

107
31



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

MAQUINAS TERMICAS E IMPACTO AMBIENTAL

"PROYECTO DE CALCULO DE UN AIRE
ACONDICIONADO PARA UN AUDITORIO
DE 185 PERSONAS"

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRISISTA

P R E S E N T A

CESAR ARTURO MARTINEZ HERNANDEZ

ASESOR: Q. FRIDA MARIA LEON RODRIGUEZ

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1997



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVANZADA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. S.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAL



DEPARTAMENTO
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: ING. RAFAEL RODRIGUEZ CEBALLOS
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Máquinas Térmicas e Impacto Ambiental.

Proyecto de Cálculo de un Aire Acondicionado para un Auditorio de 185 Personas.

que presenta el pasante: César Arturo Martínez Hernández

con número de cuenta: 8857222-5 para obtener el Título de:

Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 01 de Octubre de 1997

MODULO:

PROFESOR:

FIRMA:

<u>I</u>	Ing.	<u>Armando Aguilar Márquez</u>	
<u>II y IV</u>	Ing.	<u>Juan de la Cruz Hernández Z.</u>	
<u>III</u>	Q.	<u>Frida María León Rodríguez</u>	

DEP/V0805EM

AGRADECIMIENTOS :

A MIS PADRES :

Quienes con su cariño y esfuerzo, me dieron la mejor de las herencias :

Mi profesión.

“Ser cultos para ser libres”

JOSE, MARTI

Gracias.

A MIS HERMANOS :

Quienes me han apoyado a lo largo de mi vida.

Gracias.

SEMINARIO DE TITULACION DE MAQUINAS TERMICAS

CALCULO DE UN AIRE ACONDICIONADO PARA UN AUDITORIO

INDICE	1
PROLOGO	2
CAPITULO 1	
INTRODUCCION	4
OBJETIVOS	6
CAPITULO 2	
PRINCIPIOS BASICOS	8
CAPITULO 3	
DESCRIPCION GENERAL DE UNIDAD DE AIRE	26
CAPITULO 4	
CALCULO DE LA SELECCION DE EQUIPO	39
CONCLUSIONES	43
BIBLIOGRAFIA	44

PROLOGO

El enfriamiento Evaporativo es uno de los fenómenos físicos más simples y que la humanidad ha sabido utilizar desde épocas remotas para el bienestar y confort.

En la vida diaria del hombre no es un suceso extraño, formar parte de ella, ocurre en el organismo humano como un fenómeno natural que ayuda a que la temperatura del cuerpo se mantenga con un valor constante de 37° C a pesar de que la temperatura del medio ambiente sea superior a esta cifra. Esto se logra por la vaporización de la transpiración a través de la piel donde el calor absorbido para evaporar esta transpiración es cedido por la superficie de la piel, refrescandola de esta manera.

Cuando la temperatura del medio ambiente es menor de 37° C, otros medios del organismo se encargan de regular este complejo sistema térmico para mantener esta temperatura invariable.

En el suministro de grandes volúmenes de agua de enfriamiento, a determinada temperatura para a su vez absorber las grandes cantidades de calor que se desprenden en los procesos industriales modernos, juega un papel importante el causante principal de la transferencia de calor, el enfriamiento Evaporativo. Este se lleva a cabo en las torres enfriadoras de agua y aire acondicionado cediendo a la atmósfera el calor desprendido en los procesos y volviendo a recircular este volumen de agua o refrigerante, reponiendo una pequeña parte de la misma y ayudando con esto a que el consumo industrial para este objeto sea el mínimo, colaborando de esta manera a preservarla, ahora que el desmesurado crecimiento de los grandes núcleos de población obligan a pensar en la descentralización industrial.

El creciente uso y el grado de eficiencia alcanzado en el aire acondicionado moderno, es la culminación del mejor aprovechamiento de la transferencia de calor como consecuencia de incontables pruebas sobre unidades piloto, a las que, variando sus condiciones de trabajo, intentando diferentes arreglos del emparrillado, alterando los flujos de aire y de agua y de refrigerante han precedido el comportamiento

térmico, lográndose así mejoras en la utilización de nuevos materiales y el conocimiento de los diversos factores que afectan su operación.

Estas mejoras tendientes a desarrollar diseños funcionales estarían del todo incompletas sin el conocimiento básico de las condiciones climatológicas que afectan al lugar de la instalación y que conducen al conocimiento de las temperaturas de cálculo, de valores numéricos tan dispares, ya que están regidas por el clima característico de cada región.

Al hablar de las temperaturas de cálculo para el equipo de enfriamiento evaporativo, se involucra con esto, la recopilación de la frecuencia con que determinados valores de la temperatura de bulbo húmedo se presenta en la temporada de verano para un lugar determinado.

CAPITULO 1

Introducción.

Acondicionar el aire, se le conoce también como climatización, el cual es un conjunto de operaciones para influir y controlar la temperatura, humedad, distribución y pureza del aire. Su objetivo es procurar la comodidad de los ocupantes de residencias, teatros, escuelas, cines, salas de conferencia etc. y es indispensable en aviones que vuelan a gran altura, en los sumergibles, en los cuartos de computadoras, en salas de operaciones, es decir en donde se requieren condiciones ambientales especiales.

Es importante por que la manutención de una temperatura apropiada de operación, en el caso de un motor de combustión interna, evita esfuerzos térmicos que causan la deformación y debilitan la resistencia mecánica de los elementos constitutivos. La temperatura elevada de operación causa áreas calientes que provocan la pre-ignición, y la vaporización del aceite lubricante tras consigo la sedimentación de lacas y barnices. Por el contrario, cuando esta temperatura es demasiado baja, el lubricante se hace más viscoso y el vapor de agua condensado en los productos de la combustión tiene una acción corrosiva al colectarse en el cárter del cigueñal.

Cuando la cantidad de calor generado es pequeño, como por ejemplo el producido por un rodamiento, este calor fácilmente se disipa al aire ambiente por radiación o convección. La carga calórica liberada elevará la temperatura del local, en una cantidad insignificante.

Las necesidades de la industria es disipar grandes cantidades de calor, de aquí que sea necesario utilizar un método eficiente para liberarlo y con esto satisfacer las necesidades del proceso.

El enfriamiento puede llevarse a cabo en el sistema de un solo paso, o sea en el que el refrigerante para este propósito se integre al equipo una sola vez. En el enfriamiento en el circuito abierto al refrigerante se recircula a través del equipo enfriador reponiéndose la pérdida por evaporación, arrastre, etc.

Definiciones.

Aire.

La atmósfera terrestre es una mezcla de gases tales como nitrógeno, oxígeno, argón, bióxido de carbono, vapor de agua y trazos de otros. El aire atmosférico usualmente contiene otras sustancias particulares.

La composición del aire es variable, específicamente respecto a las cantidades de vapor de agua y de partículas materiales, por tanto debemos definir precisamente la sustancia de trabajo de aire acondicionado (aire húmedo). El aire húmedo se define como una mezcla binaria de aire seco y vapor de agua, el comité internacional de datos psicrométricos, ha definido el aire seco, como se ilustra en la tabla 1.

TABLA 1

SUBSTANCIA	COMPOSICIÓN DEL AIRE	PESO MOLECULAR PARCIAL
	SECO FRACCIONES MOLARES	EN EL AIRE SECO
Oxígeno (O ₂)	0.2095	6.704
Nitrógeno (N ₂)	0.7809	21.878
Argón (Ar)	0.0093	0.371
Bióxido de carbono (CO ₂)	<u>0.0003</u>	<u>0.013</u>
	1.0000	28.966

1.03 Enfriamiento Evaporativo.

El íntimo contacto entre el agua al paso de una corriente de aire, siempre y cuando exista diferencia entre la temperatura del líquido y la temperatura de punto de rocío del aire, propiciará la transferencia de calor entre ambos. Cuando la temperatura de bulbo húmedo de la masa de aire sea inferior a la temperatura del refrigerante, habrá un intercambio de calor del refrigerante al aire.

Este intercambio calórico, es provocado por la vaporización de una pequeña parte del refrigerante como consecuencia de que la presión del vapor, a la temperatura del líquido, es superior a la presión ejercida por el vapor de agua contenido en el aire en contacto con el líquido.

Este fenómeno es el conocido como el enfriamiento evaporativo de un líquido: parte del líquido se evapora utilizando su propio calor transfiriéndolo al aire, con lo cual, el resto del líquido experimenta un enfriamiento.

El refrigerante por enfriarse tendrá un cierto contenido de calor sensible. Al propiciarse la evaporación, el refrigerante aprovechará a sí misma este calor en forma de calor latente para vaporizarse, con lo cual, la transferencia de calor al aire por una parte se refleja como un aumento de su calor sensible, provocando la elevación de su temperatura seca, y por la otra parte, la ganancia de vapor de refrigerante incrementa su contenido de calor latente reflejado por un aumento en su temperatura de punto de rocío.

OBJETIVO

El propósito de este trabajo, es el establecer los lineamientos generales para el análisis de aquellos factores que de una manera o de otra afectan la operación de las torres de enfriamiento de agua trabajando en nuestro país, establecer las temperaturas de cálculo seleccionando el nivel de frecuencia más adecuado para la clase

de servicio por satisfacer, indicar las normas que deberán cumplir los elementos constitutivos y describir la secuencia de cálculo correspondiente.

Por las razones establecidas en el capítulo inicial, solamente se tratan las unidades paquete de tipo mecánico del tipo inducido, anotándose también que las unidades se han manejado indistintamente en el Sistema Métrico y en el Sistema Inglés, debido a la procedencia de las fuentes de consulta sobre este particular.

Asimismo el contenido de este material capacitará con los medios suficientes para preparar el cuadro comparativo y evaluar de esta manera las cotizaciones propuestas por diferentes proveedores en el caso de compra de la unidad, o bien se indican los pasos esenciales para su cálculo y proyecto de un auditorio con una capacidad de 185 personas.

CAPITULO 2

PRINCIPIOS BÁSICOS

Generalmente confundimos la palabra refrigeración con frío y con enfriamiento; sin embargo, la ingeniería de refrigeración trata con la transmisión de calor.

Lo anterior es uno de los conceptos fundamentales que deben ser comprendidos para entender la operación de un sistema de refrigeración.

CALOR

El calor es una forma de energía, creada principalmente por la transformación de otros tipos de energía en energía de calor térmica; el calor es frecuentemente definido como energía en tránsito, porque nunca se mantiene estática, ya que siempre esta transmitiéndose de los cuerpos cálidos a los cuerpos fríos., las palabras "más caliente" y "más frío", son términos comparativos ya que existe calor a cualquier temperatura arriba del cero absoluto, aún en cantidades extremadamente pequeñas. Cero absoluto es el término usado por los científicos para describir la temperatura más baja que teóricamente es posible lograr, en la cual no existe calor, y que es de $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$, o sea $-460\text{ }^{\circ}\text{F}$. La temperatura más baja que podemos sentir en la tierra es mucho más alta en comparación con esta base.

TEMPERATURA.

La temperatura es la escala usada para medir la intensidad de calor y el indicador que determina la dirección en que se moverá la energía de calor. También puede definirse como el grado de calor sensible que tiene un cuerpo en comparación con otro.

La temperatura se mide en grados Fahrenheit o en grados centígrados, ambas escalas tienen dos puntos básicos en común: el punto de congelación y el punto de ebullición del agua a nivel del mar.

Al nivel del mar el agua se congela a 0° C ó a 32° F y el punto de ebullición es de 100° C ó sea 212° F. En la escala Fahrenheit la diferencia de temperatura entre estos dos puntos está dividida en 180 incrementos de igual magnitud llamados grados Fahrenheit, mientras que en la escala Centígrados la diferencia de temperatura esta dividida en 100 incrementos iguales llamados grados centígrados.

La relación que existe entre las escalas Fahrenheit y Centígrados se establece por las siguientes fórmulas:

$$100/180 = 5/9$$

$$\text{Centígrados} = 5/9 (\text{Fahrenheit} - 32)$$

$$\text{Fahrenheit} = 9/5 (\text{Centígrados}) + 32$$

COMPARACIÓN DE LAS ESCALAS DE TEMPERATURA

MEDIDAS DE CALOR

La medida de la temperatura no tiene ninguna relación con la cantidad de calor. Una llama de fósforo puede tener la misma temperatura que un hoguera, pero obviamente la cantidad de calor que despide es totalmente diferente.

La unidad básica para medir calor usada en nuestro país, es el gramo-caloría que se define como la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de un gramo de agua, un grado centígrado.

Sin embargo, la unidad de calor empleada comúnmente es la kilo caloría que equivale a 1.000 gramo-calorías y que puede ser definida como la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un kilogramo de agua, un grado centígrado.

En el sistema inglés, la unidad de calor es la British Thermal Unit, comúnmente llamada BTU que se define como la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una libra de agua un grado Fahrenheit.

TRANSMISIÓN DE CALOR

La segunda ley importante de la termodinámica es aquella según la cual el calor siempre viaja del cuerpo más cálido al cuerpo más frío.

El grado de transmisión es directamente proporcional a la diferencia de temperatura entre ambos cuerpos. Supongamos que dos bolas de acero se encuentran juntas en una caja perfectamente aislada; una bola pesa un kilogramo y tiene una temperatura de 190° C, mientras que la segunda pesa 1.000 kilos y tiene una temperatura de 180° C; la cantidad de calor existente en la bola grande es mucho mayor que la de la bola pequeña; pero debido a la diferencia de temperatura, el calor viaja de la bola pequeña a la bola grande, hasta que las temperaturas se igualan.

El calor puede viajar en tres diferentes formas: Radiación, Conducción y Convección.

RADIACIÓN: Es la transmisión de calor por ondas similares a las de la luz y a las ondas del radio; un ejemplo de radiación es la transmisión de energía solar a la tierra. Una persona puede sentir el impacto de las ondas de calor, moviéndose de la sombra a la luz del sol, aún cuando la temperatura del aire a su alrededor sea idéntica en ambos lugares.

Hay poca radiación a bajas temperaturas, también cuando la diferencia de temperaturas entre los cuerpos es pequeña, por lo tanto, la radiación tiene poca importancia en el proceso de refrigeración.

Sin embargo, la radiación al espacio o al producto refrigerado por agentes exteriores, particularmente el sol, puede ser un factor importante en la carga de refrigeración.

CONDUCCIÓN. Es el flujo de calor a través de una sustancia. Para que haya transmisión de calor entre dos cuerpos en esta forma, se requiere contacto físico real. La conducción es una forma de transmisión de calor sumamente eficiente. Cualquier mecánico que ha tocado una pieza de metal caliente puede atestiguarlo.

CONVECCIÓN. Es el flujo de calor por medio de un fluido, que puede ser un gas o un líquido, generalmente agua o aire. El aire puede ser calentado en un horno y después descargado en el cuarto donde se encuentran los objetos que pueden ser calentados por convección.

La aplicación típica de refrigeración es una combinación de los tres procesos citados anteriormente. La transmisión de calor no puede tener lugar sin que exista una diferencia de temperatura. Los diferentes materiales varían en su capacidad para conducir calor: Los metales son muy buenos conductores de calor, mientras que el asbesto tiene una gran resistencia al flujo de calor y puede ser usado como aislante.

CAMBIO DE ESTADO.

La mayoría de las sustancias pueden existir en estado sólido, líquido o gaseoso, dependiendo de su temperatura y de la presión a la que se encuentra expuesta. El calor puede cambiar la temperatura y el estado de las sustancias y también puede ser absorbido aún cuando no exista cambio de temperatura, como cuando un sólido cambia a líquido, o cuando el líquido se transforma en vapor. Cuando el vapor se vuelve líquido, o cuando el líquido vuelve a transformarse en sólido, se desprende la misma cantidad de calor.

El ejemplo más común de este proceso es el agua, que existe como líquido y que puede existir como sólido en forma de hielo y como gas cuando se convierte en vapor. Como hielo, es una forma de refrigeración, absorbiendo calor mientras se derrite a una temperatura constante de 0°C . Si se coloca agua en un recipiente abierto y se pone al fuego, su temperatura aumentará a la temperatura de ebullición o sea 100°C al nivel del mar. Sin importar la cantidad de calor aplicado, la temperatura no puede subir arriba de 100°C , porque el agua se estaría evaporando constantemente. Si este vapor pudiera ser retenido en el recipiente evitando la ebullición y se continuara agregando calor, entonces la temperatura podría nuevamente aumentarse. Obviamente, el proceso de evaporación o de ebullición estará absorbiendo calor y manteniendo la temperatura a 100°C .

Cuando el vapor se condensa nuevamente formando agua, despidió exactamente la misma cantidad de calor que absorbió al evaporarse.

Si el agua se congela, debe extraerse la misma cantidad de calor que absorbió en el proceso de congelamiento por medio de algún proceso para causar la congelación.

CALOR ESPECIFICO

El calor específico de una sustancia es su capacidad relativa de absorber calor tomando como base la unidad de agua pura y se define como la cantidad de kilocalorías (BTU) necesarias para aumentar la temperatura de un kilo (libra) de cualquier sustancia 1°C (1°F). Por definición, el calor específico del agua es 1.0, pero la cantidad de calor necesaria para aumentar las temperaturas de otras sustancias varía.

CALOR SENSIBLE

Se define como el calor que provoca un cambio de temperatura en una sustancia. En otras palabras es, como su nombre lo indica, el calor que puede percibirse por medio de los sentidos.

CALOR LATENTE

Es el que se necesita para cambiar un sólido en líquido o un líquido en gas sin variar la temperatura de la sustancia. La palabra latente significa "oculto", o sea que este calor requerido para cambiar el estado de una sustancia, no es percibido por los sentidos.

CALOR LATENTE DE FUSIÓN

El cambio de una sustancia de sólido a líquido o de líquido a sólido requiere calor latente de fusión. Este también puede llamarse calor latente de licuefacción o calor latente de congelación.

CALOR LATENTE DE EVAPORACIÓN

Para cambiar una sustancia de líquido a vapor y de vapor a líquido se requiere calor latente de evaporación. Puesto que la ebullición es solo un proceso acelerado de evaporación, este calor también se llama calor latente de ebullición, calor latente de evaporación, o para el proceso contrario, calor latente de condensación.

Debido a la gran cantidad de calor latente que interviene en la evaporación y en la condensación, la transmisión de calor puede ser muy eficiente mediante este proceso. Los mismos cambios de estado que afectan el agua se aplican también a cualquier líquido aunque a diferentes presiones y temperaturas. La absorción de calor para cambiar un líquido a vapor y la sustracción de este calor para condensar nuevamente el vapor es la clave para todo proceso de la refrigeración mecánica y la transmisión del calor latente requerido, es el instrumento básico de la refrigeración.

CALOR LATENTE DE SUBLIMACIÓN

El proceso de sublimación es el cambio directo de un sólido a vapor sin pasar por el estado líquido, que puede ocurrir en algunas sustancias. El ejemplo más común es el "hielo seco" o sea dióxido de carbono. El calor latente de sublimación es igual a la suma del calor latente de fusión y el calor latente de evaporación.

TONELADAS DE REFRIGERACIÓN

En nuestro medio es muy frecuente hablar de toneladas de refrigeración, la cual es realmente una unidad americana basada en el efecto frigorífico de la fusión del hielo. La tonelada de refrigeración puede definirse como la cantidad de calor absorbida por la fusión de una tonelada de hielo sólido punto en 24 horas.

$$1 \text{ T.R.} = 12,000 \text{ BTU/HR.}$$

$$1 \text{ T.R.} = 3,024 \text{ KCAL/HR.}$$

TEMPERATURA DE SATURACIÓN

Saturación es la condición de temperatura y presión en la cual el líquido y el vapor pueden existir simultáneamente. Un líquido o vapor está saturado, cuando está en su punto de ebullición (para el nivel del mar, la temperatura de saturación del agua es de 100° C). A presiones más altas la temperatura de saturación aumenta y disminuye a temperaturas más bajas.

VAPOR SOBRE CALENTADO

Cuando un líquido cambia a vapor, cualquier cantidad adicional de calor aumentará su temperatura (calor sensible). Siempre y cuando la presión a la que se encuentre expuesto se mantenga constante. El término

vapor sobrecalentado se emplea para denominar un gas cuya temperatura se encuentre arriba de su punto de ebullición o de saturación. El aire a nuestro alrededor contiene vapor sobrecalentado.

LIQUIDO SUBENFRIADO

Cualquier líquido que tenga una temperatura inferior a la temperatura de saturación correspondiente a la presión existente, se dice que se encuentra subenfriado. El agua a cualquier temperatura por debajo de su punto de ebullición esta subenfriada.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

La atmósfera alrededor de la tierra que esta compuesta principalmente por oxígeno y nitrógeno, y se extiende muchos kilómetros sobre la superficie. El peso de esta atmósfera sobre la tierra crea la presión atmosférica. Con el objeto de estandarizar y como una referencia básica para su comparación la presión atmosférica al nivel del mar ha sido universalmente aceptada y establecida a 1.03 kilos por centímetro cuadrado (14.7 lbs. por pulgada cuadrada) lo cual es equivalente a la presión causada por una columna de mercurio de 760 mm. de altura.

PRESIÓN ABSOLUTA

Generalmente la presión absoluta se expresa en términos de Kg/cm^2 (lb/in^2) y se encuentra a partir del vacío perfecto en el cual no existe presión. Por lo tanto en el aire a nuestro alrededor, la presión absoluta y la atmosférica son iguales.

PRESIÓN MANOMÉTRICA

Un manómetro de presión está calibrado para leer 0 Kg/cm^2 (0 lb/in^2) cuando no está conectado a algún recipiente con presión: por lo tanto la presión absoluta de un sistema cerrado será siempre la presión manométrica más la presión atmosférica. Las presiones inferiores a 0 Kg/cm^2 (PSIG) son realmente lecturas negativas en los manómetros y se llaman milímetros (pulgadas) de vacío.

Es importante recordar que la presión manométrica es siempre relativa a la presión absoluta.

RELACIÓN TEMPERATURA PRESIÓN

(Líquidos)

La temperatura a la cual hierve un líquido depende de la presión sobre el líquido. La presión del vapor de un líquido que es la presión causada por las pequeñas moléculas al tratar de escapar del líquido para convertirse en vapor, aumenta con la temperatura hasta llegar al punto donde la presión interna de vapor iguala a la presión externa, dando lugar a la ebullición.

Al nivel del mar, el agua hierve a 100°C , pero a 1525 metros de elevación hierve a 95°C debido a la reducida presión atmosférica.

Puesto que todos los líquidos reaccionan en la misma forma aunque a diferentes temperaturas y presiones, la presión es un medio para regular la temperatura de refrigeración. Manteniendo en un serpentín de enfriamiento una presión equivalente a la temperatura de saturación (punto de ebullición) del líquido con la temperatura de enfriamiento deseada, dicho líquido hervirá a esa temperatura mientras este absorbiendo calor, consiguiéndose entonces la refrigeración.

RELACIÓN TEMPERATURA - PRESIÓN

(Gases)

Uno de los fundamentos de la termodinámica es la llamada "ley del gas perfecto". Esta describe las relaciones existentes entre los tres factores básicos que controlan el comportamiento de un gas (presión, volumen y temperatura). En la práctica, el aire y los gases refrigerantes altamente sobrecalentados pueden considerarse gases perfectos y su comportamiento sigue la relación:

$$\frac{\text{Presión 1} \times \text{Volumen 1}}{\text{Temperatura 1}} = \frac{\text{Presión 2} \times \text{Volumen 2}}{\text{Temperatura 2}}$$

Aunque la relación del gas perfecto no es exacta, nos da una base para aproximar el efecto causado en un gas por el cambio en uno de los tres factores. En esta relación, tanto la presión como la temperatura deben expresarse en valores absolutos, la presión en PSIA y la temperatura en grados absolutos o grados arriba del cero absoluto (Grados C + 273) (Grados F+460). Aún cuando la ley del gas perfecto no se usa en la práctica de refrigeración, es valiosa para cálculos científicos y ayuda a comprender el comportamiento de un gas.

Uno de los problemas de refrigeración es deshacerse del calor que ha sido absorbido durante el proceso de enfriamiento, y una solución práctica consiste en aumentar la presión del gas para que la temperatura de saturación sea suficientemente mayor que la temperatura del agente enfriante (aire o agua) para asegurar de este modo un intercambio de calor eficiente. Cuando el gas a baja presión (baja temperatura de saturación) es succionado hacia el cilindro de un compresor, el volumen del gas es reducido por la carrera del pistón, condensándose rápidamente debido a su alta temperatura de saturación.

VOLUMEN ESPECIFICO

El volumen específico de una sustancia, se define como el número de centímetros (pies) cúbicos ocupados por un kilo (libra) de esta sustancia, y en el caso de líquidos y gases varía con la temperatura y con la presión a la cual se somete la sustancia. Siguiendo la ley del gas ideal, el volumen de un gas varía tanto con la temperatura como con la presión. El volumen de un líquido varía con la temperatura pero dentro de los límites de la refrigeración práctica, puede ser tomado como incomprensible.

DENSIDAD.

La densidad de una sustancia se define como el peso por unidad de volumen y se expresa normalmente en gramos por centímetro cúbico (libras por pie cúbico). Puesto que por definición la densidad está directamente relacionada al volumen específico, la densidad del gas puede variar grandemente con los cambios de presión y de temperatura, sin embargo, se mantiene siendo gas imperceptible a la vista.

PRESIÓN Y PESO DE FLUIDOS

Frecuentemente es necesario saber la presión creada por la columna de un líquido y posiblemente la presión requerida para forzar a una columna de refrigerante a fluir en un tramo vertical en una distancia ascendente.

Puesto que la densidad se expresa en gr/cm^3 y puesto que el agua pesa $1 \text{ gr}/\text{cm}^3$, la presión que crea 1 cm^3 de H_2O es de 1 gr. Un metro de agua crea la presión de $100 \text{ gr}/\text{cm}^2$, o sea 0.1 kg. por cm^2 .

En el sistema inglés la densidad se expresa en libras por pie cúbico.

La presión creada por los líquidos puede calcularse si se conoce la densidad y si se mantiene la misma relación de altura a presión sin importar el área de la columna vertical.

La carga de presión es el término usado generalmente para nombrar cualquier clase de presión creada por un fluido y puede expresarse en términos de la altura de la columna del mismo fluido. Por lo tanto, la presión de un kg/cm^2 puede expresarse como equivalente a una carga de 10 mts de H_2O ($0.1 \text{ Kg}/\text{cm}^2 = 1 \text{ mts de H}_2\text{O}$).

En flujo de aire a través de ductos se encuentran presiones muy pequeñas, las cuales generalmente se expresan en milímetros (pulgadas) de agua. 1 mm de H_2O es igual a $0.0001 \text{ kg}/\text{cm}^2$ y 1 in H_2O es igual a $0.433 - 12 = 0.036 \text{ PSI}$.

PRESIONES EQUIVALENTE EN CARGAS DE FLUIDOS

TABLA 2

Kg/Cm^2	Lb/Pig^2	Milímetros de Mercurio	Pulgadas de Mercurio	Milímetros de Agua	Pulgadas de Agua	Metros de Agua	Pies de Agua
0.0025	0.036	1.84	0.07	25	1.0	0.025	0.083
0.0307	0.436	22.58	0.80	307	12.0	0.307	1.000
0.0345	0.491	25.38	1.00	345	13.6	0.345	1.130
0.0703	1.000	51.71	2.03	703	27.7	0.703	2.310
1.0340	14.700	760.52	29.92	1034	408.0	1.034	34.000

FLUJO DE FLUIDOS

Para que un fluido pueda circular de un punto a otro, debe existir una diferencia de presiones entre ambos puntos. Los fluidos pueden ser líquidos o gases, el flujo de ambos es importante en la refrigeración.

El flujo de fluidos en tuberías está regido por la presión sobre dicho fluido, el efecto de la gravedad debido a las tuberías ascendentes y descendentes, las restricciones, la tubería resistiendo el flujo, y la resistencia del mismo a circular.

Por ejemplo: si una válvula de agua se abre, el flujo aumenta, aún cuando la presión en el tubo de agua se mantenga constante. Obviamente la restricción de la válvula de agua esta regulando la cantidad de flujo. El agua fluye más libremente que las malezas debido a una propiedad de los fluidos llamada viscosidad, que describe la resistencia del fluido a fluir. En aceites, la viscosidad puede ser afectada por la temperatura. Mientras la temperatura disminuye, la viscosidad aumenta.

Conforme el fluido circula a través de la tubería, el contacto del fluido por las paredes del tubo crea fricción y por lo tanto resistencia al flujo. Curvas pronunciadas en las tuberías, válvulas y conexiones, al igual que otras obstrucciones también crean resistencia al flujo y por lo tanto, el diseño básico del sistema de tuberías determinará la presión requerida para obtener cierta cantidad de flujo.

La diferencia de presión entre dos puntos está determinada por la velocidad, la viscosidad y la densidad del fluido. Si el flujo aumenta, la diferencia de presión también aumenta puesto que habrá más fricción por la mayor velocidad del fluido. Esta diferencia de presión se llama también pérdida de presión.

Puesto que el control de las temperaturas de evaporación y condensación es crítico en el trabajo de refrigeración mecánica, la pérdida de presión a través de las líneas conductoras pueden afectar grandemente el rendimiento del sistema, por lo que es preciso evitarlas.

EFFECTOS DEL FLUJO DE FLUIDOS EN LA TRANSMISIÓN DE CALOR.

La transmisión de calor de un fluido a través de aletas de metal, resulta grandemente afectada por la acción del fluido en contacto con estas superficies metálicas. Como regla general, cuanto mayor sea la velocidad del flujo o cuanto más turbulento sea, mayor será la capacidad de transmisión de calor. La rápida ebullición de un líquido al evaporarse también aumentará el coeficiente de transmisión de calor. Por el contrario, un flujo tranquilo de un líquido tiende a permitir que se forme una capa aislante en la superficie del metal resistiendo el flujo de calor y reduciendo el coeficiente de calor.

REFRIGERANTES

Una sustancia puede absorber grandes cantidades de calor con un aumento de su calor sensible si la diferencia de temperatura es grande o si el peso de la sustancia es elevado. Sin embargo en un cambio de estado, una fracción del peso necesario para absorber cierta cantidad de calor sensible, absorberá una cantidad de calor latente equivalente.

En la refrigeración mecánica se requiere un proceso que pueda transmitir grandes cantidades de calor económica y eficientemente, y que pueda repetirse continuamente. Los procesos de evaporación y condensación de un líquido son por lo tanto los pasos lógicos en el proceso de refrigeración.

Un refrigerante debe satisfacer dos importantes requisitos:

- a) Debe absorber calor rápidamente a la temperatura requerida por la carga del producto.
- b) El sistema debe usar el mismo refrigerante constantemente por razones de economía y para enfriamiento continuo.

No existe el refrigerante perfecto, y hay una gran variedad de opiniones sobre el cual es el más apropiado para aplicaciones específicas.

CLASES DE REFRIGERANTES.

Existen muchos tipos de sustancias refrigerantes, algunos de los cuales se usan comúnmente. En las primeras instalaciones de refrigeración se empleaban por lo general el amoníaco, bióxido de sulfuro, propano, etano y cloruro metílico, los cuales aún se usan en varias aplicaciones. Sin embargo debido a que estas sustancias son tóxicas, peligrosas o tienen características no deseadas, han sido reemplazadas por sustancias creadas especialmente para usarse en refrigeración.

En trabajos a temperaturas extra bajas o en instalaciones con grandes compresores centrifugos, se usan refrigerantes especiales, pero para refrigeración comercial y aire acondicionado que utilizan compresores reciprocantes, se usan refrigerantes R-12, R-22 y R-502.

REFRIGERANTE 12

Este refrigerante es utilizado en la refrigeración doméstica y comercial, así como en aire acondicionado. En temperaturas inferiores a su punto de ebullición, es un líquido transparente y casi sin olor, no es tóxico ni irritante y es apropiado para aplicaciones en alta, media y baja temperatura.

REFRIGERANTE 22

Este refrigerante es similar al R-12 en sus características sin embargo tiene presiones de saturación mucho más altas para temperatura equivalentes. Tiene un calor latente de evaporación mucho mayor y un volumen específico inferior.

Por lo anterior tiene una capacidad de refrigeración mucho mayor. Esto permite el uso de menor desplazamiento en el compresor, resultando en algunos casos compresores más pequeños para obtener resultados comparables con R-12.

Por sus características a bajas temperaturas de evaporación y alto índice de compresión la temperatura del vapor R-22 comprimido es tan alta que frecuentemente daña al compresor, por tal motivo se recomienda para sistemas de un sólo paso, aún cuando es usable en baja temperatura en sistemas de varios pasos cuando la temperatura del vapor es controlada.

REFRIGERANTE 502

Es una mezcla azeotrópica del R-22 y R-115. Esta mezcla tiene características diferentes a las de sus componentes y puede evaporarse y condensarse sin cambiar su composición.

Este refrigerante es recomendado para usos en bajas temperaturas por sus excelentes características y también para todas las aplicaciones de un sólo paso donde la temperatura de evaporación sea inferior a -17.8°C (0°F). También es muy satisfactorio su uso en sistemas de doble paso y en aplicaciones para temperaturas extra bajas, y en la actualidad se está volviendo su uso en media temperatura.

REFRIGERANTE 134 a.

Debido al deterioro de la capa de ozono provocada en parte por los clorofluorometanos (R-12) este será sustituido por el refrigerante 134a, el cual tiene una apariencia de gas transparente con olor a éter

TABLA 3

PROPIEDADES COMPARATIVAS DE DIFERENTES REFRIGERANTES								
PROPIEDADES COMPARATIVAS	SISTEMA MÉTRICO				SISTEMA INGLÉS			
	Unidades	R-12	R-22	R-502	Unidades	R-12	R-22	R-502
Presión de Saturación a 21°C (70°F)	Kg/Cm ²	4.94	8.54	9.60	PSIG	70.2	121.4	136.6
Punto de Ebullición a 1.034 Kg/Cm ² (14.7 PSIA)	$^{\circ}\text{C}$	-29.78	-40.78	-45.61	$^{\circ}\text{F}$	-21.6	-41.4	-50.1
Densidad del Líquido a								

21° C (70° F)	gm/cm ³	1.32	1.21	1.26	Lb/pie	82.7	75.5	78.6
Solubilidad en Agua a	Partes por				Partes por			
25.6° C (78° F)	Millón	93	1,300	560	Millón	93	1,300	560
Solubilidad en Agua a	Partes por				Partes por			
-40° C (-40° F)	Millón	1.7	120	40	Millón	1.7	120	40

TABLA 4

COMPARACIÓN DEL EFECTO DE REFRIGERACIÓN			
CONDICIONES	Temperatura de Evaporación	-29 ° C	-20 ° F
DE	Temperatura de Condensación	43 ° C	110 ° F
OPERACIÓN	Temperatura del Líquido Sub-enfriado	-17.8 ° C	0 ° F
	Temperatura del gas de retorno	18.3 ° C	65 ° F

EVAPORACIÓN DEL REFRIGERANTE.

Supongamos que el refrigerante en un sistema tiene su temperatura equilibrada con la temperatura exterior, si en vez de cambiar la temperatura exterior, se disminuye la presión del sistema, se reducirá el punto de saturación, por lo que la temperatura del refrigerante líquido se encontrará por encima de su punto de ebullición y comenzará éste a hervir violentamente absorbiendo calor del proceso y gasificándose conforme se produce el cambio de estado. Ahora fluirá el calor del exterior hacia el sistema debido a la baja temperatura del refrigerante, y la ebullición continuará hasta que la temperatura exterior se reduzca a la temperatura de saturación del refrigerante, o hasta que la presión del sistema aumente nuevamente a la presión de saturación equivalente a la temperatura exterior. Si existe un medio, como un compresor para sustraer el vapor del refrigerante para que no aumente la presión mientras que el refrigerante esta siendo inyectado en el sistema, podrá haber una refrigeración continua.

CONDENSACIÓN DEL REFRIGERANTE.

Una vez más supongamos que el refrigerante se encuentra dentro de un sistema con su temperatura igualada a la temperatura exterior. Si se introduce gas refrigerante caliente en el sistema, la presión se eleva aumentando el punto de saturación.

El calor originado por el calor latente de condensación fluye del sistema hacia el exterior hasta que la presión en el sistema se reduce a la presión de saturación equivalente a la temperatura exterior. Si existe algún medio tal como un compresor para mantener una alimentación de gas caliente en alta presión, mientras que al mismo tiempo el refrigerante líquido es sustraído, ocurrirá una condensación continua.

RELACIÓN DE REFRIGERANTES Y ACEITES

En compresores recíprocos, el aceite y el refrigerante se mezclan continuamente, los aceites de refrigeración son solubles en refrigerante líquido, y a temperaturas normales en una cámara se mezclan completamente. La capacidad de un refrigerante líquido para mezclarse con el aceite se llama miscibilidad. Estos tipos de aceites son altamente refinados y especialmente preparados para refrigeración.

Puesto que el aceite debe pasar por los cilindros del compresor para lubricarlos, siempre circula una pequeña cantidad de aceite con el refrigerante; el aceite y el gas refrigerante no se mezclan fácilmente, y el aceite solo puede circular correctamente a través del sistema si las velocidades del gas son suficientemente altas para barrer el aceite. Si las velocidades no son adecuadas el aceite se quedará estacionado en la parte inferior de los tubos disminuyendo la transmisión de calor y causando falta de aceite en el compresor. Excesivo refrigerante en el cárter del compresor puede dar por resultado una espuma violenta en ebullición expulsando fuera del cárter todo el aceite y causando problemas de lubricación. Por lo tanto debe tenerse precaución para prevenir la acumulación de refrigerante en el compresor.

CAPITULO 3

CICLO SENCILLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN

Existen dos presiones en el sistema de compresión: la de evaporación o de baja presión y la de condensación o de alta presión.

El refrigerante actúa como medio de transporte para mover el calor del evaporador donde es despedido a la atmósfera, o en caso de sistemas enfriados por agua, el agua de enfriamiento. Un cambio de estado de líquido a vapor y viceversa permite al refrigerante absorber y descargar grandes cantidades de calor en forma eficiente.

El ciclo básico opera en la siguiente forma: el refrigerante líquido a alta presión es alimentado del recipiente a través de la tubería de líquido pesado por un filtro secador al instrumento de control que separa el lado de alta presión del sistema del lado de baja presión.

Existen varios instrumentos de control que pueden emplearse, pero en la ilustración consideramos únicamente la válvula de expansión.

La válvula de expansión controla la alimentación del refrigerante líquido al evaporador, y por medio de un pequeño orificio reduce la presión del refrigerante a la de evaporación o baja presión.

La reducción de presión en el refrigerante líquido provoca que éste hierva o se vaporice hasta que el refrigerante alcanza la temperatura de saturación correspondiente a la de su presión, conforme el refrigerante de baja temperatura pasa a través del evaporador, el calor fluye a través de las tuberías del evaporador hacia el refrigerante, haciendo que la acción de ebullición continúe hasta que el refrigerante se encuentre totalmente vaporizado.

La válvula de expansión regula el flujo a través del evaporador conforme sea necesario, para mantener una diferencia de temperatura determinada a cierto sobrecalentamiento deseado entre la temperatura de vaporización y el vapor que sale del evaporador. Conforme la temperatura del gas que sale del evaporador varía, el bulbo de la válvula de expansión registra variación y actúa para modular la alimentación a través de la válvula de expansión para adaptarse a las nuevas necesidades. El vapor refrigerante que sale del evaporador viaja a través de la línea de succión hacia la entrada del compresor. El compresor toma el vapor a baja presión y lo comprime aumentando tanto su presión como su temperatura.

El vapor caliente y a alta presión es bombeado fuera del compresor a través de la válvula de descarga hacia el condensador conforme pasa a través del condensador, el gas a alta presión es enfriado por algún medio externo. En sistemas enfriados por aire, se usa generalmente un ventilador y un condensador alceado. En sistemas enfriados por agua se emplea generalmente un intercambiador de calor de refrigerante a agua.

Conforme la temperatura del vapor del refrigerante alcanza la temperatura de saturación correspondiente a la alta presión del condensador, el vapor se condensa y fluye al receptor, repitiéndose nuevamente el ciclo.

CALOR DE COMPRESIÓN

Cuando se comprime el refrigerante en el cilindro del compresor se aumenta la presión y se reduce el volumen. El calor de compresión se define como el calor agregado al gas refrigerante que resulta de la energía de trabajo usado en el compresor. El calor que debe desechar el condensador, se llama calor de rechazo y consiste en el total de calor absorbido por el refrigerante en el evaporador, en el compresor y cualquier calor agregado al sistema debido a ineficiencias del motor (éste último aplicable únicamente a compresores herméticos y semiherméticos). Para motocompresores herméticos y semiherméticos, el calor de rechazo además del que produce la carga de refrigeración, puede calcularse aproximadamente por el calor equivalente a la electricidad que consume el motor.

EFFECTO DEL CAMBIO DE PRESIÓN EN LA SUCCIÓN

El volumen específico del gas de retorno al compresor aumenta si se mantienen constantes todos los factores al reducirse la presión de succión. La reducción de la densidad del gas de succión reduce el peso del refrigerante bombeado, con la consecuente pérdida de capacidad del compresor. Por lo tanto, para obtener la mayor capacidad y la mayor economía de operación, es de gran importancia que el sistema de refrigeración opere a las presiones de succión más altas posibles.

EFFECTO DE CAMBIO DE PRESIÓN EN LA DESCARGA

Un aumento en la presión de descarga provoca un aumento en el índice de compresión, con la consecuente pérdida de eficiencia volumétrica. Aún cuando la pérdida de capacidad no es tan grande como la pérdida causada por una disminución en la presión de succión equivalente, será de todas maneras bastante perjudicial.

Por economía de operación y para obtener mayor capacidad, la presión de descarga debe mantenerse tan baja como sea posible.

COMPRESORES

RECIPROCANTES. El compresor reciprocante es el más ampliamente usado de todos los tipos de compresores. Este aumenta la presión del gas debido al movimiento hacia arriba y hacia abajo de uno o varios pistones dentro de los cilindros.

Estos compresores son:

- Herméticos
- Semiherméticos
- Abiertos

ROTATORIO

Este compresor en lugar de pistón utiliza un rotor excéntrico el cual presiona el gas contra una cámara circular de compresión.

CENTRIFUGO

El compresor centrifugo incrementa la presión del gas lanzándolo a alta velocidad en la misma forma que un abanico lanza el aire, pero por supuesto mucho más precisamente.

CONDENSADORES

El refrigerante que abandona el compresor lo hace sometido a alta presión y a alta temperatura. Esto es debido al fenómeno de compresión que tiene lugar en el compresor.

En el condensador se obtiene primero un enfriamiento del refrigerante y segundo la condensación. Como ya se ha dicho, el refrigerante pasa por el compresor en forma de gas y en tal estado llega al condensador.

En este componente el refrigerador cambia del estado gaseoso al estado líquido, retirando el calor del refrigerante. Existen tres maneras de retirar el calor, a saber:

Condensador enfriado por aire

Condensador enfriado por agua

Condensador enfriado por aire-agua

ENFRIADO POR AIRE

En este condensador el refrigerante circula a través de un sistema de tubos o circuitos sobre los cuales pasa una corriente de aire impulsado por un ventilador .

ENFRIADO POR AGUA

Este condensador usa agua para enfriar el refrigerante, en donde el agua circula a través de los tubos y el refrigerante entre el casco y los tubos.

EVAPORATIVO

El condensador Evaporativo utiliza agua y aire para enfriar el refrigerante. Durante la operación el agua y el aire circulo por fuera del serpentín y el refrigerante por el interior.

ELEMENTOS DE CONTROL

Existen varios tipos de control de flujo, entre ellos están: válvula manual, control flotante, tubo capilar y válvula termostática de expansión.

De los elementos anteriores los más comunes son: el tubo capilar y la válvula termostática de expansión.

Independientemente del tipo de control, las funciones básicas son revisar el suministro de refrigerante al evaporador, proporcionando la cantidad necesaria de acuerdo a la carga térmica, atomizar el refrigerante para crear una mayor área de transferencia de calor y separar el lado de alta con el de baja presión.

VÁLVULA MANUAL.

Es el tipo más simple de control de flujo, sin embargo, es poco usada debido a que debe ser constantemente ajustada para revisar los cambios de carga en el sistema.

CONTROL FLOTANTE.

Este aparato, usado en algunos evaporadores sumergidos, tiene un flotador dentro del refrigerante. Al aumentar o disminuir el nivel, el flotador sube o baja ajustando una válvula la cual controla el flujo del líquido.

TUBO CAPILAR.

Este es un sistema muy elemental de control de flujo que consiste esencialmente en un tubo largo de diámetro pequeño, el cual ejerce restricción por imposición de una restricción al flujo.

EVAPORADORES.

El evaporador es la parte del lado de baja presión del sistema de refrigeración en la que el refrigerante líquido hierve o se evapora, absorbiendo calor a medida que se convierte en vapor. Con ello se logra el objetivo del sistema de refrigeración.

TIPOS DE EVAPORADORES.

Los evaporadores se fabrican en gran variedad de formas y estilos para satisfacer las necesidades específicas de cada aplicación. El evaporador más común es el de serpiente ventilador o de convección forzada en el que el refrigerante se evapora dentro de los tubos con aletas extrayendo el calor del aire que pasa a través del

serpentin mediante un ventilador. Sin embargo, en aplicaciones específicas pueden utilizarse serpentines sin aletas, serpentines de gravedad con flujo de aire por convección natural, superficies de placa lisa, u otros tipos especiales de superficie para transferencia de calor.

Los evaporadores de expansión directa son aquellos en los que refrigerante se alimenta directamente al serpentin a través de un dispositivo de control, absorbiendo el calor directamente, a través de las paredes del evaporador del medio que ha de refrigerarse.

En otros tipos de sistemas, pueden utilizarse refrigerantes secundarios tales como agua fría o salmuera para la refrigeración del producto mientras que el evaporador es enfriado por agua o salmuera.

Otro tipo de evaporador es el de casco y tubo, en donde el refrigerante circula por dentro de los tubos y el agua entre el casco y los tubos. Este tipo de evaporador es utilizado en enfriadores de agua para usos industriales y para aire acondicionado.

EVAPORADORES SUMERGIDOS.

Este tipo de evaporadores se utiliza frecuentemente para enfriar otro líquido tales como salmuera, agua, etc. Su nombre se debe al hecho de que durante la operación el serpentin de enfriamiento permanece sumergido dentro del líquido refrigerante.

ACCESORIOS :

TERMOSTATO

Es un interruptor eléctrico accionado por la presión de un gas contenido en el bulbo sensor y en tubo capilar.

Este interruptor puede ser de dos tipos o de tiro sencillo con un polo, en ambos casos, se conecta a la posición normalmente cerrada, o sea que estando el bulbo a temperatura ambiente el interruptor eléctrico debe estar cerrado y cuando se enfría el bulbo a la temperatura de ajuste del control, el interruptor eléctrico de abrir. Lo anterior se debe a que el gas contenido en el bulbo sensor a mayor temperatura desarrolla mayor presión y al enfriarse su presión disminuye.

Su accionamiento puede ser destinado a controlar una válvula solenoide o a controlar la bobina de retención del arrancador del motor del compresor.

PRESOSTATO.

Es un interruptor eléctrico accionado por la presión del gas refrigerante del sistema. Esto se consigue interconectando los elementos de poder del control con las conexiones existentes en el compresor para ese fin.

En el momento en que una unidad se pone en operación, la presión en el lado de baja disminuye y la presión del lado de alta aumenta; si las condiciones de operación no son las adecuadas la presión registrada en el lado de baja puede disminuir y alcanzar un valor menor que el valor de ajuste del control y el interruptor eléctrico abrirá el circuito deteniéndose la unidad.

También puede darse el caso con el lado de alta presión, en donde esta se incrementa a un valor mayor al que se tiene ajustado el control y al suceder esto el circuito eléctrico se abre y detiene la unidad.

Su accionamiento es destinado a controlar la bobina de retención del arrancador del motor del compresor.

CALEFACTOR DE CÁRTER.

Es una resistencia eléctrica que aunque en algunos casos si no se emplea para calentar el cárter, si para el aceite contenido en él, ya que se instala inmerso en el lubricante.

Su finalidad es reducir la cantidad de refrigerante diluido en el aceite depositado en el cárter durante los ciclos de paro.

DESHIDRATADOR

El deshidratador contiene en su interior un agente que puede ser únicamente desecante y filtrante o también puede ser de triple acción, desecante, neutralizador de ácidos o retenedor de los mismos y filtrante.

El agente comúnmente conocido como sílica en forma de perlas, es un elemento químico a base de bióxido de silicio y es un desecante de tipo de absorción.

Existen también en forma granulada y compacta conocidos como piedras desecantes y son a base de sulfato anhídrido de calcio, siendo también del tipo de absorción.

INDICADOR DE LIQUIDO Y HUMEDAD.

Básicamente es una mirilla de cristal con elemento reactivo a la presencia de la humedad y es instalado en línea de líquido entre el deshidratador y la válvula solenoide.

Al estar en operación la unidad de refrigeración el cristal se debe observar transparente y el indicador de humedad debe estar de acuerdo al color que indique ausencia de humedad (según la marca).

VÁLVULA SOLENOIDE

Es una válvula de peso accionada por un solenoide normalmente cerrada y se emplea como dispositivo protección del compresor ya que al detenerse el funcionamiento del mismo la válvula deberá de cerrarse y evitar que continúe el paso de refrigerante líquido proveniente del receptor hacia el evaporador. La protección consiste en que se evita la acumulación de refrigerante en el evaporador y si esto sucediera, en el momento de arranque del equipo llegaría cierta cantidad de refrigerante líquido al compresor dañándolo por el fenómeno conocido como golpe de líquido.

SEPARADOR DE ACEITE.

La función básica de un separador de aceite, es proteger al compresor asegurando el retorno del aceite del sistema al cárter del compresor, su funcionamiento es el siguiente

El separador de aceite se instala en el tubo de descarga a la salida del compresor, entre éste y el condensador. El refrigerante comprimido que contiene aceite en forma de neblina, penetra por la abertura de entrada y pasa por la placa deflectora de entrada, cuyo diámetro, es mayor que el tubo de descarga reduciendo por consiguiente, la velocidad del refrigerante. Sin embargo, como las partículas de aceite tienen más impulso y menos fuerza para cambiar de dirección que el refrigerante, chocan contra la superficie de las placas deflectoras y se escurren hasta el fondo de la cubierta permaneciendo ahí hasta que el nivel de aceite sube para abrir la válvula de flotación y hacer que el refrigerante regrese al cárter impulsado por la presión de descarga que es mayor que la del cárter del compresor, a través del tubo de retorno.

Al ir saliendo el refrigerante del separador de aceite, pasa por otra serie de placas deflectoras, en donde las partículas más finas de aceite son recogidas, a medida que e el refrigerante se acelera, hasta adquirir su velocidad inicial pasando exento de aceite al condensador.

ENFRIADORES DE AGUA

Los enfriadores de agua están diseñados para aplicarse en cualquier proceso de producción que requiera líquidos a una temperatura controlada, tales como: industria plástica, procesos de galvanoplastia, industria alimenticia, industria química y farmacéutica, aire acondicionado residencial y hotelero.

Los enfriadores de agua son fabricados en distintas presentaciones de acuerdo al tipo de condensador y compresor con el cual se encuentra construido, así tenemos:

Por el tipo de compresor puede ser:

- De compresor hermético
- De compresor semihermético
- De compresor abierto

Por el tipo de condensador pueden ser:

- Con condensador enfriado por aire
- Con condensador enfriado por agua

Por el tipo de evaporador pueden ser:

- De evaporador sumergido
- De evaporador de casco y tubo

Los enfriadores de agua cualquiera que sea el tipo de ellos, se encuentran ensamblados sobre una base estructural en donde están todos los elementos de un sistema de refrigeración tales como: compresor,

condensador, válvula termostática, evaporador, control de alta y baja presión, controles de temperatura, indicador de líquido, deshidratador, válvula de paso, válvula solenóide y tablero eléctrico.

En algunos equipos debido a su capacidad también se instalan elementos como: eliminadores de vibración, separador de aceite, trampa de succión, bomba de aceite y calefactor de cárter.

En los enfriadores que cuentan con evaporador sumergido están diseñados para operar a una temperatura de agua entre 7° C y 10° C en los que tienen instalados evaporadores de casco y tubo operan con temperatura de entrada de agua de 12° C y salida de 7° C.

En el caso de que se requiera una temperatura diferente a las de diseño, se debe considerar como un equipo especial, para el cual se deben obtener los datos necesarios para calcularse por separado, conforme a las nuevas necesidades.

Cuando se tenga un equipo con condensador enfriado por agua se debe considerar:

- La temperatura considerada de diseño del agua es de 22° C a la entrada del condensador.
- La temperatura de salida del agua del condensador es de 27° C.
- El gasto de agua que requiere el condensador es de 660 litros por hora por tonelada de refrigeración.
- El condensador también hace la función de receptor de refrigerante en estado líquido.

El refrigerante se contiene en el espacio que existe entre el casco y los tubos, mientras que el agua pasa a través de los tubos, las tapas laterales son desmontables para poder hacerla limpieza a los tubos.

EL EVAPORADOR EN UN ENFRIADOR DE AGUA.

Este elemento también es conocido como intercambiador de calor que consiste en un tubo forrado con aislante para evitar pérdida de temperatura.

CAPITULO 4

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

El objetivo del acondicionamiento de un local, obedece a proporcionar las condiciones de confort a los ocupantes, o bien conservar determinado tipo de productos. Para el calculo de la carga térmica intervienen varios factores que se deben tomar en cuenta :

1. Orientación geográfica del local
2. Destino del local (hospital, hotel, tienda etc.)
3. Dimensiones del local (ancho, largo, alto)
4. Materiales de construcción (espesor y materiales de techo, pisos y paredes)
5. Condiciones ambientales (calor exterior en paredes, época del año, temperaturas de confort)
6. Puertas (tamaño, tipo, grado de utilización)
7. Ventanas (tamaño, orientación, material utilizado, etc.)
8. Ocupantes (número, tipo de actividad, tiempo de ocupación)
9. Alumbrado (potencia total, tipo)
10. Ventilación (m^3/lir)
11. Funcionamiento (tipo continuo o intermitente)

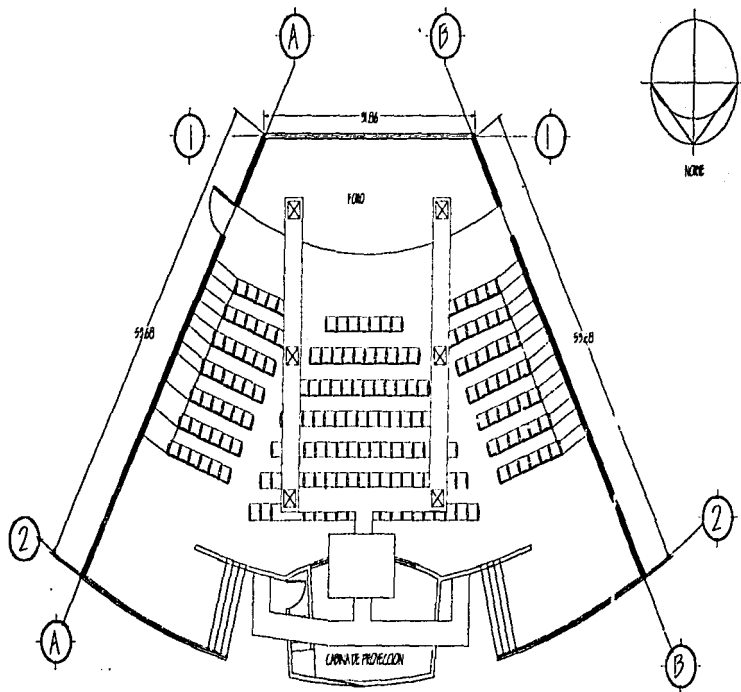
De tablas 1:

x : Espesor del material

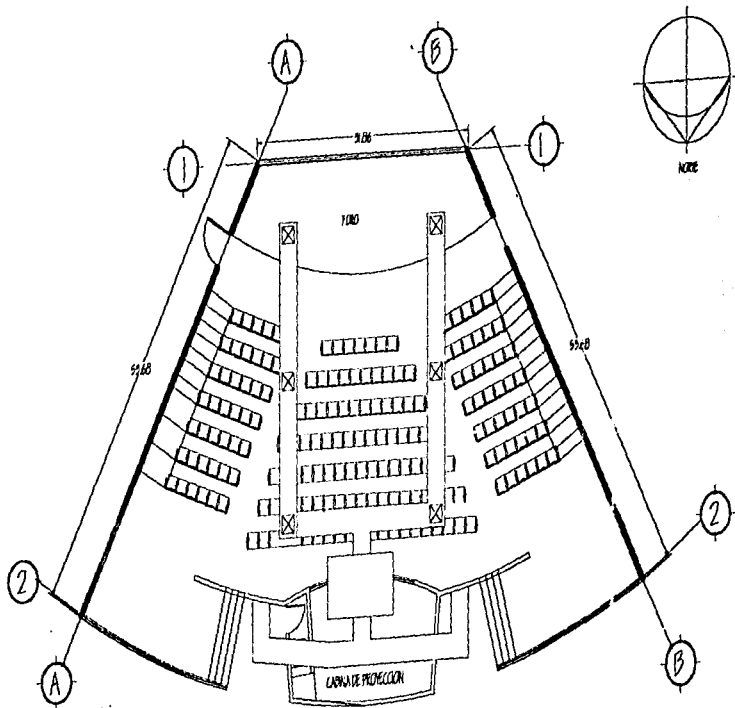
k : Conductividad térmica del material

fe : Coeficiente de la película exterior

fi : Coeficiente de la película interior

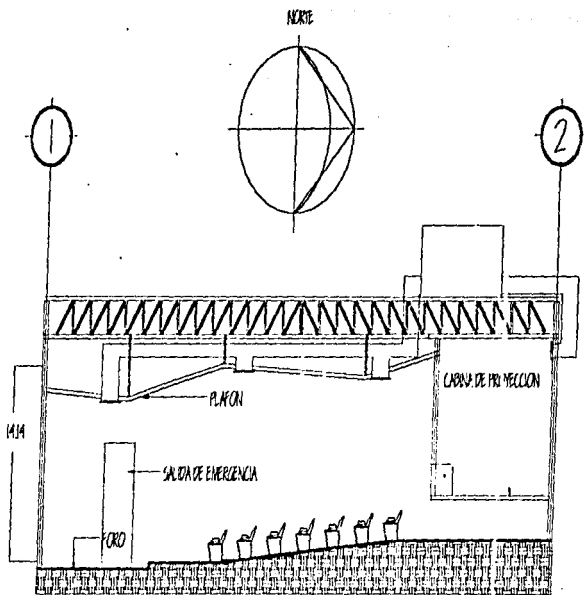


AUDITORIO PARA 185 ESPECTADORES



AUDITORIO PARA 185 ESPECTADORES

PLANTA ARQUITECTONICA



CORTE X - X'

AUDITORIO PARA 185 ESPECTADORES

Enyesado	$x_1 = \frac{1}{2}''$	$k_1 = 2.93$
Aplanado	$x_2 = 1''$	$k_2 = 12$
Ladrillo	$x_3 = 4''$	$k_3 = 5$
Enyesado	$x_4 = \frac{1}{2}''$	$k_4 = 2.93$

$$f_c = 6.0 \text{ btu/ft}^2\text{F}$$

$$f_i = 1.65 \text{ btu/ft}^2\text{F}$$

Resistencia térmica :

$$R_T = \frac{1}{f_c} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_2}{k_2} + \frac{x_3}{k_3} + \frac{x_4}{k_4} + \frac{1}{f_i}$$

$$R_T = \frac{1}{6} + \frac{1}{2.93} + \frac{1}{12} + \frac{4}{5} + \frac{1}{2.93} + \frac{1}{1.65}$$

$$R_T = 2.34$$

$$V_T = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{2.34} = 0.43 \text{ BTU/HRFT}^2\text{F}$$

• Ganancia de Calor en las Paredes, Fijas y Techo

$$\text{Pared Sur : Area de la pared} = (31.86') (14.14') = 450.50 \text{ ft}^2$$

$$\text{Pared Este y Oeste : Area de la pared} = (53.68') (14.14') \cdot 2 = 1,518.07 \text{ ft}^2$$

$$\text{Pared Norte : Area de la pared} = (86.62') (14.14') = 1,224.81 \text{ ft}^2$$

$$\text{Area puerta} = (6.5') (9.84') \cdot 2 = 127.92 \text{ ft}^2$$

$$\text{Sumatoria de Areas} \quad \Sigma A = 3,193.37 \text{ ft}^2$$

$$Q_T = VA\Delta T \quad (\text{tabla 1})$$

$$Q_T = (0.43 \text{ btu/hrft}^2\text{F}) (3,193.37 \text{ ft}^2) (90^\circ\text{F} - 68^\circ\text{F})$$

$$Q_T = 30,209.35 \text{ BTU/HR}$$

$$Q_{\text{TECHO}} = (0.08) (3,977.43) (22) = 7,000.28 \text{ BTU/HR}$$

$$Q_{\text{PISO}} = (0.04) (3,977.43) (22) = 3,500.14 \text{ BTU/HR}$$

$$\Sigma Q_T = 40,709.10 \text{ BTU/HR}$$

- Por Infiltración :

$$V = L \times A \times H$$

$$V = 56,240.86 \text{ ft}^3$$

$$Q_i = (56,240.86) (0.011) (22) = 13,610.28 \text{ BTU/HR}$$

- Por Ventilación

$$Q_T = 1.09V \text{ T}\Delta T \quad (\text{tabla 11})$$

$$Q_T = (10 \text{ ft}^3/\text{min-persona}) (185 \text{ personas}) (1.09) (90^\circ\text{F} - 68^\circ\text{F})$$

$$Q_T = 44,363 \text{ BTU/HR}$$

- Por Ganancia Solar :

No hay vidrios

- Por Ganancia Miscelaneos (tabla 21)

$$Q_T = (11.52 \text{ KW}) (3,413 \text{ BTU/KW})$$

$$Q_T = 39,314.76 \text{ BTU/HR}$$

Sumatoria Total de BTU/HR

$$\sum Q_T = 168,209.49 \text{ BTU/HR}$$

1 Tonelada de Refrigeración = 12,000 BTU/HR

Por lo tanto = 14.02 Toneladas de Refrigeración

- Cantidad de Aire Suministrado por el Ventilador

Altura = 14.14 ft, Largo = 53.68 ft, Ancho = 69.08 ft

$$V = 52,424.15 \text{ ft}^3$$

$$Q_s = 1.09 V \Delta T$$

$$V = \frac{Q_s}{1.09 \Delta T} = \frac{168,209.49}{(1.09)(22)} = 7,014.57 \text{ c.f.m.}$$

- Ductos

En base al rotulador y tomando en cuenta una pérdida de 0.1 pulgadas de columna de agua de presión por cada 100 ft de ducto se obtienen unos ductos de 18 x 40 pulgadas y con una velocidad de 1,550 ft³/min

CONCLUSIONES

A través del desarrollo del presente trabajo se hizo una reseña de los componentes de un aire acondicionado, en forma general, procediendo a describir los conceptos básicos para entender las condiciones de comodidad, así como las leyes que rigen este fenómeno.

A continuación se dio la descripción del auditorio en el cual se consideraron los materiales de construcción de paredes, pisos y techos, así como la posición geográfica en el cual está ubicado.

Se procedió al cálculo de cargas térmicas, encontrando el total de cargas se calculó el tipo de unidad que cubriera esta demanda (ver catálogo siguiente), dejándolas trabajar desahogadamente alrededor del 77.5% para tener la opción de darles mantenimiento y no trabajar sobrecargadamente ó ganancias de calor que tienen las paredes, puertas, pisos y techos, agregando a esto las ganancias de calor debido a ocupantes, iluminación y otros factores.

TABLA 5

UNIT	TOTAL KW	COOLING CAP. NET BTU/HR	STANDARD CFM	EER	IPLV
50DPE014	16.0	144,000	5000	9.0	10.4
50DP016	20.9	180,000	5250	8.6	10.5
50DP020	25.2	217,000	6300	8.6	8.7

ARI - Air Conditioning and Refrigeration Institute

BIBLIOGRAFIA

Air Conditioning Company
Manual De Aire Acondicionado, Carrier
Marcombo Editores, Septima Reimpresión, España.

Air Conditioning And Refrigeration Institute
Refrigeración Y Aire Acondicionado
Editorial Preice Hall Internacional, Cuarta Reimpresión

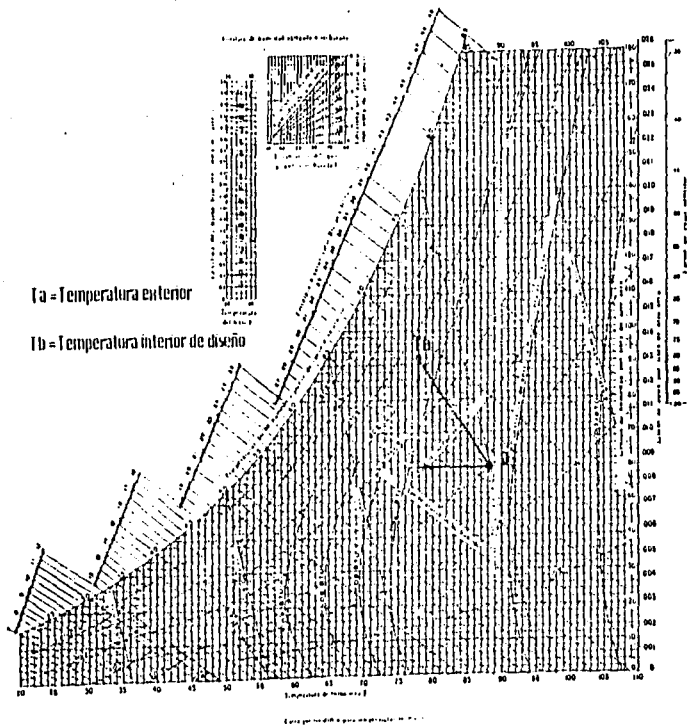
Carrice Royo Enrique
Aire Acondicionado
Editorial Paraninfo S.A., Barcelona España, 1982

Facultad De Ingeniería. U.N.A.M.
Las Instalaciones Para Aire Acondicionado En Los Edificios

Hernández Goribar Eduardo
Fundamentos De Aire Acondicionado Y Refrigeración
Editorial Limusa, México, D.F., 1986

Jennings Burgess H. Y Lewis Samuel R.
Aire Acondicionado Y Refrigeración
Compañía Editorial Continental, México D.F., 1979

Woods
Guía Practica De La Ventilación
Editorial Blume. España, 1985



I. M. S. S. C O N D I C I O N E S
DE ESTADÍSTICAS A T M O S F E R I C A S A M E R I C A
Y EQUIPOS D E D I S E Ñ O

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
DATOS SITIOY			DATOS METEOROLÓGICOS					DATOS INVICIENDOS			
ESTADO	Posición Latitud	Geográfica Longitud	Altura S.N.M.	Presión Barométrica	Temp. Máx. Est.	Temp. Mín. Est.	Temp. Cálculo	Grados-día Anuales	Temp. Máx. Est. Cálculo	Temp. Mín. Est. Cálculo	
	N	W	M	Pb	Mm	°C	P5	P4	°C	°C	
AGUASCALIENTES											
Aguascalientes	21° 51'	102° 18'	1879	816	61c	36.8	31	19	240	- 4.7	0
BAYA CALIFORNIA											
Ensenada	31° 53'	116° 36'	13	1012	759	15.5	31	26	109	+ 1.1	+ 5
Mahualá	32° 23'	115° 23'	1	1013	760	17.8	43	28	1600	- 3.7	+ 1
La Paz	24° 17'	110° 07'	18	1011	753	19.0	36	27	1027	+ 9.0	+ 13
Tijuana	32° 23'	117° 02'	28	1010	750	18.2	35	26	754	- 3.3	+ 2
CHIHUAHUA											
Cuysatepec	19° 51'	99° 32'	25	1010	756	18.9	36	26	2087	+ 12.7	+ 16
Ciudad del Carmen	18° 31'	91° 49'	3	1013	760	11.0	37	26	2126	+ 10.8	+ 14
COAHUILA											
Huamantla	26° 53'	101° 26'	566	948	711	12.0	39	21	1169	- 7.8	- 3
Nuevo Rosita	27° 51'	101° 17'	430	965	754	15.0	41	25	1539	- 8.5	- 3
Piedras Negras	28° 41'	100° 31'	230	953	761	13.9	40	25	1947	- 11.9	- 6
Saltillo	25° 24'	101° 03'	1609	842	632	18.0	39	22	200	- 9.6	- 4
MEXICO											
Texcoco	19° 31'	98° 52'	2216	784	528	14.0	31	19	175	- 6.0	- 1
Toluca	19° 17'	99° 39'	2675	743	557	26.8	26	17		- 3.0	+ 2
MICHOACÁN											
Apatzingán	19° 05'	102° 15'	692	937	703	13.0	31	25	3013	+ 11.5	+ 15
Norelia	19° 42'	101° 07'	1923	812	609	11.3	30	19	165	+ 1.6	+ 6
Zanora	19° 59'	102° 18'	1633	840	630	17.5	35	20	320	- 0.2	+ 4
Zacapu	19° 45'	101° 45'	2000	804	603	14.8	32	19	168	- 6.0	- 1

ANEXO

TABLE 1. CONDUCTIVIDADES TERMICAS (A) Y CONDUCTANCIAS (C) DE EDIFICIOS Y MATERIALES AISLANTES*

[A en (Btu)(pie) / (hr)(pie²)(°F) C en (cal)(cm) / (hr)(cm²)(°C) para el espesor correspondiente del material]

Materiales	Tipo y construcción	Masa específica lb/pie ³	Temperatura (°F)	Conductividad térmica A	Resistencia por pie 1/2	Conductancia térmica C	Resistencia 1/C
Acabados exteriores (paredes exteriores):							
Revestimiento de ladrillo	4" espesor nominal	....	....	....	....	2.27	0.44
Estuco	1"	....	....	12.50	0.08	....	....
Tira de madera	.....	....	....	....	....	1.28	0.78
Tira de pino amarillo	.....	....	....	....	....	1.28	0.78
	1" lámina de cedro con papel y estuco	....	20	....	....	0.82	1.02
Acabados interiores y estrados:							
Tablones de madera	3/16 pie a 3/8 pie de espesor	....	....	0.50	2.00	....	....
Placa de yeso	Simple o de adorno (3/8 pie)	....	....	....	....	3.7	0.27
Yeso en tiras 1/2 pie (y yeso)	El espesor del yeso sustrato en 1/2 pie	....	....	....	....	2.4	0.42
Placa de aislamiento 1/2 pie	Simple o de adorno	....	....	....	....	0.66	1.52
Tira de placa de aislamiento 1/2 pie (y yeso)	Espesor del yeso, 1/2 pie	....	....	....	....	0.60	1.67
Tira de placa de aislamiento 1 pie (y yeso)	Espesor del yeso, 1/2 pie	....	....	....	....	0.31	3.18
Yeso en tira rígida	Espesor del yeso, 1/2 pie	....	....	....	....	4.40	0.23
Estuco	.....	....	....	5.0	0.20	....	....
Cemento y arena	.....	....	....	8.0	0.13	....	....
Mortaja alta de cemento	.....	....	....	5.8	0.18	....	....
Yeso y arena	.....	....	....	1.7	0.89	....	....
Estuco, yeso vermiculita	.....	....	....	....	....	2.50	0.40
Yeso en tiras de madera	.....	....	....	....	....	....	....
Aislamientos:							
Tipo enrollado o ajustable	Hecho de fibras minerales o vegetales, o de yeso de estuco cerrado o abierto	....	....	0.27	3.70	....	....
Tipo enrollado	Lámina de corcho, sin ningún estrado	....	....	0.30	3.33	....	....
	Lana mineral (balsa de escoria de roca o vidrio)	....	....	0.27	3.70	....	....
Tipo ajustable	Fibra de madera químicamente tratada	4.0	75	0.28	3.57	....	....
	Materiales fibrosos hechos de dióxido de silicio	1.50	75	0.27	3.70	....	....
	Materiales fibrosos hechos de escoria	9.4	103	0.27	3.70	....	....

* Datos tomados de "Insulation Properties of Building Materials" publicado por el American Society of Heating and Air Conditioning Engineers, Gwicks 1934, 1936.

TABLA 1 (Continuación)

[a m (R)(u)(s)l(a) C m R u (R)(u)(s)(p)(a)(r)(T)(F) para el espacio correspondiente del material]

Materia	Tipo y condiciones	Peso específico lb/ft ³	Temperatura (°F)	Condensación máxima A	Resistencia por pie ² B	Condensación máxima C	Resistencia J C
no sobre una superficie		....	50	....	....	0.68	2.17
Espacio limitado por láminas de aluminio sobre la fachada de las superficies	Más de ¾" ancho	....	50	....	....	0.61	2.44
Espacio dividido en dos con simples cortinas de lámina de aluminio	Ambo lados con láminas brillantes y cada espacio con más de ¾" ancho	....	50	....	....	0.53	4.35
Espacio limitado sobre un lado con lámina de aluminio	Espacio de sólo ¾" ancho	....	50	....	....	0.58	1.618
Película de aire (aire seco)		....	50	....	....	0.61	0.81
Aire tranquilo (f.)	Valor general	....	50-90	....	....	1.63	0.81
Flujo de calor, subiendo	Horizontal	....	50-90	....	....	1.63	0.89
Flujo de calor, bajando	Pendiente, 45°	....	50-90	....	....	1.09	0.98
	Horizontal	....	50-90	....	....	1.33	0.78
Flujo de calor, horizontal	Vertical	....	50-90	....	....	1.08	0.88
Viento, 15 mph; (f.)	Cualquier posición	....	....	....	....	6.00	0.17
Viento, 7.5 mph; (f.)	Cualquier posición	....	....	....	....	4.00	0.25
Maderas:	Balsa	8.8	90	0.38	2.63	....	....
	Madera roja de California, seca	28.0	75	0.70	1.43	....	....
	Hojas largas de madera de pino, seca	40.0	75	0.86	1.16	....	....
	Hojas cortas de madera de pino, seca	36.0	75	0.91	1.10	....	....
	Balsa roja, seca	48.0	75	1.18	0.83	....	....
	Abeto o pino, promedio	....	....	0.80	1.53	....	....
	Arce o roble, promedio	....	....	1.10	0.91	....	....
Cubiertas	1 pie de cubierta de abeto, papel de condensación, y tabloncillos de pino	....	....	....	....	0.50	3.00
Materiales laminados							
Asbesto cemento	Cemento comprimido y asbesto	118.0	118	4.0	0.25	....	....
Asbestos	Láminas asbesto corrugado	20.4	110	4.48	2.08	....	....
	Láminas de asbesto	48.3	110	0.28	3.44	....	....
Yeso	Lámina de yeso (yeso entre capas de papel grueso)	62.8	70	1.41	0.71	....	....
	Placa de yeso ¾"	....	....	....	....	3.10	0.28
	Placa de yeso, ½"	53.5	90	....	....	2.25	0.45
Aluminiense	De fibras de madera	15.0	70	0.33	3.03	....	....

TABLA 1 (Continuación)

[a en (Btu)(pie) C en (hr)(pie²)(°F)] [a en (Btu)(pie) C en (hr)(pie²)(°F)]

MATERIAL	Tipo y condiciones	Massa específica (lb/pie ³)	Transmisión media (°F)	Conductividad térmica (BTU in/ft ² h)	Resistencia térmica por pie ² h	Coeficiente de transmisión térmica U	Resistencia térmica R
Ladrillo de yeso de 3/8 pie	Hueca	.....	.....	.....	.....	0.81	1.84
Ladrillo de yeso de 4/8 pie	Hueca	.....	.....	.....	.....	0.48	2.18
Piedra típica	.....	.....	.....	12.50	0.8	.....	.....
Estiércol	.....	.....	.....	12.50	0.8	.....	.....
Techos:							
Cubiertas de subastro cementoso	.....	120	75	.....	.....	4.78	0.21
Cubiertas de asfalto	.....	70.0	75	.....	.....	3.27	0.44
Techo construido	Espesor supuesto de 1/2 pie	.....	.....	.....	.....	3.00	0.33
Techo de materiales laminados pesados	.....	.....	.....	.....	.....	1.30	0.91
Cubiertas de pizarra	Espesor supuesto de 1/2 pie	.....	.....	10.0	0.10	20.0	0.05
Cubiertas de madera	.....	.....	.....	.....	.....	1.08	0.94

TABLA 2 COEFICIENTES DE TRANSMISION (U) PARA PAREDES Y TECHOS CON AISLAMIENTO ENTRE MARCOS*

Coeficiente de aislamiento entre marcos	Coeficiente con aislamiento entre marcos				Número
	Lana mineral o fibra vegetal en forma espumada o de ratón?			3/8 pie de lana mineral entre marcos?	
	1 pie espesor 1 pie espesor 2 pie espesor				
	A	B	C			D
0.11	0.078	0.063	0.054	0.051	33
0.13	0.088	0.070	0.058	0.055	35
0.15	0.097	0.075	0.062	0.059	37
0.17	0.10	0.080	0.066	0.063	39
0.19	0.11	0.084	0.069	0.065	41
0.21	0.12	0.088	0.072	0.067	43
0.23	0.13	0.094	0.078	0.071	47
0.27	0.14	0.097	0.078	0.073	49
0.29	0.14	0.10	0.080	0.075	51
0.31	0.14	0.10	0.081	0.076	53
0.33	0.15	0.10	0.083	0.077	55
0.35	0.15	0.11	0.084	0.078	57
0.37	0.16	0.11	0.085	0.080	59
0.39	0.16	0.11	0.086	0.081	61
0.41	0.16	0.11	0.087	0.082	63
0.43	0.17	0.11	0.088	0.082	65

Tabla 3 COEFICIENTES DE TRANSMISION (U) PARA PAREDES DE MAMPUESTA

Diagrama de la pared	Diagrama de la pared	Diagrama de la pared	Diagrama de la pared	Diagrama de la pared	Diagrama de la pared	Diagrama de la pared
1	2	3	4	5	6	7
0.80	0.60	0.40	0.30	0.25	0.20	0.15
0.75	0.55	0.35	0.25	0.20	0.15	0.10
0.70	0.50	0.30	0.20	0.15	0.10	0.05
0.65	0.45	0.25	0.15	0.10	0.05	0.02
0.60	0.40	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
0.55	0.35	0.15	0.05	0.02	0.01	0.00
0.50	0.30	0.10	0.02	0.01	0.00	0.00
0.45	0.25	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00
0.40	0.20	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
0.35	0.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
0.30	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.20	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 4 COEFICIENTES DE TRANSMISION (U) PARA DIVISIONES O PAREDES INTERIORES

Diagrama de la pared	División doble (arabesco y ancha lisa)			U
	Sin aire			
	A	B	C	
0.80	0.39	0.18	1	
0.67	0.27	0.16	2	
0.53	0.24	0.15	3	
0.41	0.21	0.15	4	
0.30	0.20	0.15	5	
0.24	0.19	0.11	6	
0.23	0.18	0.11	7	
0.21	0.17	0.08	8	

TABLA 5 COEFICIENTES DE TRANSMISION (U) EN PISOS Y CELOS II - MADERA

	Aislamiento entre o por arriba de las vigas (no hay piso en la parte superior)													Con Doble Cielos de las vigas del Cielo (Fig. 5)		Número			
	Tipo de piso	Aislamiento de las vigas					Aislamiento entre vigas					Aislamiento de las vigas sobre el Cielo			Madera simple vs. en el piso		Madera doble vs. en el piso		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				14	15
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M				N	
Sin cielo	0.37	0.34														0.48	0.34	1	
Tapa en tiras de madera	0.68	0.58	0.19	0.17	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.20	0.30	2	
Cercha de viga (la pila) lista o acorazada	0.67	0.56	0.19	0.17	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.20	0.30	3	
Tapa en tiras de madera	0.63	0.53	0.18	0.16	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.18	0.24	4	
Acorazado de viga (la pila) II	0.61	0.51	0.18	0.16	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.18	0.24	5	
Triplez (la pila) lista o acorazada	0.58	0.24	0.18	0.17	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.28	0.23	6	
Piso de aislamiento (la pila) lista o acorazada	0.58	0.19	0.18	0.16	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.22	0.19	7	
Tiras de (la pila) aislamiento en superficie	0.53	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.21	0.18	8	
Tiras de (la pila) aislamiento en superficie	0.53	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.19	0.16	9	


TABLA 6 COEFICIENTES DE TRANSMISION (U) PARA PUERTAS DE MADERA SOLIDA

Espesor nominal (pulg)	Espesor real (pulg)	U de puerta expuesta	U de puerta con vidrio fluorescente
1	1 1/8	0.84	0.37
1 1/2	1 3/8	0.83	0.24
1 3/4	1 7/8	0.19	0.32
2	1 7/8	0.45	0.31
2	2	0.43	0.28
2 1/2	2 1/8	0.16	0.26
3	2 1/2	0.31	0.23

TABLA 7 TABLA DE CONVERSION PARA COEFICIENTES DE PARED (U) PARA VARIAS VELOCIDADES DE VIENTO

U para 15 mph*	U para velocidades del viento de 0 a 30 mph					
	0	5	10	20	25	30
0.050	0.040	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
0.060	0.050	0.059	0.060	0.060	0.060	0.060
0.070	0.068	0.069	0.070	0.070	0.070	0.070
0.080	0.078	0.079	0.080	0.080	0.080	0.080
0.090	0.087	0.089	0.090	0.090	0.091	0.091
0.100	0.096	0.099	0.100	0.100	0.101	0.101
0.110	0.105	0.108	0.109	0.110	0.111	0.111
0.130	0.123	0.127	0.129	0.131	0.131	0.131
0.150	0.141	0.147	0.149	0.151	0.151	0.152
0.170	0.158	0.160	0.169	0.171	0.172	0.172
0.190	0.175	0.184	0.188	0.191	0.192	0.193
0.210	0.192	0.203	0.208	0.212	0.213	0.213
0.230	0.209	0.222	0.227	0.232	0.233	0.234
0.250	0.226	0.241	0.247	0.252	0.253	0.254
0.270	0.241	0.259	0.266	0.273	0.274	0.275
0.290	0.257	0.278	0.286	0.293	0.295	0.296
0.310	0.272	0.290	0.305	0.313	0.315	0.317
0.330	0.288	0.314	0.324	0.333	0.336	0.339
0.350	0.303	0.332	0.344	0.354	0.357	0.359
0.370	0.318	0.350	0.363	0.375	0.378	0.380
0.390	0.333	0.368	0.382	0.395	0.399	0.401
0.410	0.347	0.385	0.402	0.416	0.420	0.422
0.422	0.352	0.402	0.421	0.435	0.441	0.444
0.450	0.376	0.420	0.439	0.457	0.462	0.465
0.500	0.410	0.464	0.487	0.509	0.514	0.518
0.600	0.474	0.548	0.581	0.612	0.620	0.628
0.700	0.535	0.631	0.675	0.716	0.728	0.736
0.800	0.592	0.711	0.760	0.821	0.836	0.847
0.900	0.645	0.789	0.858	0.927	0.946	0.960
1.000	0.695	0.865	0.949	1.034	1.058	1.075
1.100	0.742	0.939	1.039	1.142	1.170	1.192
1.200	0.786	1.010	1.120	1.250	1.285	1.318
1.300	0.828	1.080	1.217	1.359	1.400	1.430

TABLA 8 INFILTRACION POR HENDEUDAS A TRAVES DE VENTANAS Y PUERTAS*

(Pies cúbicos por hora pie de hendidura)

Tipo de abertura	Observaciones	Velocidad del viento (mph)				
		5	10	15	20	25
Ventana de madera de doble bastidor (no hermético)	Promedio: no a prueba de agua	7	21.4	39	59	80
	Promedio: a prueba de agua	4	13	24	36	49
	Ajuste pobre: no a prueba de agua	27	69	111	154	199
	Ajuste pobre: a prueba de agua	6	19	34	51	71
	Alrededor del marco de ventana: pared de ladrillo, no ajustada	3	8	14	20	27
	Alrededor del marco de ventana: pared de ladrillo, ajustada	1	2	3	4	5
Ventana metálica de doble bastidor	Alrededor del marco de ventana: marco de estructura de madera	2	6	11	17	23
	No a prueba de agua; no hermética	20	47	74	104	137
	No a prueba de agua; hermética	20	45	70	98	125
	A prueba de agua; no hermética	6	19	32	46	60
Ventana metálica en bastidor simple	Industrial; pivoteada horizontalmente	52	108	176	244	304
	Puerta-ventana residencial	14	32	52	76	100
	Pivoteada verticalmente	30	88	145	186	221
Puertas	Bien ajustadas	27	69	110	154	199
	Mal ajustadas	54	138	220	308	398

TABLE 9 CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO PARA ENFRÍAMENTO CONFORABLE EN VERANO

A. Condiciones de diseño referidas a la temperatura exterior

Diseño exterior Bulbo seco (grados F)	Estancia de más de 40 min				Estancia de menos de 10 min			
	Bulbo seco (F)	Bulbo húmedo (F)	Hum. Rel. %	Tempe- ratura efectiva	Bulbo seco (F)	Bulbo húmedo (F)	Hum. Rel. (%)	Tempe- ratura efectiva
80	75	65	60	71	76	66	61	72
	77	64	47	71	78	61	47	72
	79	61	35	71	80	62	36	72
85	76	66	61	72	77	67	61	73
	78	61	47	72	79	65	48	73
	80	61	35	72	81	63	35	73
90	77	67	61	73	78	69	64	74
	79	62	48	73	80	67	52	74
	81	63	36	73	82	65	40	74
95	78	69	61	74	79	70	65	75
	80	67	52	74	81	68	52	75
	82	65	40	74	83	66	41	75
100	79	70	65	75	81	71	63	76
	81	68	52	75	83	69	50	76
	83	66	41	75	85	67	38	76
105	80	71	65	75.5	81	72	65	76.5
	82	69	52	75.5	83	70	54	76.5
	84	67	42	75.5	85	68	41	76.5

B. Condiciones de diseño recomendadas para cargas pico promedio

Tipo de aplicación	Bulbo seco (F)	Bulbo húmedo (F)	Hum. Rel. (%)	Tempe- ratura efectiva	Granos por libra
Aplicación de lujo	78	65	50	72.2	72.7
Aplicación normal	80	67	51	74.0	74.5
15 a 40 min de estancia	82	68	49	75.3	80.0

TABLA 10 GANANCIA DE CALOR DE PERSONAS

Tipo de actividad	Tipo de aplicación	Calor total disipado, hombres adultos (Btuh)	Calor total disipado modificado* (Btuh)	Calor sensible (Btuh)	Calor latente (Btuh)
Sentados en reposo	Teatro por la tarde por la noche	300 300	330 350	160 100	150 155
Sentados; trabajo muy ligero	Oficinas, hoteles, apartamentos, restaurantes	450	400	195	205
Trabajo moderadamente activo	Oficinas, hoteles, apartamentos	475	450	200	250
Parados; trabajo ligero; caminando muy despacio	Tienda de departamentos; menudeo	550	450	200	250
Caminando; sentado; de pie; caminando lentamente	Botica Banco	550 550	500 500	200 200	300 300
Trabajo sedentario	Restaurante	400	550	220	330
Trabajo de banco, ligero	Fábrica	800	750	220	530
Trabajo moderado Ballando moderadamente	Ensamble piezas chicas Saia de baile	900 900	850 850	245 245	605 605
Caminando, 3 mph; trabajo moderadamente fuerte	Fábrica	1000	1000	300	700
Juego bolos (participante)	Bolos	1500	1450	465	985
Trabajo pesado	Fábrica	1500	1450	465	985

TABLA 11 NORMAS DE VENTILACION

Aplicación	Fumando	Aire por persona pies ³ /min		Aire mínimo por pie ² de piso pies ³ /min
		Recomendado	Mínimo	
Apartamiento				
Promedio	poco	20	15	...
De lujo	poco	30	25	.33
Aulas de clase	nada	...	...	...
Banco	ocasional	10	7½	...
Botica	mucho	10	7½	...
Cantina	mucho	30	25	...
Cochera automóvil .....	...	...	...	1.0
Cocina				
Restaurante .....	...	...	...	4.0
Residencia .....	...	...	...	2.0
Corredores (sumin. o retorno) .....	...	...	...	.25
Corredor de bolsa (salones) ..	bastante	50	30	...
Cuarto de juntas	bastante	50	30	1.25
Fábricas	nada	10	7½	.10
Funerarias	nada	10	7½	...
Hospitales				
Cuarto de operación*	nada	...	...	2.0
Cuartos privados	nada	30	25	.33
Salas	nada	20	15	...
Hoteles, cuartos	mucho	30	25	.33
Laboratorios	poco	20	15	...
Oficina				
General	poco	15	10	...
Privada	nada	25	15	.25
Privada	mucho	30	25	.25
Oficina del director	bastante	50	30	...
Peluquería	mucho	15	10	...
Restaurante				
Cafetería	mucho	12	10	...
Salón comedor	mucho	15	12	...
Retretes (extracción)	poco	...	...	2.0
Salón de belleza	ocasional	10	7½	...
Teatro	nada	7½	5	...
	poco	15	10	...
Tienda de 5 y 10 centavos ..	nada	7½	5	...
Tienda de departamentos	nada	7½	5	.05
Tienda de menudeo	nada	10	7½	...

TABLA 12 GANANCIA INSTANTANEA DE CALOR POR TRANSMISION DIRECTA Y DIFUSION O RADIACION SOLAR PARA VENTANAS NO SOMBRADAS DE VIDRIO COMUN Y UNA HOJA (PARA ATMOSFERAS CLARAS Y 18° DE INCLINACION NORTE (AGOSTO 1))

Latitud	Tiempo solar		Ganancia instantánea de calor (Bru por hora pie cuadrado)								Horas
			N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	
30° Norte	6 A.M.	6 P.M.	25	98	108	52	5	5	5	5	17
	7	5	23	155	190	110	10	10	10	10	71
	8	4	16	148	205	136	14	13	13	13	137
	9	3	16	106	180	136	21	15	15	15	105
	10	2	17	54	128	116	34	17	16	16	241
	11	1	18	20	59	78	45	19	18	18	267
	12		18	19	19	35	49	35	19	19	276
40° Norte	5 A.M.	7 P.M.	2	7	6	2	0	0	0	0	1
	6	6	26	116	131	67	7	6	6	6	25
	7	5	16	149	195	124	11	10	10	10	77
	8	4	14	129	205	156	18	12	12	12	137
	9	3	15	79	180	162	42	14	14	14	188
	10	2	16	31	127	148	69	16	16	16	229
	11	1	17	18	58	113	90	23	17	17	252
12		17	17	19	64	98	64	19	17	259	
50° Norte	5 A.M.	7 P.M.	20	54	54	20	3	3	3	3	6
	6	6	25	123	149	81	8	7	7	7	34
	7	5	12	130	197	136	12	10	10	10	80
	8	4	13	107	202	171	32	12	12	12	129
	9	3	14	54	176	153	72	14	14	14	173
	10	2	15	18	124	174	110	16	15	15	206
	11	1	16	16	57	143	138	42	18	18	227
12		16	16	18	96	144	96	18	16	234	
		P.M.	N	NO	O	SO	S	SE	E	NE	Horas

TABLA 13 GANANCIA INSTANTANEA DE CALOR POR CONVECCION Y RADIACION PARA VENTANAS NO SOMBREADAS DE VIDRIO COMUN Y UNA HOJA.

[Para ampóferas claras y 18° de inclinación Norte, (Agosto 1); Temperatura interior 80F]

Tiempo solar	Bulbo seco (F)	Latitud Norte grados	Ganancia instantánea de calor (valor X) (Btu por hora pie cuadrado)								
			N	NE	E	SE	S	SO	G	NO	Mens.
5 A.M.	74	30, 40, 50	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6
6	74		-5	-4	-4	-5	-5	-6	-6	-6	-5
7	75		-5	-2	-2	-3	-5	-5	-5	-5	-3
8	77		-3	0	1	0	-2	-3	-3	-3	0
9	80		0	2	4	3	1	0	0	0	3
10	83		3	4	6	6	5	3	3	3	8
11	87		8	8	10	11	10	9	8	8	12
12	90		12	12	12	13	14	13	12	12	18
1 P.M.	93		15	15	15	16	17	17	17	15	20
2	94		16	16	16	16	18	18	19	19	21
3	95	17	17	17	17	19	21	21	19	21	
4	94	16	16	16	16	17	20	20	19	20	
5	93	15	15	15	15	15	18	19	18	17	
6	91	13	13	13	13	13	14	15	15	13	
7	87	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
8	85	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
9	83	3	3	3	3	3	3	3	3	3	

TABLA 14 FACTORES DE APLICACION PARA APLICARLOS A LOS VALORES DE LAS TABLAS 17-2, 17-3 Y 17-5 Y OBTENER LAS GANANCIAS INSTANTANEAS DE CALOR PARA VARIOS TIPOS DE VIDRIO SIMPLE Y PLANO Y PARA COMBINACION DE DOS HOJAS DE VIDRIO PLANO SEPARADOS A 1/4 PLG

vidrio*	Transmisión de luz normal	Factor para aplicarlo a la Tabla 17-2 (F)	Factor para aplicarlo a la Tabla 17-3 y 17-5
Ventana común simple	0.97	1.00	C ₁ C ₂
Placa regular simple	0.77	0.87	1.0(X) + 0.02(Y)
Placa regular simple absorbente al calor	0.41	0.46	1.0(X) + 1.00(Y)
Ventana común doble	0.78	0.85	0.6(X) + 0.10(Y)
Placa regular doble	0.60	0.66	-0.6(X) + 0.52(Y)
Placa exterior absorbente al calor			
Placa regular interior	0.35	0.37	0.6(X) + 0.75(Y)

TABLA 15 CALOR ABSORBIDO EN EL VIDRIO. VALORES DE Y PARA USARSE CON LOS FACTORES DE LA TABLA 17-4 PARA LA DETERMINACION DE LA GANANCIA INSTANTANEA DE CALOR DEBIDO A LA CONVECCION Y RADIACION PARA VARIOS TIPOS DE VIDRIO SIMPLE Y COMBINACION DE DOS PLACAS DE VIDRIO A 1/4 PIG

(Para atmósferas claras y 18° inclinación norte. (Agosto 13))

Tiempo solar	Latitud	Valores de Y (Btu por hr pie cuadrado)*									
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Hora.	
5 A.M.	↑ 40 grados latitud norte ↓	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
6		4	16	18	9	1	1	1	1	1	3
7		2	21	30	20	2	2	2	2	2	11
8		2	22	33	24	2	2	2	2	2	21
9		2	16	30	20	2	2	3	3	3	32
10		3	5	25	27	14	3	3	3	3	37
11		3	3	12	21	18	3	3	3	3	42
12		3	3	3	15	19	12	3	3	3	43
1 P.M.		3	3	3	3	19	22	10	3	3	41
2		3	3	3	3	16	27	24	4	4	41
3		3	3	3	3	10	30	31	15	15	33
4		3	3	3	3	4	20	36	23	26	26
5	2	2	2	2	2	23	34	27	17	17	
6	4	1	1	1	1	14	24	21	6	6	
7	0	0	0	0	0	2	3	3	1	1	

Tiempo solar	Latitud	SE	S	SO	Tiempo solar	Latitud	SE	S	SO
5 A.M.	↑ 30 grados latitud norte ↓	0	0	0	5 A.M.	↑ 30 grados latitud norte ↓	2	0	0
6		7	1	1	6		13	1	1
7		19	2	2	7		22	2	2
8		22	2	2	8		28	3	2
9		24	3	2	9		30	13	3
10		22	5	3	10		31	20	3
11		13	7	3	11		27	27	5
12		6	0	4	12		20	27	17
1 P.M.		3	9	14	1 P.M.		9	24	26
2		2	6	21	2		3	22	32
3		3	5	27	3		3	16	33
4		3	3	26	4		2	7	31
5	2	2	21	5	2	2	30		
6	1	1	11	6	1	1	17		
7	0	0	0	7	0	0	7		

TABLA 16 EFECTO DEL SOMBREADO SOBRE LA GANANCIA INSTANTANEA DE CALOR A TRAVES DE VENTANAS DE VIDRIO COMUN DE ESPESOR SENCILLO (F_p)

Tipo de sombreado	Acabado en el lado expuesto al sol	Fracción de ganancia a través de ventana no sombreada	
Toldos de lona			
Lados abiertos	Oscuro o medio	0.25	
Parte superior y lados ajustados al edificio	Oscuro o medio	0.35	
Cortina interior de rollo			
Totalmente bajada*	Blanco, crema	0.41	
	Medio	0.62	
	Oscuro	0.81	
Desenrollada a medias*	Blanco, crema	0.71	
	Medio	0.81	
	Oscuro	0.91	
Persianas venecianas interiores, hojas a 45°†	Blanco, crema	0.56	
	Difusa reflectante de aluminio	0.45	
	Medio	0.65	
	Oscuro	0.75	
Persianas venecianas exteriores			
Hojas a 45°†	Blanco, crema	0.15	
Hojas a 45°†; extendidas como toldo cubriendo toda la ventana	Blanco, crema	0.15	
Hojas a 45°, extendidas como toldo cubriendo $\frac{2}{3}$ de ventanal	Blanco, crema	0.43	
Persianas exteriores			
Altitud solar		Oscuro	Verde
10°		0.52	0.46
20°		0.40	0.35
30°		0.25	0.24
más de 40°		0.15	0.22

TABLA 17 DIFERENCIALES TOTALES DE TEMPERATURA PARA CALCULAR LA GANANCIA DE CALOR A TRAVES DE PAREDES ALUMBRADAS POR EL SOL Y SOMBRADAS

Latitud Norte	Tiempo solar										Latitud Sur
	a. s.					p. n.					
	6	10	12	3	4	6	8	10	12		
Orientación de la pared	Color exterior de la pared (O = oscuro, L = ligero)										Orientación de la pared
O | L | O | L | O | L | O | L | O | L | O | L											
Bloque hueco de normión de 5" o bloque de escoria de 5"											
NE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
SE	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SO	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
O	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
NO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N (sombra)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ladrillo de 5" o bloque hueco de normión de 12" o bloque de escoria de 12"											
NE	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
SE	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
S	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
SO	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
O	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
NO	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
N (sombra)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 pix de ladrillo											
NE	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
E	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
SE	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
S	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
SO	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
O	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
NO	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
N (sombra)	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
8 pig de concreto o piedra o 6 u 8 pig de bloque de concreto											
NE	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
E	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
SE	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
S	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
SO	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
O	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
NO	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
N (sombra)	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
12 pix de concreto o piedra											
NE	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
E	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
SE	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
S	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
SO	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
O	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
NO	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
N (sombra)	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0

TABLA 18. DIFERENCIAL TOTAL EQUIVALENTE DE TEMPERATURAS PARA CALCULAR LA GANANCIA DE CALOR A TRAVÉS DE TECHOS ALUMBRADOS POR EL SOL Y SOMBRADOS

Descripción de la construcción del techo*	Tiempo solar											
	m.						p.m.					
	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6
Techos de construcción ligera-expuestos al sol												
1° de madera + e												
1° de madera + 1" a 2" de aislamiento	12	35	54	62	50	26	10	4				
Techos de construcción media-expuestos al sol												
2° de hormigón												
2° de hormigón + 1" a 2" de aislamiento + e	6	30	48	55	50	32	14	6				
3° de yeso												
3° de yeso + 1" de aislamiento + e												
1° de madera + e												
3° de madera + e + 4" de lana	0	30	40	52	54	42	20	10	6			
3° de hormigón + mineral calcinada												
2° de yeso + e en el corte falso												
4° de hormigón + e												
1° de hormigón con 2" de aislamiento	0	20	38	50	52	40	22	12	6			
Techos de construcción pesada-expuestos al sol												
6° de hormigón												
6° de hormigón + 2" de aislamiento	4	6	24	38	46	44	32	18	12			
Techos cubiertos con agua-expuestos al sol												
Techos construcción ligera con 1" de agua	0	4	16	25	18	14	10	9	0			
Techos construcción pesada con 1" de agua	-2	-2	-4	10	14	16	14	10	6			
Instalar techo con 2" de agua	-2	0	0	6	10	10	8	4	0			
Techos con automatizadores en el techo-expuestos al sol												
Construcción ligera	0	4	12	18	16	14	10	2	0			
Construcción pesada	-2	-2	2	8	12	14	12	10	6			
Techos bajo sombra												
Construcción ligera	-4	0	6	12	14	12	8	2	0			
Construcción media	-4	-2	2	8	12	12	10	6	0			
Construcción pesada	-2	-2	0	4	8	10	10	8	4			

TABLA 19 COEFICIENTE DE TRANSMISION DE CALOR U PARA TECHOS PLANOS CON CUBIERTA COMPUESTA, PARA USARLOS EN VERANO* [Btu por (hora) (pie cuadrado) (grado F) (Diferencia en grados F entre el aire de ambos lados)]





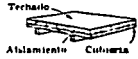
Tipo de la cubierta del techo (no se muestra el cielo falso)	Espesor de la cubierta del techo (pulg)	Aislamiento sobre la parte superior de la cubierta (cubierta compuesta)									
		Sin cielo falso Expuesta la superficie inferior del techo					Cielo falso con espacio de aire y yeso en tiras de metal				
		Sin aislamiento	Placa aislante Espesor (pulg)				Sin aislamiento	Placa aislante Espesor (pulg)			
			½	1	1½	2		½	1	1½	2
Cubierta metálica plana	4 capas fieltro de techo	0.73	0.35	0.23	0.17	0.13	0.40	0.25	0.18	0.11	0.12
 Techo Aislamiento Cubierta metálica	Lo anterior + ½" escoria	0.54	0.30	0.20	0.16	0.13	0.34	0.22	0.16	0.13	0.11
Losa precocada de cemento	4 capas fieltro de 1½" techo	0.67	0.33	0.22	0.17	0.13	0.28	0.2	0.18	0.14	0.12
 Techo Aislamiento Losa variada	Lo anterior + ¼" escoria	0.50	0.28	0.20	0.15	0.12	0.32	0.21	0.17	0.13	0.11
Hormigón	techo 2 4 capas 4 fieltro de 6	0.65 0.59 0.54	0.33 0.31 0.30	0.22 0.21 0.20	0.16 0.16 0.16	0.13 0.13 0.13	0.37 0.36 0.33	0.24 0.23 0.22	0.18 0.17 0.17	0.14 0.13 0.13	0.12 0.12 0.11
 Techo Aislamiento Hormigón	Lo anterior + ½" escoria	0.49 0.46 0.42	0.28 0.27 0.26	0.20 0.19 0.19	0.15 0.15 0.14	0.12 0.12 0.12	0.31 0.30 0.29	0.21 0.21 0.20	0.16 0.16 0.16	0.13 0.13 0.13	0.11 0.11 0.10
Yeso y fibra de madera en placa de yeso de ½ pulg	4 capas 2½" techo 3	0.34 0.28	0.23 0.20	0.17 0.15	0.13 0.12	0.12 0.11	0.25 0.21	0.18 0.16	0.14 0.13	0.11 0.11	0.12 0.097 0.094
 Techo Aislamiento Placa de yeso	Lo anterior + ½" escoria	0.29 0.25	0.20 0.18	0.16 0.14	0.13 0.12	0.11 0.10	0.22 0.19	0.16 0.15	0.13 0.13	0.11 0.10	0.093 0.090
Madera ½"	4 capas 1 fieltro de 1½" techo 2 3	0.43 0.33 0.29 0.22	0.26 0.22 0.20 0.16	0.19 0.17 0.16 0.13	0.15 0.13 0.11 0.11	0.12 0.11 0.09	0.29 0.21 0.22 0.17	0.20 0.18 0.16 0.13	0.15 0.14 0.13 0.12	0.11 0.12 0.11 0.10	0.13 0.097 0.094 0.053
 Techo Aislamiento Cubierta	Lo anterior + ½" escoria	0.35 0.29 0.26 0.20	0.23 0.20 0.19 0.15	0.17 0.15 0.14 0.12	0.14 0.12 0.12 0.10	0.11 0.10 0.10 0.09	0.25 0.21 0.20 0.16	0.20 0.17 0.15 0.13	0.14 0.13 0.13 0.11	0.12 0.11 0.10 0.093	

TABLA 20 INFILTRACION DE AIRE DURANTE EL VERANO EN PUERTAS DE ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES*

Aplicación	Puertas giratorias y de vaivén que abren al exterior		Tiempo promedio de ocupación (patrones y empleados) sobre los que se basa la tabla (min)
	Infiltración por persona en el cuarto (pies ³ /min)		
	Puerta giratoria 72 plg	Puerta de vaivén 36 plg	
Banco	7.5	10.0	20
Rotica	10.0	13.0	15
Tabaquería	15.0	20.0	10
Corredor de bolsa (oficina)	5.0	6.5	30
Dulcería y fuentes de sodas	5.0	6.5	30
Merendero	5.0	6.5	30
Oficina (profesional)	2.5	3.0	60
Peletería	2.0	2.0	90
Feluquería	3.5	4.5	45
Restaurante	2.0	2.5	75
Tienda artículos hombres ..	3.5	4.5	45
Tienda departamentos	5.0	6.5	30
Tienda de ropa	2.0	2.5	75
Zapatería (tienda)	3.5	4.5	45

Cuando continuamente se abren las puertas

Puerta giratoria de 72 plg (entrepaños abiertos)	1 200 pies ³ /min
Puerta de vaivén de 36 plg (hojas verticales abiertas) ...	800 pies ³ /min

Nota: Los valores dados para puertas de vaivén y para puertas que se abren continuamente se refieren al caso de que dichas puertas estén sólo en una pared o donde las puertas de las otras paredes sean del tipo giratorio. Si se emplean puertas de vaivén para acceso (o si las puertas están abiertas) en más de una pared no será posible estimar la infiltración. Los valores dados para puertas giratorias son sin tomar en cuenta el número de ellas ni su localización.

Para determinar los pies cúbicos por minuto total de aire de infiltración debido a aberturas de puertas, se multiplica el número de personas por el factor de la tabla de acuerdo con el tipo de establecimiento comercial. Cuando se tengan más de una puerta, considere que solamente se tiene una, excepto en el caso de puerta abierta.

TABLA 21. CARGA DE CALOR DE EQUIPO

Dispositivo	Disipación de calor durante el funcionamiento (Bruh)	
	Calor-sensible	Calor latente
Alumbrado eléctrico y accesorios, por kilowatt instalado..	3 413	.....
Motores con carga conectada en el cuarto,* por hp		
1/2-1/2 hp de capacidad	4 250	.....
1/2-3 hp de capacidad	3 700	.....
3-20 hp de capacidad	2 950	.....
Cafeteras eléctricas		
3-gal	2 200	1 500
5-gal	3 400	2 300
Quemador de estufa de gas	3 100	1 700
Calentamiento de agua	3 150	3 850
Horno de gas doméstico	8 100	4 000
Cafeteras de gas doméstico		
3-gal	2 500	2 500
5-gal	3 900	3 900
Equipo calentado por vapor, por pie cuadrado†		
Superficie calentada por vapor		
sin puzr	3. 7	.....
Pulida	13	.....
Superficie aislada	80	.....
Plancha de vapor	200	1 000
Secadores de pelo, salas de belleza		
Tipo soplador	2 300	400
Tipo casco	1 870	330
Restaurante, por comida servida	30[Btu]	.....