL BULBO SECO INTERIOR POR AIRE DE INYECCION

$$\text{A.T.B.S.I.} = \text{T.B.S.} - \text{T.B.S.I.} = \underline{\quad\quad} ^\circ\text{C}$$

CANTIDAD DE AIRE DE INYECCION (C.A.I.)

$$\text{C.A.I.} = \frac{\text{C.T.}}{0.29 \times \text{A.T.B.S.I.}} = \underline{\quad\quad} \text{ m}^3/\text{h}$$

CANTIDAD DE AIRE DESHUMIDIFICADO (C.A.D.)

$$\text{C.A.D.} = \frac{\text{C.S.T.}}{0.29 \times (\text{T.B.S.} - \text{ADP}) (1 - \text{BF})} = \underline{\quad\quad} \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{C.A.D.} = \frac{\quad\quad\quad}{0.29 \times (\quad\quad\quad) (1 - \quad\quad\quad)} = \underline{\quad\quad} \text{ m}^3/\text{h}$$

CANTIDAD DE AIRE NO TRATADO (C.A.N.T.)

$$\text{C.A.N.T.} = \text{C.A.I.} - \text{C.A.D.} = \underline{\quad\quad} - \underline{\quad\quad} = \underline{\quad\quad} \text{ m}^3/\text{h}$$

TEMP. BULBO SECO DE ENTRADA (TT.B.S.E.)

$$\text{TT.B.S.E.} = \text{T.B.S.} + \left(\frac{\text{AIRE EXTERIOR}}{\text{CANT } \delta \text{ CAI}} \times \text{A.T.B.S.I.} \right) = \underline{\quad\quad} ^\circ\text{C}$$

$$\text{TT.B.S.E.} = \underline{\quad\quad} + \left(\underline{\quad\quad\quad} \times \underline{\quad\quad\quad} \right) = \underline{\quad\quad} ^\circ\text{C}$$

TEMP. BULBO SECO DE SALIDA (TT.B.S.S.)

$$\text{TT.B.S.S.} = \text{ADP} + (\text{BF} \times (\text{TT.B.S.E.} - \text{ADP})) = \underline{\quad\quad} ^\circ\text{C}$$

C A L C U L O D E C A R G A S T E R M I C A S

R E F R I G E R A C I O N Y C A L E F A C C I O N

**CALCULO DE CARGAS TERMICAS
REFRIGERACION Y CALEFACCION**

FECHA 11-08-81 PROY. 1 CALCULO E.A.E.S.
 CLIENTE F.I. - UNAM
 LOCALIDAD México D.F.
 PISO P.B. HOJA # 1 APROBADO
 USO DEL LOCAL Oficina # OCUP. 19
 LARGO 25 ANCHO 20 ALTURA 2.75 SUP. PISO 500 VOLUMEN 1375
 LATITUD 20° Nore HORA LOCAL 19 hrs. HORA SOLAR 12 hrs. INV. 6
 HORARIO 10-14:30 y 16:30-20hrs. CLIMA Templado
 OBSERVACIONES

CONDICIONES	TBS	TBH	TR	HR	g/Kg	TMP	TmP
INTERIORES	29°C	26.5	27	.50	5	X	X
EXTERIORES	35	31	X	.45	X	27	7

AIRE EXTERIOR	
VENTI-LACION	$\frac{19 \text{ personas}}{500 \text{ m}^2} \times \frac{25 \text{ m}^3/\text{h persona}}{6 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2} = \frac{475 \text{ m}^3/\text{h}}{3000 \text{ m}^3/\text{h}}$ VENTILACION. = <u>3000 m³/h</u>
INFIL TRACION.	$\frac{8 \text{ puertas y vent. (m}^2\text{)} \times 32 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2}{\text{extractor} \dots \dots \dots} = \frac{256 \text{ m}^3/\text{h}}{310 \text{ m}^3/\text{h}}$ TOTAL AIRE EXTERIOR = <u>2746 m³/h</u>

+ CALOR SENSIBLE +

CONCEPTO	AREA (m ²)	GANAN. SOLAR & DIF. EQUI.	FACTOR & K	Kcal/h
— GANANCIA SOLAR - CRISTAL —				
CRISTAL NORTE	$15 \times 1.5 = 19.5 \text{ m}^2$	X <u>301</u>	X <u>0.7</u>	= <u>4108.65</u>
CRISTAL SUR	—	X —	X —	= —
CRISTAL ESTE	$17 \times 1.5 = 25.5 \text{ m}^2$	X <u>398</u>	X <u>0.7</u>	= <u>7104.30</u>
CRISTAL OESTE	$20 \times 0.6 = 12.0 \text{ m}^2$	X <u>398</u>	X <u>0.7</u>	= <u>3343.20</u>
TRAGALUZ	—	X —	X —	= —

GANANCIA CRISTAL = 14556.15

— GANANCIA SOLAR - MUROS Y TECHOS —

PARED NORTE	<u>32.75</u> m ²	X <u>0</u>	X <u>1.9</u>	= <u>0</u>
PARED SUR	<u>68.75</u> m ²	X <u>6.7</u>	X <u>1.9</u>	= <u>895.19</u>
PARED ESTE	<u>43.25</u> m ²	X <u>17.2</u>	X <u>1.9</u>	= <u>1413.41</u>
PARED OESTE	<u>46.00</u> m ²	X <u>2.2</u>	X <u>1.9</u>	= <u>192.28</u>
TECHO	— m ²	X —	X —	= —

GANANCIA MUROS Y TECHOS = 2480.88

CONCEPTO	AREA (m ²)	GANAN. SOLAR & DIF. EQUI.	FACTOR & K	Kcal/h
AIRE EXTERIOR	<u>2490</u> m ³ /h X	<u>6</u> °C X	<u>0.3 BF</u> X 0.3	= <u>1344.60</u>
INFILTRACION	<u>256</u> m ³ /h X	<u>6</u> °C X	<u>0.3</u>	= <u>460.80</u>
GANANCIA AIRE EXTERIOR				= <u>1805.40</u>
— GANANCIA INTERNA —				
OCUPANTES	<u>19</u> personas X	<u>50</u> Kcal/h	=	<u>950.00</u>
ALUMBRADO INC.	<u>40 x 100 = 4000</u> Watts X	<u>0.86</u> Kcal/h	=	<u>3440.00</u>
ALUMBRADO FLUO.	<u>10 x 100 = 1000</u> Watts X	<u>0.86</u> Kcal/h	=	<u>860.00</u>
APARATOS VARIOS	<u>1</u> Tipo X	<u>850</u> Kcal/h	=	<u>850.00</u>
EQUIPO ELECTRICO	— Watts X	— Kcal/h	=	—
EQUIPO GAS & VAP.	— Tipo X	— Kcal/h	=	—
GANANCIA INTERNA				= <u>6100.00</u>
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL (C.S.L.)				= <u>23 137.03</u>
CSL X 1.2 FACT. SEG. = CALOR SENSIBLE TOTAL (C.S.T.)				= <u>27 764.44</u>
+ CALOR LATENTE +				
AIRE EXTERIOR	<u>2490</u> m ³ /h X	<u>.5</u> g/Kg X	<u>0.3 BF</u> X 0.72	= <u>268.92</u>
INFILTRACION	<u>256</u> m ³ /h X	<u>.5</u> g/Kg	=	<u>128.00</u>
OCUPANTES	<u>19</u> personas X	<u>68</u> Kcal/h	=	<u>1197.00</u>
APARATOS VARIOS	<u>1</u> Tipo X	<u>515</u> Kcal/h	=	<u>515.00</u>
CALOR LATENTE DEL LOCAL (C.L.L.)				= <u>2168.92</u>
CLL X 1.2 FACT. SEG. = CALOR LATENTE TOTAL (C.L.T.)				= <u>2602.70</u>
CST + CLT = CALOR TOTAL (C.T.)				= <u>30 367.14</u>
* CARGA TOTAL DE REFRIGERACION (C.T.R.) :				
C.T.R. = C.T.				
CTR = <u>30 367</u> Kcal/h multiplicadas por 3.968 = <u>120 496</u> BTU/h				
CTR _{T.R.} = $\frac{30,367 \text{ (Kcal/h)}}{3333.33} = \underline{9.11}$ T.R. ≈ 10				
CTR _{T.R.} = $\frac{120,496 \text{ (BTU/h)}}{12000} = \underline{10.04}$ T.R. ≈ 10				

OTRAS CARACTERISTICAS DEL ACONDICIONAMIENTO

$$\text{PORCENTAJE DE CALOR SENSIBLE} = \text{P.C.S.} = \frac{27.764}{30.367} \frac{\text{C.S.T.}}{\text{C.T.}} \times 100 = 91\%$$

$$\text{TEMP. BULBO SECO DEL AIRE DE INYECCION (T.B.S.I.)} = 26^\circ\text{C}$$

$$\text{TEMP. BULBO HUMEDO AIRE DE INYECCION (T.B.H.I.)} = 19^\circ\text{C}$$

AUMENTO EN TEMP. DEL BULBO SECO INTERIOR POR AIRE DE INYECCION

$$\text{A.T.B.S.I.} = \text{T.B.S.} - \text{T.B.S.I.} = 10^\circ\text{C}$$

CANTIDAD DE AIRE DE INYECCION (C.A.I.)

$$\text{C.A.I.} = \frac{30.367}{0.29 \times 10} \frac{\text{C.T.}}{\text{A.T.B.S.I.}} = 10.471 \text{ m}^3/\text{h}$$

CANTIDAD DE AIRE DESHUMIDIFICADO (C.A.D.)

$$\text{C.A.D.} = \frac{\text{C.S.T.}}{0.29 \times (\text{T.B.S.} - \text{ADP}) (1 - \text{BF})} = \text{---} \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{C.A.D.} = \frac{27.764}{0.29 \times (29 - 15) (1 - 0.3)} = 9.769 \text{ m}^3/\text{h}$$

CANTIDAD DE AIRE NO TRATADO (C.A.N.T.)

$$\text{C.A.N.T.} = \text{C.A.I.} - \text{C.A.D.} = 10.471 - 9.769 = 702 \text{ m}^3/\text{h}$$

TEMP. BULBO SECO DE ENTRADA (TT.B.S.E.)

$$\text{TT.B.S.E.} = \text{T.B.S.} + \left(\frac{\text{AIRE EXTERIOR}}{\text{CANT } \delta \text{ CAI}} \times \text{A.T.B.S.I.} \right) = \text{---}^\circ\text{C}$$

$$\text{TT.B.S.E.} = 29 + \left(\frac{2.746}{10.471} \times 10 \right) = 31.6^\circ\text{C}$$

TEMP. BULBO SECO DE SALIDA (TT.B.S.S.)

$$\text{TT.B.S.S.} = \text{ADP} + (\text{BF} \times (\text{TT.B.S.E.} - \text{ADP})) = 19.98^\circ\text{C}$$

C A L C U L O D E C A R G A S T E R M I C A SR E F R I G E R A C I O N Y C A L E F A C C I O N

3.7. ESTIMACION EMPIRICA DE LA CARGA TOTAL DE REFRIGERACION

Entre los proyectistas y calculistas de Sistemas de Aire Acondicionado existe una relación empírica para determinar en forma aproximada, (evitando un cálculo tan minucioso como el anterior), la carga de refrigeración en T.R., necesarias para un local dentro de la Cd. de México. Esta regla basada en la experiencia, sin ninguna justificación teórica es la que damos a continuación:

36 m² de piso ————— 1 T.R.
para 5 personas que permanescan durante
4 a 5 horas en el área.

Es decir por cada 36 m² de piso en un local, considerando 5 personas en dicha área y que permanescan durante 4 o 5 horas, sera necesario proporcionar 1 tonelada de refrigeración, para que los ocupantes estén en condiciones confortables.

De esta manera para el caso de la oficina en que tenemos 500 m² de área dentro de la oficina, necesitaremos:

$$500/36 = 13.9 \text{ T.R.}$$

14 T.R. se requerirían, que comparando con las 10 T.R. calculadas con el método de " ganancias térmicas ", nos indica que esta práctica de " estimación empírica " no esta tan alejada de la realidad, y que puede utilizarse para casos en que no sea de suma

importancia el estudio detallado de las condiciones para recomen-
dar un determinado equipo de acondicionamiento. Pudiéndose gene-
ralizar su uso para el diseño de pequeños locales.

5.8. SELECCION DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.

Con los datos obtenidos en los incisos anteriores, tales
como:

CARGA TOTAL DE REFRIGERACION

C.T.R. = 10 T.R.

y CANTIDAD DE AIRE DESHUMIDIFICADO

C.A.D. = 9769 m³/h

= 163 m³/h

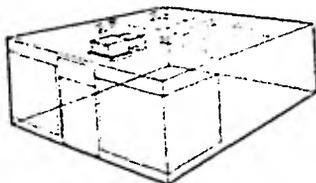
se procede a buscar entre los catálogos de equipos en las distin-
tas marcas, (Carrier, Freyven, Trane, Realven, etc.), aquella (s)
unidad(es), que satisfagan las necesidades demandadas para lograr
el confort, en este caso de la oficina en proyecto. Los demás va-
lores obtenidos nos ayudarán a hacer una mejor selección del e-
quipo y además serán algunos de ellos parámetros para el control
del sistema.

En el caso de la oficina, de acuerdo a lo demandado y al
buscar entre los catálogos encontramos que el equipo 50DD016 de
la marca "Carrier", se adapta perfectamente bien a nuestras
necesidades. Este modelo ha sido diseñado para acondicionamiento
de aire por medio de ductos o directamente a plenum. Viene alam-

brado de fábrica y con su respectiva carga de refrigerante.

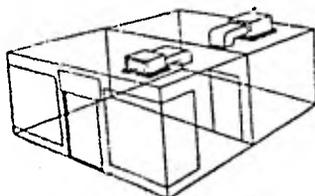
Por su diseño compacto, pueden ser instalados en cualquier parte del exterior del edificio, ya sea en el piso, en el techo, o a través de cualquier pared. (Fig. 5.5)

SOBRE EL TECHO



La instalación sobre el techo es práctica, sencilla y económica. Para acondicionar un salón, basta un difusor central. Un sistema de ductos sobre el cielo falso, puede adaptarse fácilmente cuando se trate de acondicionar varios espacios separados en la misma área.

INSTALACION MULTIPLE SOBRE EL TECHO



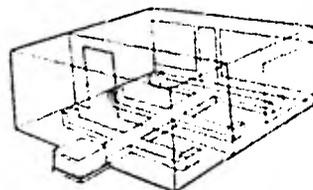
Cuando las áreas a acondicionar son mayores a la capacidad de las Unidades Carrier Universal, se instala una unidad con la capacidad adecuada a cada sección y el acondicionamiento de aire se establece a través de una sección de ducto para descarga directa con un solo difusor.

A TRAVES DE LA PARED



La instalación a través de la pared puede acondicionar el área directamente como una unidad tipo ventana, o conectarse a un sistema de ductos instalado sobre el cielo falso cuando se trate de acondicionar espacios separados.

EN EL EXTERIOR



Instalada en la parte posterior del edificio, sobre una base de cemento y conectada por un sistema de ductos subterráneo, es una solución ideal para locales con construcciones laterales pegadas y con pisos en la parte superior, sobre todo cuando la altura del local no permite la instalación del cielo falso.

5.9. DISTRIBUCION DEL AIRE.

El transporte del aire a los locales se realiza por medio de ductos y se libera a través de rejillas y/o difusores.

Debido a que las dimensiones del local son relativamente pequeñas y que el equipo seleccionado tiene capacidad para descargar a plenum no será necesario en nuestro caso hacer el cálculo de pérdidas en los ductos.

Cuando los ductos tengan un gran desarrollo deberá hacerse el cálculo de las pérdidas siguientes:

--- Pérdidas por rozamiento (D_p).

$$D_p = \xi \frac{L}{d} \frac{E}{2} w^2 \quad (\text{Kp/m}^2)$$

donde:

ξ = coeficiente de rozamiento (función del No. de Reynolds)

L = longitud del ducto en m

d = diámetro del tubo ó equivalente para rectangulares

E = densidad del aire 1.293 Kg/m^3

w = velocidad media en m/seg

--- Pérdidas por cambio de dirección o sección.

$$Z = F \frac{E}{2} w^2 \quad (\text{Kp/m}^2)$$

donde:

F= coeficiente de resistencia dado por el fabricante.

$$1 \text{ Kp/m}^2 = 1 \text{ mmC.A.} = 2.34307 \times 10^{-3} \text{ Kcal/m}^3$$

--- Pérdidas de calor.

$$Q = S \frac{B}{e} (t_1 - t_2) \quad (\text{Kcal/h})$$

donde:

S= superficie en m

B= coeficiente de conductividad térmica

e= espesor del ducto en m

t_1 = temperatura de la superficie más caliente °C

t_2 = temperatura de la superficie más fría °C

Las salidas del aire son una de las partes más importantes de cada instalación y deben estudiarse con cuidado para evitar corrientes de aire molestas. En nuestro caso como el equipo va a ser usado a plenum los cuidados serán mínimos y estarán más bien enfocados a adquirir un buen deflector para regular la dirección del aire.

C A P I T U L O 6

" C O S T O S "

Debido al sistema de aire acondicionado seleccionado en el capítulo anterior, al ser del tipo "unidad paquete", y dado que la descarga se hará a plónum, el costo se verá reducido al eliminar conexiones de ductos y por la gran sencillez de instalación que permite un considerable ahorro en mano de obra, materiales y tiempo. Otra ventaja respecto al costo es que la unidad viene completamente alambrada y con su respectiva carga re-frigerante, todo en el mismo gabinete y listo para instalarse - evitando con esto gastos adicionales de interconexión de tube-ría y alambre.

6.1. COSTO DEL SISTEMA SELECCIONADO.

El sistema seleccionado no sólo está constituido por la unidad paquete, sino también por otros equipos y aparatos que lo complementan. El costo del sistema por tal motivo, será analizado de acuerdo al siguiente orden:

- Costo de la "unidad paquete".
- Costo de la instalación.
- Costo del equipo auxiliar.

Dicha secuencia tiene por objeto presentar en forma ordenada y explicada la evaluación de estos valores.

6.1.1. COSTO DE LA UNIDAD PAQUETE.

Es el valor comercial en que lo tienen tabulado las casas distribuidoras de equipo para acondicionamiento.

El equipo 50DD016 del proyecto, con una capacidad hasta 45,360 Kcal/h (180,000 BTU/h), y una descarga de 169.89 m³/min de aire evaporado tiene un precio de \$ 304,000.00 M/N (Julio de 1981).

6.1.2. COSTO DE LA INSTALACION.

El costo de la instalación depende mucho del lugar exacto donde se coloque, (ventana,muro,techo,etc.) y de los imprevistos que ocurran durante el montaje, pero en general puede considerarse que para equipos de esta capacidad la instalación, (transporte, montaje y conexión) equivalen al 10 % del importe por el equipo.

6.1.3. COSTO DEL EQUIPO AUXILIAR.

Los equipos y aparatos auxiliares tales como; filtros, rejillas y dispositivos de calefacción tienen un costo estándar, - excepto cuando se requieren equipos muy especializados, por ejemplo los electrofiltros para laboratorios y/o quirófanos cuyo costo es más elevado.

Para la oficina en proyecto utilizaremos filtros metálicos lavables de alta o baja velocidad con un costo de \$ 300.00

M/N.

Las rejillas deflectoras de movimiento de aire para el control de su dirección en aluminio esmaltado cuestan \$ 3,000.00

M/N.

Por último los dispositivos de calefacción que son generalmente resistencias eléctricas de 7.5 a 10 Kw, tienen un valor de \$ 5,000.00 M/N.

6.1.4. RESUMEN DE COSTOS.

UNIDAD PAQUETE	\$ 304,000.00
INSTALACION	30,400.00
FILTROS	300.00
REJILLAS DEFLECTORAS	3,000.00
DISPOSITIVOS DE CALEFACCION	<u>5,000.00</u>
TOTAL	\$ 342,700.00 M/N

Por lo tanto el costo del Sistema de Aire Acondicionado para la oficina del proyecto es de \$ 342,700.00 M/N.

6.2. TERMINOS DE USO COMUN EN INSTALACIONES DE AIRE ACONDICIONADO.

Se hace necesario antes de llegar a las conclusiones de este trabajo presentar la terminología para los sistemas de acondicionamiento, para lo que procederemos en orden alfabético.

BTU (Unidad Térmica Británica). Es el calor necesario para aumentar la temperatura de una libra de agua un grado Fahrenheit, y es equivalente a 0.252 Kcal.

CALEFACCION. Acondicionamiento de aire en el que la temperatura interior sólo se controla para aumentarla respecto a la temperatura exterior.

CALOR LATENTE. Es el cambio de entalpia durante el cambio de estado, por ejemplo: el calor absorbido para transformar el agua a vapor a la misma temperatura.

CALOR RADIANTE. Es la transmisión de energía, por ondas electromagnéticas, por ejemplo: es el calor que produce la diferencia de temperaturas entre el aire ambiente y la temperatura del cuerpo ó superficie que recibe los rayos del sol.

CALOR SENSIBLE. Es la temperatura resultante de la combinación de dos temperaturas diferentes.

CONDUCCION. Es la transmisión del calor a través de las moléculas de los cuerpos.

CONVECCION. Es la transferencia de calor por movimiento de líquidos y gases.

ENTALPIA. Cantidad de calor contenido en el aire expresada en BTU por libras de aire seco.

EXTRACCION. El proceso de remover aire y otros gases y humos de

un local expulsándolo a otro medio.

HUMEDAD ESPECIFICA. El peso de vapor de agua expresado en libras X libras de aire seco.

HUMEDAD RELATIVA. Relación entre la presión de vapor de agua contenida en el aire y la presión de vapor saturada a la misma temperatura.

KILOCALORIAS. Es el calor necesario para aumentar la temperatura en un kilogramo de agua, un grado centígrado.

LIBRAS DE AIRE SECO. Constituyen la base de todos los cálculos psicométricos y permanecen constantes durante todos los procesos. Las temperaturas bulbo seco y húmedo, las de rocío y la humedad relativa están relacionadas en forma tal que cuando se conocen 2 de ellas, se pueden determinar las restantes.

REFRIGERACION. Acondicionamiento de aire en el que la temperatura interior sólo se controla para reducirla respecto a la temperatura exterior.

TEMPERATURA DEL BULBO HUMEDO. Es la temperatura que indica un -- termómetro cuyo bulbo está cubierto con una mecha húmeda y expuegto a una corriente rápida de aire.

TEMPERATURA DEL BULBO SECO. La temperatura que registra un termómetro ordinario.

TEMPERATURA DE ROCIO. Es la temperatura a la cual empieza la condensación de la humedad cuando el aire se enfría.

VENTILACION. El proceso de abastecer o remover aire de un local, por medios naturales o mecánicos. El aire en este proceso puede o no estar acondicionado.

VOLUMEN ESPECIFICO. Son los pies³ de aire húmedo que corresponden a una libra de aire seco.

C A P I T U L O 7

" CONCLUSIONES "

1. Como hemos visto en el contexto del trabajo el diseño de un sistema de aire acondicionado está en función de un gran número de parámetros como son; la humedad, la temperatura, las impurezas y la velocidad del aire, mismos que a su vez dependen de la situación geográfica, (latitud, longitud, altitud y topografía), y más aún de la época del año. Por esto es que es necesario diseñar para condiciones extremas, pero no sólo de invierno y verano, sino de la hora solar en que las temperaturas sean más bajas y más altas y de acuerdo al horario en que se vaya hacer uso de las instalaciones.

2. Un buen diseño para acondicionamiento implica un proceso extenso y minucioso del cual rara vez el ingeniero civil es partícipe, ya que es una actividad más ligada al campo de la ingeniería mecánica, sin embargo es importante el conocimiento de este método y de las variables implicadas, ya que, debido al incremento del nivel de vida se van incorporando cada vez más, las instalaciones de climatización en viviendas, oficinas y otros locales de permanencia, donde el ingeniero civil tiene una total influencia.

3. El hecho de conocer los parámetros que intervienen en el cálculo le dará al ingeniero civil una mayor visión en el diseño y orientación de un proyecto de edificación, le ayudará a seleccionar el procedimiento constructivo y a definir el programa de obra más adecuado y también ampliará su criterio para la supervisión y el mantenimiento. Dado que cada día se ha generalizado más el " trabajo interdisciplinario ", es que será importante el aprondizaje de esta materia para una mejor y más oportuna parti-

cipación.

4. Es relevante sin embargo la acción directa del ingeniero civil en el procedimiento de instalación del sistema, supervisando el montaje, además deberá vigilar respecto al acondicionamiento, que la cancelería quede bien sellada, que se instalen los equipos necesarios, que se aislen los ductos, que se coloquen debidamente las rejillas deflectoras y que se pruebe el sistema una vez instalado.

5. Por otra parte es importante hacer notar que tanto el Reglamento de Construcciones para el D.F. como el Reglamento de Instalaciones Sanitarias, tratan en forma muy somera lo referente a la ventilación artificial y a los sistemas de aire acondicionado, lo que hace ver una imprevisión criticable y una falta de conocimientos técnicos al respecto. Ocasionando además una libertad absoluta en cuanto a los diseños e instalaciones lo que propicia incongruencias y falta de especificaciones que aseguren que los diseños de acondicionamiento procurarán confort a los ocupantes.

6. Sólo las Normas de Proyecto del Departamento del D.F. tienen un capítulo bastante amplio dedicado a las instalaciones de aire acondicionado, pero aún ellas están incompletas sobre todo en lo referente al cálculo de cargas térmicas y por tanto de la carga total de refrigeración.

7. La variedad de criterios en cuanto al desarrollo de los distintos libros y el uso indistinto de unidades inglesas y del sistema métrico decimal, hace necesaria la consulta de varios de

ellos para poder lograr un panorama general de los Sistemas de Acondicionamiento de Aire. Es en este punto donde radica la importancia de este TRABAJO ESCRITO, que logra resumir en un solo texto lo referente a la climatización

B I B L I O G R A F I A

CARRIER, Air Conditioning Company. Manual de Aire Acondicionado. Marcombo, S.A. de Boixareu Editores. Barcelona, 1978. 868 p.

D.D.F. Normas de Proyecto.
México, 1976. 471 p.

HERNANDEZ, Goribar Eduardo. Fundamentos de Aire Acondicionado. Editorial Limusa. México, 1978.
461 p.

MERRICK, Gay Charles - Fawcett, de Van Charles. Instalaciones en los Edificios. 6a. ed. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 1974. 648 p.

RECKNAGEL - SPRENGER. Manual de Calofacción y Climatización. Editorial Blume. Madrid, 1974.
1376 p.

F E D E R R A T A S.

PAGINA	REGLON	DICE	DEBE DECIR
8	27	ademáde	además de
25	10	lasobras	las obras
45	12	sobretudo	sobre todo
48	14	confor	confort
62	19	protejido	protegido
68	9	convinaciones	combinaciones
71	7	dicto	ducto
106	12	permanesca	permanezca
108	2-3	cualqui	cualquier