

38
21



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

2127 577

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

**"PROYECTO DE AIRE ACONDICIONADO
PARA UNA TIENDA DEPARTAMENTAL."**

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P E E S E N T A
SERGIO CASTILLO ORTIZ



ASESOR M EN CA FRIDA MA LEON RODRIGUEZ

CUAUTITLAN IZCALLI EDO DE MEX

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.



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

DR. JAIME KELLER TORRES
 DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN
 PRESENTE.

ATN: 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 aire acondicionado - para una Tienda Departamental.

que presenta el pasante: Sergio Castillo Ortiz

con número de cuenta: 7911461-9 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.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 11 de Noviembre de 19 96

MODULO:

PROFESOR:

I Impacto ambiental. M.C.A. Armando Aguilar Márquez

II y IV Aire acondicionado. Ing. Juan de la Cruz Hernández

III Impacto ambiental. M.C.A. Frida Ma. León Rodríguez.

DEP/VORSEN

IN MEMORIAM.....
OFELIA ORTIZ MARTINEZ.

A MI PADRE:

MARCELO CASTILLO VILLALOBOS

A MIS HERMANOS:

| | |
|---------|---------------|
| CARLOS | ALEJANDRA |
| JUAN | ANA MARIA |
| MARCELO | CRISTINA |
| | MA. ANTONIETA |

A MIS SOBRINOS:

| | |
|----------|------------|
| FERNANDA | MARCELA |
| ANDREA | VIOLETA |
| | JUAN JESUS |

A LA UNIVERSIDAD Y PROFESORES

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

INDICE

| | | |
|-----|--|----|
| | OBJETIVO | 1 |
| | CAPITULO 1 | |
| 1.1 | HISTORIA DEL AIRE ACONDICIONADO | 2 |
| 1.2 | TEMPERATURA DE CONFORT | 3 |
| 1.3 | FUNDAMENTOS TERMICOS APLICADOS AL AIRE ACONDICIONADO | 5 |
| 1.4 | FLUJO DE FLUIDOS | 6 |
| | CAPITULO 2 | |
| 2.1 | ORIENTACION Y LOCALIZACION | 8 |
| 2.2 | TEMPERATURA EXTERIOR E INTERIOR DE DISEÑO | 8 |
| 2.3 | CALCULO DE PESO DEL EDIFICIO | 9 |
| 2.4 | CALCULO DEL COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TERMICA | 12 |
| 2.5 | CALCULO PARA DIFERENCIAS DE TEMPERATURA EQUIVALENTE | 17 |
| 2.6 | CALCULO DE AIRE EXTERIOR | 18 |
| 2.7 | ESTIMACION DE LA CARGA PARA PLANTA BAJA, ALTA Y OFICINAS | 18 |
| | CAPITULO 3, SISTEMA A SELECCIONAR | |
| 3.1 | ANALISIS DE SELECCION DE ACONDICIONAMIENTO | 25 |
| 3.2 | TIPOS DE SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO | 26 |
| 3.3 | SISTEMA SELECCIONADO DE ACONDICIONAMIENTO | 30 |
| 3.4 | CALCULO DEL ADP Y CANTIDAD DE AIRE SECO | 31 |
| 3.5 | CARTA PSICROMETRICA | 33 |
| | CAPITULO 4, SELECCION DE EQUIPO | |
| 4.1 | EQUIPOS ENFRIADORES DE AGUA | 36 |
| 4.2 | ELECCION DE LA UNIDAD ENFRIADORA | 41 |
| 4.3 | ELECCION DEL CONDENSADOR | 42 |
| 4.4 | MANEJADORAS DE AIRE | 43 |

CAPITULO 5, CALCULO DE DISEÑO DE DUCTOS

| | | |
|-----|---------------------------------|----|
| 5.1 | ACCESORIOS DE DUCTOS | 45 |
| 5.2 | METODO DE RECUPERACION ESTATICA | 47 |
| 5.3 | ELECCION DE DIFUSORES | 55 |
| | APENDICE | 56 |
| | CONCLUSIONES | 81 |
| | BIBLIOGRAFIA | 82 |

OBJETIVO.

Las necesidades actuales de comodidad hacen que dediquemos nuestro esfuerzo a participar en las soluciones más acertadas. Tener conocimiento de lo que es el aire acondicionado, distinguir sus conceptos, los fenómenos físicos que operan en los procesos de los conceptos de aire acondicionado.

El objetivo de este trabajo es suministrar información simplificada y práctica junto con los procedimientos para el cálculo de la ganancia y pérdida de calor en estructuras comerciales que puedan utilizar equipos y sistemas de aire acondicionado.

El conocimiento referente al aire y sus propiedades es importante para acondicionar un local, lo cual implica saber con certeza la manera más sencilla para llegar a las condiciones de comodidad que hacen más agradable la permanencia dentro de un local para la mayoría de sus ocupantes, esto implica el saber cuando agregar o suministrar calor a través de aire, aumentando o disminuyendo la temperatura y la humedad según se requiera.

CAPITULO 1, INTRODUCCION.

1.1 HISTORIA DEL AIRE ACONDICIONADO.

El aire acondicionado es una potencialidad que se esta realizando. los centros mercantiles, metros, hospitales, cines, etc. En todo lugar donde la gente pasa algún tiempo es arca potencial para acondicionamiento del aire.

Almacenes de alimentos de toda clase, alimentos congelados, pieles, etc. Están controlados en su temperatura y humedad. En muchos establecimientos donde se hacen trabajos de montaje deben hacerse en una atmósfera de temperatura controlada, libre de humedad, polvo y pelusa. A través de los años el hombre ha debido darse cuenta de su significación, desarrollar sus principios y finalmente proyectar la maquinaria y descubrir materiales apropiados para producir modernas facilidades de enfriamiento.

En la antigüedad, los Egipcios utilizaron esclavos para que suministrarán aire fresco mediante las ramas de la palma. Los Griegos y Romanos, acostumbraban comprimir nieve, que almacenaban en sotanos aislados con tierra y césped para utilizarlo en verano.

En los últimos tiempos, cuando se descubren las bacterias y otros microorganismos, la refrigeración con hielo natural se uso para preservar los alimentos. Se uso también el hielo natural con fines naturales. Hasta fines del siglo XIX, empezó a aparecer en este país el hielo artificial.

La industria textil siente de la necesidad de controlar la humedad y temperatura en sus fabricas. El hilado de las fibras de algodón, requieren una atmósfera confiable de alta humedad para disminuir al mínimo la costura de la hebra. A la vuelta del siglo la refrigeración y el aire acondicionado son de gran importancia en las industrias, los comercios, medicinas, etc.

En la actualidad, el secado del aire de carga de los altos hornos aumento la producción en más de un 25%. Los aeroplanos necesitan refrigeración mecánica para disipar el calor del sol y el calor de fricción del aire.

Se están usando también refrigeración mecánica para separar agua potable partiendo del agua de mar. Estos son algunos ejemplos de la importancia donde se utiliza aire acondicionado.

1.2 TEMPERATURA DE CONFORT HUMANO.

El cuerpo humano es un aparato que genera el calor, su temperatura normal es de 98.6°F (37°C). El cuerpo puede regular sus pérdidas de temperatura por medio de convección, radiación y evaporación. La proporción relativa de cada una depende en mucho de la actividad, de la ropa, de la temperatura y de las condiciones del aire.

El exceso de la ropa reduce la pérdida de radiación y convección, pero a su vez aumenta por evaporación del mismo modo, entre paredes muy frías una persona puede estar muy incómoda aunque el aire ambiente esté relativamente caliente, pero la radiación del cuerpo a las paredes produce una desagradable sensación de frío.

El cuerpo puede sufrir alguna molestia si en el aire hay polvo, humo, etc. por esto es necesario limpiar el aire, ya que el cuerpo requiere de aire fresco para renovar su suministro de oxígeno o diluir olores indeseables.

Para la comodidad de los seres humanos respecto al aire acondicionado, depende de la temperatura, esto se refiere a la sensación de frío o calor, humedad del aire, circulación del aire, se recomienda no exceder 50 ft/min. Por que se podrían provocar ráfagas de viento y pureza del aire.

El ser humano no reacciona igual a ciertas condiciones dadas de temperatura, la ASHAE estableció mediante un estudio de gráfica que contiene una zona de confort, ver figura 1, cada combinación se conoce como temperatura efectiva, por ejemplo con una velocidad de aire dada hay varias combinaciones de bulbo seco y humedad relativa, dan la misma sensación de confort al 90% de la gente.

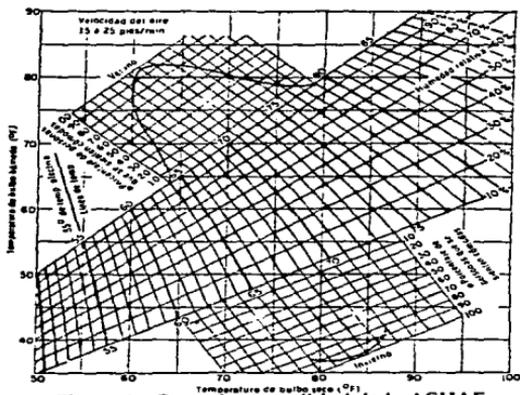


Figura 1.- Carta de comodidad de la ASHAE

1.3 FUNDAMENTOS TERMODINAMICOS APLICADOS AL AIRE ACONDICIONADO.

La termodinamica como rama de la ciencia que trata acerca de la energía y sus transformaciones, la transferencia de calor y el flujo de flúidos son disciplinas basicas para el estudio del aire acondicionado.

Al existir una diferencia de temperatura, la transferencia de calor puede tomar lugar por conducción, convección, radiación, o por alguna combinación de estos procesos. La teoría de la conducción de calor fue desarrollada matematicamente primero por el matematico Frances J.B. Fourier. La ecuación de Fourier para el flujo de calor en una sola dirección, basada en evidencia experimental:

$$dQ/dt = KA (dt/dx) \quad (1)$$

DONDE:

dQ/dt = Transferencia de calor por unidad de tiempo.

A = Area de la sección a través de la cual esta fluyendo el calor.

dt = Diferencia de temperatura causada por el flujo de calor.

dx = Longitud de la trayectoria a través del material en la dirección del flujo.

K = Conductividad térmica.

Es de notarse que la velocidad de flujo de calor es inversamente proporcional al espesor del aislamiento; esto es la transferencia de calor se disminuye al aumentar el espesor del aislamiento, cuando la temperatura varia con el tiempo y la posición X el flujo es llamado inestable y la solución de la ecuación diferencial (1) se vuelve complicada.

Sin embargo, cuando el equilibrio en la transferencia de calor se ha conseguido y la temperatura depende de la posición, el flujo es llamado flujo estable, en este caso la transferencia es constante, $dQ/dt = q$ (BTU/HR).

Por lo tanto:

$$q = KA(dt/dx).$$

Para el flujo estable, el signo menos no tiene utilidad particular y puede omitirse.

El valor de K varía para diferentes materiales empleados en la construcción en donde es nombrado por la letra U, ($K=U$). (En la tabla 4, se tiene diferentes valores de K).

La conducción de calor a través de paredes planas lleva a la ecuación de Fourier:

$$q = K(A/X)(t_1 - t_2).$$

Donde:

q = Calor transferido por unidad de tiempo (BTU/HR).

D = Área de la pared en (FT^2).

X = Espesor de la pared en (FT).

K = Conductividad térmica en (BTU/FT).

$t_1 - t_2$ = La diferencia de temperatura entre los dos lados de la pared lo cual causa flujo de calor en ($^{\circ}F$).

1.4 FLUJO DE FLUIDOS.

Se tiene una carga de presión en el flujo normal de un fluido (líquido o gas), por un ducto. La magnitud de esta carga de presión depende de varios factores como son: Diámetro o forma de la sección del ducto y condición de su superficie, viscosidad, masa específica, temperatura y presión del fluido, transferencia de calor hacia el líquido y tipo de flujo viscoso o turbulento.

Cuando un fluido circula por un tubo o ducto se forma siempre una película delgada del fluido adherida a un lado del tubo que no se mueve apreciablemente. En el flujo viscoso o laminar cada partícula del fluido se mueve paralelamente al

movimiento de las otras partículas. No se tienen corrientes cruzadas y la velocidad de las partículas del fluido se aumenta al crecer sus distancias a las paredes del ducto. La velocidad máxima ocurre en el centro del conducto y la velocidad promedio sobre la sección completa es igual a la mitad de la velocidad máxima. En este fluido viscoso la caída de presión después de que se ha logrado equilibrio en el flujo es empleada para el equilibrio de las fuerzas de corte o deslizamiento que se tiene entre una capa y la siguiente. La magnitud de la caída de presión para fluido viscoso puede calcularse por la relación de Poiseville.

$$DP = 32LV/gD$$

Se puede observar que para fluido viscoso la caída de presión (DP, lbs, por FT), es directamente proporcional a la viscosidad (U lbs/FT-SEG), a la longitud equivalente del tubo (FT), y a la velocidad (V, FT/SEG), y es inversamente proporcional a la $g=32.17$ (constante gravitacional), y al cuadrado del diámetro equivalente del ducto (D, FT).

Cuando se aumenta la velocidad del flujo arriba de cierta velocidad crítica, el flujo viscoso descrito anteriormente se vuelve flujo turbulento. En este flujo se tienen numerosas corrientes muertas y cruzadas, por lo tanto su comportamiento se rige por las ecuaciones:

$$DP = (f) (L/D) \rho (V^2/2g)$$

$$DP = (f) L \rho^2 / 8g m$$

DONDE:

f= Factor de fricción.

L= Longitud del tubo en (FT).

D= Diámetro del conducto en (FT).

ρ = Masa específica del fluido en (lbs/FT³).

V^2 = Velocidad del fluido, en (FT por SEG).

g= 32.17, constante gravitacional.

m= Radio hidráulico, que es el área de la sección transversal del conducto dividida entre el perímetro (para un tubo circular = D/H).

CAPITULO 2. ANALISIS DE CARGAS TERMICAS.

2.1 ORIENTACION Y LOCALIZACION.

Ciudad Nogales, Sonora. Se localiza en 27°, 29'. Latitud norte con una elevación de 300 FT.S.N.M., caracterizandose por su clima caluroso húmedo con temperatura extremas de aproximadamente 120°F T.B.S. En verano.

La tienda departamental se encuentra, hacia el norte por calle Hidalgo, al Sur calle Francisco I. Madero, al Este Yucatán, y al Oeste por calle California. Cuenta con dos accesos uno hacia la calle Yucatán, consta de dos plantas, baja y alta. (ver localización en plano 1.).

2.2 TEMPERATURA EXTERIOR E INTERIOR DE DISEÑOS.

La temperatura recomendada para diseño exterior en Cd. Nogales, son de 102°F, de bulbo seco, con 80°F, de bulbo húmedo y rango de variación de 20°F.

Las temperaturas de diseño interior se recomienda en el rango de 73-75°F, con 50% H.R., 76-78°F, con 40-47% H.R., ó 78-80°F, con 50-45% H.R., para este proyecto tenemos 75°F, de bulbo seco y 50% H.R. (Tabla 1).

Una condición importante es conocer el mes y hora en el cual la carga térmica es máxima y así saber con cuanto se tendra que contrarrestar la carga, para esto se toman criterios recomendados de orientaciones predominantes, por una orientación este-oeste.

Se recomienda hacer los calculos para el mes de Agosto a las 4:00 hrs., p.m. que es el momento en que se recibira la carga térmica máxima en el edificio (ver criterios recomendados para determinar el mes y la hora de máxima carga para el calculo de la carga térmica, tabla 2).

2.3 CALCULO DE PESO DEL EDIFICIO.

El dato de peso del edificio es un dato necesario para usar las tablas de factores de cargas de almacenamiento de ganancia solar a través de vidrios. Este cálculo se determina en base a los pesos (libras), de materiales usados en la construcción, repartidos en el total del área del piso del edificio.

La tabla 3, resistencia térmica R-edificios y materiales aislantes, da el peso en Lbs/FT^2 de materiales de construcción para calcular:

PAREDES EXTERIOR.

| MATERIAL | ESPESOR | PESO Lbs/FT^2 | REFERENCIA. |
|---|---------|----------------------------------|-------------|
| Panel W (Poliuretano) | 1" | 1.4 | Tabla 3 |
| Aplanado (Cemento/Arena) | 2" | 19.2 | Tabla 3 |
| Frigolit Poliestireno en Metal delgado) | 1" | 1.3 | Tabla 3 |
| Aplanado | 1" | 9.6 | Tabla 3 |

35.1

AREA MURO.

| | | | |
|-------|------|---------------|---------------------------------------|
| Norte | 3057 | FT^2 | |
| Oeste | 1458 | FT^2 | |
| | 4515 | FT^2 | $\times 31.5 \text{ Lbs}/\text{FT}^2$ |

Peso pared: 142,222 Lbs.

PARED EXTERIOR (OTRO MATERIAL DIFERENTE AL ANTERIOR).

| MATERIAL | ESPEJOR | PESO ² Lbs/FT ² | REFERENCIA. |
|----------|-----------|--|-------------|
| Block | 8"x8"x10" | 43 | Tabla 3 |
| Aplanado | 1" | 09.60 | Tabla 3 |
| Frigolit | 1" | 1.3 | Tabla 3 |
| | | 53.90 | |

Peso pared oeste:

$$454 \times 54 = 24516 \text{ Lbs.}$$

TABIQUES (MUROS INTERIORES).

| MATERIAL | ESPEJOR | PESO ² Lbs/FT ² | REFERENCIA. |
|------------------------|---------|--|-------------|
| Muro de ladrillo común | 6" | 60 | Tabla 3 |

Peso del muro de tabla roca:

$$864 \times 2.08 = 1797 \text{ Lbs.}$$

Peso del muro de ladrillo:

$$2683 \times 60 = 160980 \text{ Lbs.}$$

PISOS.

| MATERIAL | ESPEJOR | PESO ² Lbs/FT ² | REFERENCIA. |
|------------------|---------|--|-------------|
| Loza de concreto | 4" | 47 | Tabla 3 |

Area de Piso:

$$36\ 694\ \text{FT}^2$$

Peso de Piso:

$$36\ 694 \times 47 = 1\ 724\ 618\ \text{Lbs.}$$

TECHO.

| MATERIAL | ESPESOR | PESO Lbs/FT ² | REFERENCIA. |
|----------------|---------|-----------------------------|-------------|
| Lamina Cal. 22 | 3" | 10 | Tabla 3 |

Area del Techo:

$$36\ 694\ \text{FT}^2$$

Peso del Techo:

$$36\ 694\ \text{FT}^2 \times 10\ \text{Lb/FT}^2 = 366\ 940\ \text{Lb.}$$

ESTRUCTURA.

Estructura:

$$103\ \text{TON} = 103\ 000 / 0.454 = 226\ 872\ \text{Lbs.}$$

Peso Total del Edificio:

| |
|-----------|
| 142 222 |
| 24 516 |
| 1 797 |
| 160 980 |
| 1 724 618 |
| 366 940 |
| 226 872 |
| 2 648 935 |

Lbs

Area Total del Piso:

$$73388\ \text{FT}^2$$

Peso por FT²

$$2648935 \text{ Lbs} / 73388 \text{ FT}^2 = 36 \text{ Lbs} - \text{FT}^2$$

2.4 CALCULO DEL COEFICIENTE DE CONDUCTIVIDAD TERMICA (K).

Es el inverso de la resistencia R, al paso del calor a través del material y es constante. Se encuentra tabulado (K), para cada material. Tabla 4.

En caso de tener un muro compuesto se podra tomar la suma de las resistencias de cada material y obtener su inverso que sera el valor de K. Para nuestro caso, - tenemos.

PARED EXTERIOR:

| MATERIAL | ESPESOR | RESISTENCIA TERMICA (R). |
|--------------------------|---------|--------------------------|
| Coef. Película Aire Ext. | | 6.0 |
| Aplanado | 2" | 0.4 |
| Panel W | 1" | 0.8 |
| Coef. Película Interior | | 1.65 |
| Frifolit (POLIESTIRENO) | 1" | 2.78 |
| Aplanado | 1" | 0.2 |
| Coef. Película Interior | | 1.65 |

$$RT = 13.48$$

$$K = 1/RT = 0.0741$$

PARED EXTERIOR (MATERIAL DIFERENTE AL ANTERIOR).

| MATERIAL | ESPESOR | RESISTENCIA TERMICA (R). |
|---------------------|-----------|--------------------------|
| Coef. Película Ext. | | 6.0 |
| Aplanado | 2" | 0.4 |
| Poliestireno | 1" | 2.78 |
| Block | 8"x8"x16" | 1.11 |
| Coef. Película Int. | | 1.65 |

$$RT = 11.94$$

$$K = 1/RT \quad 0.0837$$

TABIQUES (MURO INTERIOR SEGUNDO PISO).

| MATERIAL | ESPESOR | RESISTENCIA TERMICA (R). |
|---------------------|---------|--------------------------|
| Coef. Película Int. | | 1.65 |
| Tabla Roca. | 3/8" | 0.32 |
| Cámara Aire | 2 1/2" | 0.86 |
| Tabla Roca | 1/2" | 0.45 |
| Coef. Película Int. | | 1.65 |

$$RT = 4.93$$

$$K = 1/RT = 0.2028$$

TABIQUES (DIFERENTE AL ANTERIOR, MURO INTERIOR SEGUNDO PISO).

| MATERIAL | ESPEJOR | RESISTENCIA TERMICA (R). |
|---------------------|---------|--------------------------|
| Coef. Película Int. | | 1.65 |
| Tabla Roca | 3/8" | 0.32 |
| Cámara Aire | 1" | 0.86 |
| Ladrillo Común | 6" | 1.2 |
| Cámara Aire | 1" | 0.86 |
| Tabla Roca | 3/8" | 0.32 |
| Coef. Película Int. | | 1.65 |

$$RT = 6.86$$

$$K = 1/RT = 0.1457$$

PISO.

| MATERIAL | ESPEJOR | RESISTENCIA TERMICA (R). |
|---------------------|---------|--------------------------|
| Coef. Película Int. | | 1.65 |
| Linoleum | 1/8" | 0.08 |
| Loza Concreto | 4" | 11.12 |
| Coef. Película Int. | | 1.65 |

$$RT = 14.5$$

$$K = 1/RT = 0.0689$$

TECHO.

| MATERIAL | ESPESOR | RESISTENCIA TERMICA (R). |
|------------------------|---------|--------------------------|
| Coef. Pelicula Ext. | | 6.0 |
| Cartón Arenado | | |
| Fibra Vidrio | | |
| Cartón Asfaltado | | 0.44 |
| Agregado Cemento-Arena | | 0.14 |
| Poliuretano | | |
| Coef. Pelicula Int. | | 1.65 |
| Lam. Cal. 22 | 3" | 2.93 |
| Coef. Pelicula Int. | | 1.65 |
| Tabla Roca | 1/2" | 0.45 |

$$RT = 13.26$$

$$K = 1/RT = 0.0754$$

TECHO, OFICINAS.

| MATERIAL | ESPESOR | RESISTENCIA TERMICA (R). |
|------------------------|---------|--------------------------|
| Coef. Pelicula Ext. | | 6.0 |
| Cartón Atenado | | |
| Fibra de Vidrio | | |
| Cartón Asfaltado | | 0.44 |
| Agregado Cemento Arena | | 0.14 |
| Lozeta de Barro | 1" | 0.80 |
| Tierra Lino | 1" | 0.60 |
| Loza | 4" | 0.44 |
| Coef. Pelicula Int. | | 1.65 |
| Fibra de Vidrio | | |
| Tabla Roca | 1/2" | 0.45 |

RT= 10.52

K= 0.0950

2.5 CALCULO PARA DIFERENCIAS DE TEMPERATURA EQUIVALENTES.

Se define como la diferencia entre la temperatura del aire interior y exterior que resulta del flujo calorífico total, a través de la estructura originada por la radiación solar variable y la temperatura exterior. Estas diferencias se encontrarán en las siguientes tablas; 5 diferencias de temperaturas equivalentes - para muros, 6 diferencia de temperaturas equivalentes para techos, 7 corrección de temperaturas equivalentes. Para correcciones de estas temperaturas en el caso de que el proyecto se calcule en condiciones diferentes a 95°F B.S. Temperatura exterior 80°F B.S. Temperatura interior, 20°F Rango diario, mes de Julio y 40° Latitud norte, o por la fórmula:

$$t_e = 0.55 (R_s/R_m) t_{em} + (1-0.55) (R_s/R_m) t_{es}$$

DONDE:

Rm: Factor solar para el mes de Julio, latitud 40° Norte (Tabla 8).

Rs: Factor solar para el mes y latitud deseados (Tabla 8).

Tem: Factor de pared o techo (Tablas 5,6,7).

PARA EL TECHO.

Rm: 233 BTU/HR-FT

Rs: 235 BTU/HR-FT

Tes: T = t Diseño Ext. - t Diseño Int.

$$= 102^\circ\text{F} - 75^\circ\text{F B.S.} = 27^\circ\text{F B.S.}$$

Con una variación diaria de 20°F, corrección tabla 7

T.Correctada = 12°F

Temperatura con sombra a las 4:00 p.m.

T.Sombreado = 14°F

Tes: 12°F + 14°F = 26°F

Para la Tem:

T Correctada = 12°F (Tabla 7)

T Expuesta = 43°F (Tabla 6)

$$T_{em} = 12^\circ\text{F} + 43^\circ\text{F} = 55^\circ\text{F}$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$Te = 0.55 (Rs/Rm)Tem + (1-0.55) (Rs/Rm)Te$$

$$Te = 0.55 (235/233)55 + (1-0.55) (235/233)26$$

$$Te = 30.50 + 11.80 = 42^{\circ}\text{F}$$

Para las paredes es el mismo procedimiento y tablas, diferente orientación y peso de pared. En nuestro caso: Norte 25, Sur 26.2, Este 25.3, Oeste 38^{\circ}\text{F}.

2.6 CALCULO DE AIRE EXTERIOR.

Es necesario en los locales acondicionados, proveer un porcentaje de caudal de aire exterior que permita la supresión de olores debido a los ocupantes, al tabaco, y a otras fuentes.

La tasa de renovación necesaria varía principalmente por el número de ocupantes. La tabla 9, Standares de ventilación, hace estimaciones para diferentes aplicaciones; en este caso la tienda departamental se recomienda 7.5 CFM, en este caso por persona (no se fuma), y 0.25 CFM/FT mínimo P/OFCINAS.

Para calcular el número de personas nos basamos en la tabla 10, ocupantes aproximados en tiendas departamental (primer piso), son $25 \frac{\text{FT}^2}{\text{PERSONA}}$.

TENEMOS:

$$\begin{aligned} \text{Planta Baja: } & \frac{36\ 694\text{FT}^2}{25\ \text{FT}^2/\text{PERS.}} = 1468\ \text{Personas} \\ & \Rightarrow 1468\ \text{Personas} \times 7.5\ \text{CFM}/\text{PERS.} + 11\ 010\ \text{CFM.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Planta Alta: } & \frac{25\ 706\text{FT}^2}{50\text{FT}^2/\text{PERSONA}} = 514\ \text{PERSONAS.} \\ & \Rightarrow 514\ \text{PERSONA} \times 7.5\ \text{CFM}/\text{PERS.} = 3855\ \text{CFM.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Oficinas: } & 6\ 148\text{FT} \times 0.25\ \text{CFM}/\text{FT} = 1.537\ \text{CFM} \\ & \Rightarrow \frac{1\ 537\ \text{CFM}}{30\ \text{CFM}/\text{PERSONA}} = 51\ \text{PERSONA} \end{aligned}$$

2.7 ESTIMACION DE LA CARGA PARA PLANTA BAJA, ALTA Y OFICINAS.

PLANTA BAJA:

El calculo de la carga esta en función de la conductividad térmica del material, el área y la diferencia de temperaturas interiores y exteriores sus unidades BTU/HR.

GANANCIA SOLAR A TRAVES DE VIDRIOS.

VIDRIOS. (ORIENTACION ESTE):

$$8.5 \times 2.8 \times 10.758 = 256 \text{ FT}$$

$$q = 0.62 \times 256 \times 165 = 26189 \text{ BTU/HR}$$

Tabla 8. (Ganancia de calor solar a través de vidrio ordinario).

Tabla 11. (Factores totales de ganancia solar a través del vidrio).

GANANCIA SOLAR POR MUROS.

Muro Norte:

$$81.61 \times 5.36 \times 10.758 = 4706 \text{ FT}$$

Muro Este:

$$51.38 \times 5.36 \times 10.758 = 2963 \text{ FT}$$

$$2963 - 256 = 2707 \text{ FT}$$

Muro Sur:

$$31.40 \times 5.36 \times 10.758 = 1811 \text{ FT}$$

Muro Oeste: NO SOLEADO.

$$q_n = 0.0837 \times 4706 \times 25 = 9847 \text{ BTU/HR}$$

$$q_e = 0.0837 \times 2707 \times 26.2 = 5936 \text{ BTU/HR}$$

$$q_s = 0.0837 \times 1811 \times 26.2 = 3971 \text{ BTU/HR}$$

GANANCIA DE CALOR EN MUROS INTERIORES.

Muro Interior Sur:

$$50.2 \times 5.36 \times 10.75 = 2892 \text{ FT}$$

$$q = 0.0837 \times 2892 \times 17 = 4115 \text{ BTU/HR}$$

Dt.- Para muro interior:

$$t \text{ muro interior} - t \text{ diseño interior.}$$

$$\begin{aligned}
 TM.i &= t_i (t_e - t_i) \times 0.6667 \\
 tM.I &= t.d.i. + (t.d.e - t.d.i) \times 0.6667 \\
 &= 75^\circ F = (102^\circ F - 75^\circ F) 0.6667 \\
 &= 75 = 18 = 93^\circ 6F \\
 t &= 93^\circ F - 75^\circ F = 18^\circ F
 \end{aligned}$$

GANANCIA DE CALOR POR PERSONA.

(Tabla 12 Ganancia de Calor por gente).

$$\begin{aligned}
 qs &= 2458 \times 245 = 359\ 660 \text{ BTU/HR.} \\
 ql &= 1458 \times 205 = 300\ 940 \text{ BTU/HR.}
 \end{aligned}$$

GANANCIA DE CALOR POR ALUMBRADO.

(Tabla 13 Carga de Alumbrado para Tienda Departamental).

(Tabla 14 Ganancia de Calor por Alumbrado).

$$q = 36694 \times 4 \times 1.25 \times 3.4 = 623\ 798 \text{ BTU/HR.}$$

GANANCIA DE CALOR POR AIRE EXTERIOR.

$$QASH = 1.08 \times CFM (t_e - t_i).$$

Donde:

QASH = Ganancia Sensible por el Aire Exterior.

CFM = $\frac{FT^3}{MIN.}$

te-ti = Diferencia de Temperatura de Diseño.

$$qs = 1.08 \times CFM (t_e - t_i).$$

$$qs = 1.08 \times 11010 (102^\circ F - 75^\circ F).$$

$$qs = 321051 \text{ BTU/HR.}$$

$$QALH = 0.68 \times cfm (Woa - Wrm).$$

Donde:

QALH = Ganancia Latente por el Aire Exterior.

CFM = FT³/MIN.

Woa = Humedad Especifica del Aire Exterior.

Wrm = Humedad Especifica del Aire del Local.

$$qL = 0.68 \times CFM (Woa - Wrm).$$

$$qL = 0.68 \times 11010 \times 55.5$$

$$qL = 415517 \text{ BTU/HR.}$$

(Nota: Se calculo por medio de las formulas obtenidas del manual de Aire Acondicionado Carrier).

$$\text{Calor Total} = \text{Calor Sensible Total} + \text{Calor latente Total.}$$

$$= 2071024 \text{ BTU/HR.}$$

$$= 172 \text{ Toneladas de refrigeración.}$$

PLANTA ALTA.

GANANCIA SOLAR A TRAVEZ DE VIDRIOS.

(Se tienen ventanas en el lado sur, pero serán tratadas en planta alta de - oficinas).

GANANCIA SOLAR POR MUROS.

Muro Norte: $50.2 \times 5.92 \times 10.75 = 3194 \text{ FT.}$

Muro Este: No soleado.

Muro Sur: No soleado.

Muro Oeste: $43.4 \times 2.2 \times 10.75 = 1026 \text{ FT}$
 $2 \times 21.7 \times 1.5 \times 10.75 = 700 \text{ FT}$
 $= 01026 \text{ FT} + 700 \text{ FT} = 1726 \text{ FT.}$
 $qN = 3194 \times 0.0741 \times 25 = 5916 \text{ BTU/HR.}$
 $qO = 1726 \times 0.0741 \times 38 = 4860 \text{ BTU/HR.}$

GANANCIA SOLAR POR TECHO.

Area: $51.2 \times 51.3 \times 10.75 = 28 \text{ 235 FT}$
 $q = 28 \text{ 235} \times 0.0754 \times 42 = 89414 \text{ BTU/HR.}$

GANANCIA DE CALOR EN MUROS INTERIORES.

Muro Interior Este: $47.6 \times 2.71 \times 10.758 = 1388 \text{ FT.}$
 $q = 1388 \times 0.1457 \times 17 = 3437 \text{ BTU/HR.}$

GANANCIA DE CALOR POR PERSONA.

$q_s = 514 \times 245 = 125 \text{ 930 BTU/HR.}$
 $q_l = 514 \times 205 = 105 \text{ 370 BTU/HR.}$

GANANCIA DE CALOR POR ALUMBRADO.

$q = 25 \text{ 706} \times 3 \times 1.25 \times 3.4 = 327751 \text{ BTU/HR.}$

GANANCIA DE CALOR POR AIRE EXTERIOR.

$q_s = 1.08 \times \text{CFM} (t_e - t_i)$
 $= 1.08 \times 3855 (27)$
 $= 112411 \text{ BTU/HR}$
 $q_L = 0.68 \times \text{CFM} (W_{oa} - W_{im})$
 $q_L = 0.68 \times 3855 (55) = 144177 \text{ BTU/HR.}$

GANANCIA DE CALOR POR MOTORES DE ESCALERAS ELECTRICAS.

$q = 2 \times 7.5 \times 22 \text{ 500} = 33 \text{ 7500 BTU/HR.}$
 (Tabla 15. Ganancia de Calor para Motores Electricos).

CALOR TOTAL.

1256766 BTU/HR.

Entonces Tenemos:

104 TON. REF.

PLANTA ALTA OFICINAS.**GANANCIA SOLAR A TRAVES DE VIDRIOS.**

Vidrios (Orientación Sur).

Ventanas:

| | | |
|----|-----------------------|--------|
| a) | 3.25 x 1.25 x 10.75 = | 44 FT |
| b) | 3.45 x 1.25 x 10.75 = | 46 FT |
| c) | 2.40 x 1.25 x 10.75 = | 32 FT |
| e) | 2.6 x 1.25 x 10.75 = | 35 FT |
| f) | 2.2 x 1.25 x 10.75 = | 30 FT |
| | TOTAL = | 222 FT |

$$q = 222 \times 63 \times 0.51 = 7133 \text{ BTU/HR.}$$

GANANCIA SOLAR POR MUROS.

| | | |
|-------------|------------------------|----------|
| Muro Norte: | 8.34 x 4.15 x 10.75 = | 372 FT. |
| Muro Este: | No soleado. | |
| Muro Sur: | 3.76 x 45.15 x 10.75 = | 1824 FT. |
| | 1824 - 222 = | 1602 FT. |
| Muro Oeste: | 15.2 x 4.15 x 10.75 = | 678 FT |

$$q_n = 372 \times 0.0837 \times 25 = 778 \text{ BTU/HR}$$

$$q_s = 1602 \times 0.0837 \times 26 = 3486 \text{ BTU/HR}$$

$$q_o = 678 \times 0.0837 \times 0.38 = 22 \text{ BTU/HR}$$

GANANCIA SOLAR A TRAVES DEL TECHO.

Area del Techo: $15.2 \times 37.6 \times 10.758 = 6148 \text{ FT}$
 $q = 6148 \times 0.0380 \times 42 = 9812 \text{ BTU/HR.}$

GANANCIA DE CALOR EN MUROS INTERNOS.

Muro interno este: $15.2 \times 2.7 \times 10.758 = 441 \text{ FT}$
 $q = 441 \times 0.2028 \times 17 = 1520 \text{ BTU/HR}$

GANANCIA DE CALOR POR PISO.

$$q = 6148 \times 0.0689 \times 17 = 7201 \text{ BTU/HR}$$

GANANCIA DE CALOR POR GENTES.

$$q_s = 51 \times 245 = 12495 \text{ BTU/HR}$$

$$q_L = 51 \times 205 = 10,455 \text{ BTU/HR}$$

GANANCIA DE CALOR POR ALUMBRADO.

$$q = 6148 \times 2 \times 1.25 \times 3.4 = 52258 \text{ BTU/HR}$$

GANANCIA DE CALOR POR AIRE EXTERIOR.

$$q_s = 1.08 \times \text{CFM} (t_e - t_i)$$

$$q_s = 1.08 \times 1537 \times 27 = 44818 \text{ BTU/HR}$$

$$q_L = 0.68 \times \text{CFM} \times 55.5$$

$$q_L = 0.68 \times 1537 \times 55.5 = 58006 \text{ BTU/HR}$$

CALOR TOTAL.

$$208011 \text{ BTU/HR}$$

$$= 17 \text{ TON. REFRIGERACION.}$$

CARGA TOTAL DE REFRIGERACION EN EL EDIFICIO.

$$172 + 104 + 17 = 293 \text{ TON. DE REFRIGERACION.}$$

CAPITULO 3, SISTEMA A SELECCIONAR.

3.1. ANALISIS DE SELECCION DE ACONDICIONAMIENTO.

La selección de un sistema determinado es de mucha importancia ya que de esta decisión tomada, depende el correcto acondicionamiento de la tienda antes se deben valorar las siguientes características, la ganancia o pérdidas de calor interno, la valorización de la carga máxima, el comportamiento de esta carga en condiciones parciales, la capacidad térmica de la estructura del edificio también se debe considerar, la idea del cliente en cuanto a la inversión una buena condición de confort, la flexibilidad de los controles.

El mercado de acondicionamiento de aire es amplio y competitivo. En la economía de un sistema hay que considerar tres factores; precio, gastos de explotación y mantenimiento y ganancia producida por la inversión.

En un sistema de acondicionamiento destinado al confort humano el requisito mas importante es el control de la temperatura, en cualquier sistema de acondicionamiento de aire sera necesario una capacidad de refrigeración, de calefacción y de limpieza de aire. El movimiento del aire conduce de una forma definitiva a la sensación y apreciación del confort.

Los sistemas de acondicionamiento que se tengan que elegir tendrán que limitarse al funcionamiento en forma centralizada y a veces a sistemas que se puedan aplicar individualmente a locales o a pisos separados.

El objetivo de un sistema de acondicionamiento de aire es proporcionar un ambiente confortable para un número de ocupantes transitorios en un establecimiento comercial.

El ambiente confortable es el resultado de un control simultáneo de humedad temperatura, limpieza y distribución del aire en la vecindad de los ocupantes, incluyendo también un nivel acústico adecuado sin olvidar que para la selección del sistema se debe considerar como primer característica y la más importante, la carga térmica.

Los sistemas de acondicionamiento de aire se dividen en cuatro tipos básicos que se diferencian en la forma de obtener el enfriamiento o calefacción del espacio se acondiciona.

Los tipos básicos son:

EXPANSION DIRECTA
SISTEMAS TODO-AGUA
SISTEMAS TODO-AIRE
SISTEMAS AIRE-AGUA.

El sistema de acondicionamiento más elemental es una unidad de expansión directa para acondicionamiento en verano, esta unidad puede servir para el acondicionamiento durante todo el año. El control de estas unidades autónomas suele ser del tipo todo-nada, en el mayoría de los casos el ventilador funciona continuamente.

Las unidades autónomas encuentran su aplicación en las habitaciones pequeñas o grandes, y zonas agregadas. Estos espacios pueden orientarse para servir a un solo ocupante o a un grupo de ellos también se instalan estas unidades en residencias, oficinas, establecimientos comerciales o grupos de oficinas que constituyen zonas individuales. (Figura 2).

Sistema todo-agua, el medio enfriador (agua fría o salmuera, en vez de refrigerantes directo), puede suministrarse desde una fuente alejada y se hace circular por los serpentines de una unidad terminal. En invierno el medio de calefacción es agua caliente.

El sistema todo-agua de unidades batería-ventilador mantienen el aspecto del acondicionador individual, mientras por otro lado se aproxima al sistema central, el aire exterior se introduce a través de la pared en cada unidad. Cada una de estas unidades está combinada con una central o varias centrales donde se sitúa es toda la maquinaria designada.

La temperatura de la habitación se controla por medio de una válvula de agua situada en la batería de la unidad fan-coil (batería-ventilador). El sistema todo-agua de batería-ventilador puede convertirse en una sistema aire-agua, centralizando el suministro de aire de ventilación, de esta forma se eliminan la entrada de aire exterior en cada una de las unidades individuales, y se reúnen en un sistema de ductos con bocas de impulsión distintas.

Estos sistemas son aplicables en los edificios de muchas habitaciones, como moteles, oficinas de fábricas y pequeños centros médicos. La variante del sistema aire-agua, se puede utilizar cuando por razones arquitectónicas no quieren realizar estas aberturas de ventilación en la pared, pero se necesita una ventilación controlada como ocurre en las oficinas o apartamentos. (Figura 3).

Sistemas todo-aire, cuando la unidad de tratamiento de aire esta alojada del espacio que se acondiciona y montada en forma central, lo único que llega al espacio acondicionado es el aire, que circula por un sistema de conductos, y que sirve lo mismo para refrigerar que para calefacción; recibe el nombre de sistema todo-aire, son una forma del sistema de recalentamiento y las condiciones del espacio acondicionado se mantienen por medio de distintas combinaciones para las variaciones de carga.

Una manera de compensar las variaciones de carga es por regulación del caudal de aire frío, esto es sin establecer ninguna combinación especial para las variaciones de carga del local. Este sistema todo-aire, de caudal variable, tiene aplicaciones limitadas ya que solamente es posible cuando la variación es menor del 20%, si la variación del caudal de aire fuera superior al 20%, el movimiento de aire en el interior del local podría convertirse en molesto.

El sistema todo-aire, envía a las unidades terminales mezcladoras el aire procedente de dos conductos por lo que circula a dos temperaturas distintas; una corriente de aire es fría y la otra caliente. La unidad mezcladora establece la proporción de aire frío y caliente en respuesta a un termostato situado en el correspondiente local o zona. (Figura 4).

Sistema aire-agua, cuando el sistema está constituido de forma que la planta de refrigeración y la unidad de tratamiento de aire están separadas del espacio que se acondiciona el enfriamiento o calefacción se ve afectado en una parte ínfima por el aire impulsado y la mayor parte de la carga gravita sobre unas unidades de inducción y radiador por lo que circula agua fría o caliente, recibe el nombre de sistema aire-agua.

Los sistemas aire-agua, son muy prácticos en aquellos lugares en que se quierén ocupar el menor espacio posible para la localización de unidades terminales de tratamiento de aire. La mayor parte de la carga (interna y ganancias por radiación solar), se equilibra por medio de un serpentín de agua situado en la unidad terminal. El sistema de inducción es muy adaptable a las características de carga de las zonas periféricas en los edificios de varias plantas y habitaciones.

Una variación del sistema de inducción de alta presión y gran velocidad es el de unidades de inducción de tres tuberías, en este la corriente de aire primario no esta relacionado con la carga por transmisión a través de las paredes del local, sino que está separada de la calefacción del edificio. Sirve para la ventilación control de humedad y fuerza motriz para el aire secundario a través del serpentín correspondiente. El sistema de tres tuberías puede proporcionar, calor o frío durante todo el año. Una tubería suministra agua fría, la segunda agua caliente y la tercera sirve de retorno. (Figura 5).



Fig. 2. Sistema de expansión directa (DX)

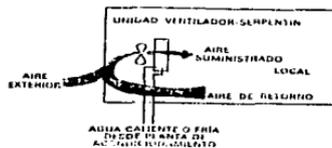


Fig. 3. Sistema agua-glicol



Fig. 4. Sistema todo-aire

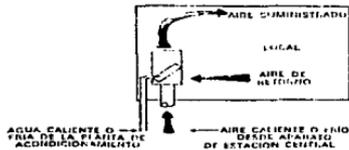


Fig. 5. Sistema agua

3.3 SISTEMA SELECCIONADO DE ACONDICIONAMIENTO.

Para la selección del sistema más adecuado se debe considerar lo siguiente, para la tienda departamental.

- El ciclo de trabajo puede ser de 8 a 12 horas.
- Cantidad de ocupantes variable y gran cantidad de mercancía.
- Ganancia y pérdidas de calor y ventilación a vitrinas para comestibles, cigarrillos, caramelos, etc.
- Otra característica será el aprovechamiento al máximo de área de venta, los espacios de accesos para instalaciones entre techos y plafones.

El sistema de expansión directa tiene el inconveniente de instalarse en uno de los extremos de la zona de concreto, la interconexión de la unidad condensadora y la unidad evaporadora será muy larga. En el momento de fallas de algún equipo, la zona acondicionadora sería afectada.

Para el sistema todo-aire, se tendrá los inconvenientes de ramales de ductos con dimensiones muy grandes donde se tendrá problemas estructurales, no se podrá tener un control de la temperatura por los rangos de trabajo. También se tendrá el problema de algunas zonas calurosas por las fallas del equipo.

El sistema de todo-agua, tendrá el inconveniente del uso de una cantidad muy grande de evaporadores (fan coil). Ya que este sistema tendría un espacio para instalación del equipo enfriador e interconexión con evaporadores por medio de tubería de agua fría (inyección y retorno).

El sistema aire-agua, es el que seleccione ya que se usarán menos evaporadores y se usarán ductos de menor dimensión. Este sistema, tendrá las ventajas de trabajar con cargas parciales más satisfactoriamente, controlar la temperatura para un mejor confort, por zonas. En caso de fallas del equipo enfriador, la interconexión de la tubería de agua ayudara a mantener una temperatura promedio en todas las zonas y el tamaño de los ductos serán más reducidos.

3.4 CALCULO DEL ADP Y CANTIDAD DE AIRE SECO.

ADP (Aparatus Den Point ó Punto de Rocio). Es la condición de temperatura de aparato evaporador que nos sirve para calcular la cantidad de aire seco necesario para tienda departamental.

$$\text{ERSH} = \text{RSH} + \text{BF} \times \text{QASH}$$

$$\text{ERLH} = \text{RLH} + \text{BF} \times \text{QALH}$$

$$\text{ERTH} = \text{ERSH} + \text{ERLH}$$

$$\text{ESHF} = \frac{\text{ERSH}}{\text{ERTH}}$$

$$\text{ERTH}$$

DONDE.-

ERSH.- Ganancia de calor sensible efectiva del local.

RSH.- Ganancia de calor sensible del local.

QASH.- Ganancia de calor sensible por aire exterior.

BF.- Factor de Bypass.

ERLH.- Ganancia de calor latente efectiva del local.

RLH.- Ganancia de calor latente del local.

QALH.- Ganancia de calor latente por aire exterior.

ERTH.- Ganancia de calor total efectiva del local.

ESHF.- Factor de calor sensible.

NOTA.- Las formulas las tomamos del manual de aire acondicionado Handbook of Air Conditioning Carrier.

Planta Baja.- (Datos de Capitulo Dos).

$$\begin{aligned} \text{ERSH} &= \text{RSH} + \text{BF} \times \text{QASH} \\ &= 1033516 + 0.2 \times 321051 \\ &= 1097726 \text{ BTU/HR.} \end{aligned}$$

(Tabla 16 factor de bypass típicos).

$$\begin{aligned} \text{ERLH} &= \text{RLH} + \text{BF} \times \text{QALH} \\ &= 300940 + 0.2 \times 415517 \\ &= 384043 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ERTH} &= \text{ERSH} + \text{ERLH} \\ &= 1097726 + 384043 \\ &= 1481769 \end{aligned}$$

$$\text{ESHF} = \frac{\text{ERSH}}{\text{ERTH}}$$

$$\text{ESHF} = \frac{1097726}{1481769} = 0.74$$

Para un ESHF = 0.74, 75° b.s. y 50% H.R.
(De la tabla 17, punto de rocío del aparato).
Tenemos un ADP = 48°F.

La cantidad de aire seco (CFM DA) se define como:

$$\text{CFM DA} = \frac{\text{ERSH}}{(1.08) (1-\text{BF}) (\text{tcm}-\text{adp})}$$

Para la planta baja.-

$$\begin{aligned} \text{CFM DA} &= \frac{1097726}{(1.08) (1-0.2) (75^\circ\text{F}-48^\circ\text{F})} \\ &= \frac{1097726}{23} \\ &= 47727 \end{aligned}$$

Para la planta alta.-

$$\begin{aligned} \text{CFM DA} &= \frac{917290}{(1.08) (1-0.2) (75^\circ\text{F}-48^\circ\text{F})} \\ &= \frac{917290}{23} \\ &= 39882 \end{aligned}$$

Para la planta alta oficinas.-

$$\begin{aligned} \text{CFM DA} &= \frac{103668}{(1.08) (1-0.2) (75^\circ\text{F}-48^\circ\text{F})} \\ &= \frac{103668}{23} \\ &= 4507 \end{aligned}$$

3.5 CARTA PSICROMETRICA.

Para la selección del equipo manejador se requiere del ADP calculado anteriormente por la tabla 17, pero graficamente se obtiene en la carta psicrometrica. Además de las temperaturas de entrada y salida del aire de bulbo seco y bulbo húmedo como sigue:

- Paso 1 .- Se fijan las condiciones de diseño exterior es (punto uno) Tds 102°F y 80°F Tdh.
- Paso 2 .- Fijamos el punto de condiciones interiores de diseño (punto dos) Tds = 75°F, 50% H.R. Unimos los puntos.
- Paso 3 .- ESHF = 0.74 y el punto de referencia de la carta (Tds 80°F y 50 H.R.), se unen la pendiente de esta recta se traslada al punto dos y se corta con la línea de saturación, este cruce indica el valor del ADP.
- Paso 4 .- GSHF = 0.654 y el punto de referencia se une con una recta, la pendiente se traslada al punto del ADP y corta la recta 1-2, el corte es la temperatura de la mezcla de aire.
- Paso 5 .- 0.779 y el punto de referencia 80150 se unen y la pendiente se traslada al punto de la temperatura de diseño interior hasta cortar la línea del GSHF. Este punto es la temperatura de salida del aparato Tds. Salida 55°F y Tdh 53°F.
(Ver Carta Psicrometrica).

CAPITULO 4. SELECCION DE EQUIPO.

4.1 EQUIPOS ENFRIADORES DE AGUA.

Los equipos enfriadores de agua usados actualmente se clasifican en tres tipos

Los tres tipos son : Máquinas alternativas.
Máquinas centrifugas.
Máquinas de absorción.

ENFRIADORES ALTERNATIVOS.

El componente principal de estas máquinas es el compresor alternativo que es un dispositivo de desplazamiento positivo.

Una máquina alternativa se puede clasificar como una de las siguientes:

- a) Unidad de compresión constituida por un compresor, un motor, y sus controles de seguridad montados formando una unidad.
- b) Unidad de condensación constituida por una unidad de compresión interconectada a un condensador enfriado por agua o por aire, formando una unidad.
- c) Unidad enfriadora constituida por unidad de compresión o unidad de condensación más un enfriador de agua interconectado y controles de funcionamiento montados también como unidad.

Los compresores pueden ser de dos clases.- Abierto o Hermeticos.

Un compresor abierto requiere una propulsión externa con transmisión de acoplamiento directo o por correas para que funcione a una determinada velocidad, que depende de los requisitos de carga. Con este compresor se puede usar cualquier tipo de motor eléctrico.

Un compresor hermético, tiene un motor eléctrico y un compresor incorporado dentro de una misma carcasa. El motor y el compresor utilizan un eje y cojinetes comunes. El motor está generalmente refrigerado por la aspiración de gas que pasa a través de los devanados pero, no obstante, en algunos casos no hay inconveniente alguno en que esté refrigerado por agua.

El tipo de aplicación es general en cuanto a que se requiere un proceso de enfriamiento de agua o para acondicionamiento de aire, estas máquinas se pueden agrupar en baterías o paquetes (varios compresores), el condensador de aire puede estar incluido en el paquete o seleccionarse uno o varios dependiendo de la necesidad.

La elasticidad de estas máquinas es amplia por tener la facilidad de aplicarse en un rango de 1 a 200 toneladas de refrigeración. En donde un tonelaje mayor sera limitado por los factores economicos de costo inicial, mantenimiento y operación. (Figura 6 y 7).

ENFRIADORES CENTRIFUGOS.

El equipo centrífugo de refrigeración se construye para un funcionamiento continuo de servicio pesado y se le considera como de funcionamiento seguro en todos los tipos de aplicaciones, comerciales e industriales.

Una máquina centrífuga de refrigeración comprende esencialmente un compresor centrífugo, un enfriador y un condensador.

Un compresor centrífugo trabaja con grandes volúmenes de gas, y por consiguiente, puede utilizar refrigerantes que tengan altos volúmenes específicos.

El condensador es también del mismo tipo y utiliza el agua como agente de condensación, puede ser un condensador enfriado por aire o evaporativo para aplicaciones especiales.

Las máquinas centrífugas de refrigeración se pueden clasificar por el tipo de compresor:

- a).- Los compresores abiertos tienen un eje que sobre sale de un cárter, requiriendo un sello o cierre hermético para aislar el espacio de refrigerante con respecto a la atmósfera.
- b).- Los compresores herméticos tienen el motor incorporado en una unidad, aislando completamente el espacio de refrigerante, con respecto a la atmósfera.

Las aplicaciones de estas máquinas es amplia, se les utiliza en casos especiales de enfriamiento de agua, en que se requiere de gran capacidad para acondicionamiento de aire e industriales que requieren de mayor elevaciones de temperatura debido a sus cargas o donde se desee que la máquina motriz o impulsora sea una turbina de vapor, gas, motor de gas, diesel o especial.

El rango en toneladas de estas máquinas varia en 200 a 600 Ton. de refrigeración. (Figura 8 y 9).

ENFRIADORES DE ABSORCION.

La máquina de refrigeración por absorción constituye una unidad para enfriamiento del agua que utiliza directamente el calor sin emplear propulsión o máquina motriz, utilizando, los medios de calefacción todo el tiempo y durante todo el año.

Como la fuerza actuante en una máquina de absorción es el calor en forma de vapor o de agua caliente, las siguientes situaciones son favorables para la aplicación de las máquinas de refrigeración po absorción:

- a).- Donde se disponga de combustible de bajo costo.
- b).- Cuando la capacidad de la caldera de calefacción de baja presión no se aprovecha parcial o totalmente durante la estación de refrigeración.
- c).- Donde se dispone de vapor no utilizado.
- d).- Cuando se carece de medios eléctricos adecuados para instalar una máquina utiliza solo un 2-9%, de la potencia eléctrica necesaria por el equipo de tipo de compresión. Su uso es muy conveniente cuando se requiere potencia de reserva para casos de emergencia, como ocurre en los hospitales.

La máquina de absorción se puede instalar prácticamente en cualquier emplazamiento de un edificio siempre que el suelo tenga la debida resistencia y un nivel razonable. La ausencia de partes móviles pesadas elimina prácticamente todas las vibraciones y reduce el nivel de ruido al mínimo.

Las máquinas de absorción se pueden emplear también conjuntamente con motores o turbinas de gas y con máquinas centrifugas como sistemas combinados. La fuente de calor de una máquina de absorción puede ser el vapor o el agua caliente sobrante de una caldera o el agua de la camisa de refrigeración de un motor de gas. (Figura 10).

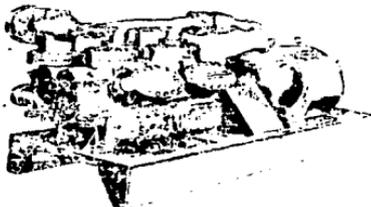


Fig. 6. Unidad de evaporación abierta

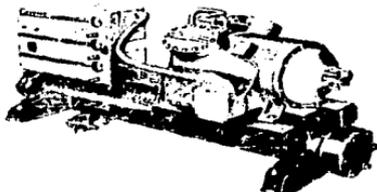


Fig. 7. Unidad de condensación hermética

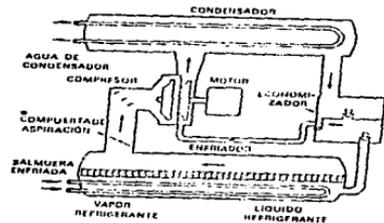


Fig. 8. Máquina centrífuga abierta

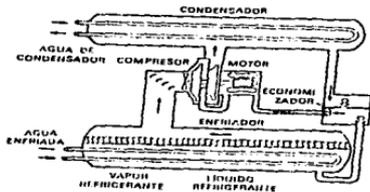


Fig. 9. Máquina centrífuga hermética

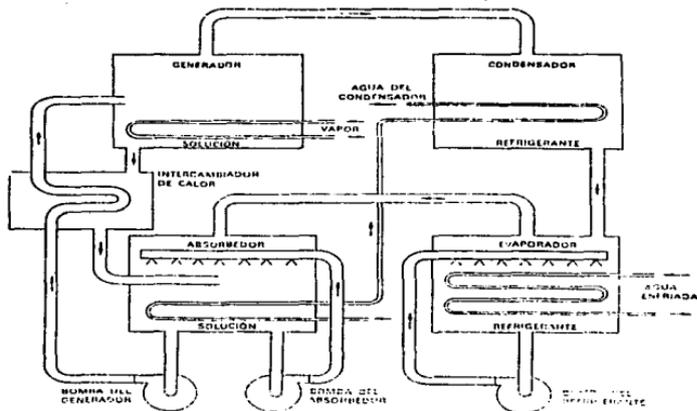


Fig. 10.—Esquema de un ciclo fundamental de absorción

4.2 ELECCION DE LA UNIDAD ENFRIADORA.

En base a los tres tipos de máquinas enfriadoras ya mencionados, elegimos un enfriador alternativo ya que satisface las necesidades requeridas para ser usado en la tienda departamental. La elección de una máquina alternativa de refrigeración está afectada por los aspectos económicos del sistema en conjunto, se debe procurar un equilibrio entre el costo inicial y el costo de funcionamiento en el análisis se deben incluir el condensador.

En el capítulo 2, llegamos a 300 toneladas aproximadamente de refrigeración los cuales dividimos en 3 equipos, o sea 100 Ton. por equipo.

La temperatura de salida de agua debe ser aproximada a 38°F interior al punto de rocío del aparato para conseguir un proyecto más satisfactorio en nuestro caso seleccionamos 45°F.

El factor de incrustamiento para un sistema cerrado de agua recirculada tenemos que es: 0.0005 (Tabla 18, factor de suciedad).

El diferencial de temperatura de agua fría, usado en aire acondicionado es de 10°F de caída, ajustada esta caída por el fabricante.

Basandonos en los datos anteriores y las características de los equipos seleccionamos un modelo de 30HS 120 de Carrier. (Manual técnico de Carrier, grupo enfriadores de líquido con compresores semiherméticos alternativos).

4.3 ELECCION DEL CONDENSADOR.

Hay dos tipos de unidades de condensación, la enfiada por agua y la enfiada por aire. Para los condensadores enfiados por agua cuentan con las siguientes características.- Fuente de agua del condensador, factor de suciedad, temperatura de entrada del agua del condensador, caudal o cantidad de agua.

Para los condensadores enfiados por aire tiene las siguientes características.- Capacidad, temperatura del evaporador, temperatura de condensación, refrigerantes.

El condensador requiere de los siguientes datos, para su elección.

- a).- Temperatura de diseño de bulbo seco, es de 102°F Tbs.
- b).- Temperatura de descarga de gas del equipo (SDT), este dato lo da el fabricante, en este caso es de 131.1°F.
- c).- Temperatura diferencial, es la temperatura de descarga (SDT), menos la temperatura de diseño (TD bs).
(T.DIF. = SDT - TD bs), tenemos que 131.1°F - 102°F = 29.1°F.
Según datos y características de los equipos se requiere un condensador modelo 1270 DCU marca Recold.
- d).- Calor total rechazado (THR), para este equipo es 137.5 Ton.
(1,650,000 BTU/HR), dato del modelo escogido.
- e).- Temperatura de succión de gas del equipo esta temperatura varia, dependiendo de la aplicación, para aire acondicionado es de 40°F.

4.4 MANEJADORAS DE AIRE.

La elección de manejadoras de aire tiene por objetivo conseguir las siguientes características (carga, humedad, cantidad de aire, etc.), con la máxima economía no solo en la unidad y el serpentín sino también en los otros componentes del sistema, tales como tuberías, ductos y equipo de refrigeración.

La selección implica la elección del tamaño de la unidad y del serpentín, una vez conocida la cantidad de aire deshumificado. Normalmente la elección del tamaño de la unidad precede a la elección del serpentín. En la mayoría de los casos el tamaño se determina por la velocidad frontal del aire en el serpentín, siendo esta, la máxima admisible en beneficio de la economía. La velocidad frontal en el serpentín máximo admisible para nuestro caso sera 400 F.P.M.

Para la planta baja se tiene una área total de 36694 FT² y una necesidad de 47727 C.F.M., que corresponde a 1.35 CFM/FT². Esta área total se divide en parte para así tener una manejadora más chica por zona, y ductos más chicos, evitamos problemas estructurales.

El nivel de colocación sera a 5.36 MTS.

| | | | | |
|--------|----------------------|----------------------------|---|------------|
| Area 1 | 8935 FT ² | x 1.35 CFM/FT ² | = | 12062 CFM. |
| 2 | 7142 FT ² | x 1.35 CFM/FT ² | = | 9642 CFM. |
| 3 | 7142 FT ² | x 1.35 CFM/FT ² | = | 9642 CFM. |
| 4 | 6712 FT ² | x 1.35 CFM/FT ² | = | 9061 CFM. |
| 5 | 6712 FT ² | x 1.35 CFM/FT ² | = | 9061 CFM. |

Modelo de manejadoras de acuerdo al área.

| | | | | |
|--------|--------|-----|----|---------------|
| Area 1 | Modelo | 280 | FC | (11 200 CFM). |
| Area 2 | Modelo | 253 | FC | (10 120 CFM). |
| Area 3 | Modelo | 253 | FC | (10 120 CFM). |
| Area 4 | Modelo | 200 | FC | (8 000 CFM). |
| Area 5 | Modelo | 200 | FC | (8 000 CFM). |

Planta alta, con una área de 25,706 FT² y una necesidad de 39882 CFM, que corresponde a 1.23 CFM/FT².

En este caso a diferencia de la planta baja se tiene la limitante de ser montada en la loza del area de oficinas, para este caso el area se divide en dos partes correspondiendo 1.23 CFM/FT de 12.8 FT. El nivel de colocación es de 12 MTS.

$$\text{Area 1 } 12,853 \text{ FT}^2 \times 1.23 \text{ CFM/FT}^2 = 15809 \text{ CFM}$$

$$\text{Area 2 } 12,853 \text{ FT}^2 \times 1.23 \text{ CFM/FT}^2 = 15809 \text{ CFM}$$

El modelo de las manejadoras es de 400 FC (16,000 CFM).

Planta alta oficinas, tenemos una area de 6148 FT² Con una necesidad de 4507 CFM. Ocupandose 1.14 CFM/FT². Pudiendose suministrar con un modelo 200 FC (8,000 CFM).

CAPITULO 5. CALCULO DE DISEÑO DE DUCTOS.

En las instalaciones de acondicionamiento de aire de cierta importancia, la distribución del aire por el interior del local ó locales se efectúa transportando el aire, desde el equipo acondicionador hasta las bocas de salida, mediante conductos de sección rectangular, circular y oval, dependiendo su elección de la arquitectura del edificio, de las condiciones presupuestarias o de lo que más convenga.

Es requisito imprescindible para que una instalación de acondicionamiento de aire sea correcta, que la distribución del aire se efectúe lo más uniformemente posible manteniendo en todos los lugares del edificio ausencia de corrientes que tan molestas son. Para solventar esta cuestión el reparto y la colocación de los registros y bocas de entrada y salida de aire debe hacerse con sumo cuidado, a fin de dimensionar convenientemente los conductos del aire acondicionado.

5.1 ACCESORIOS DE DUCTOS.

Accesorios es el nombre dado a diferentes partes en un sistema de ductos tales como codos, derivaciones, cuellos, etc. Ellas ofrecen resistencia al flujo de aire y representan la mayor parte de las pérdidas por fricción; también afectan las características de ruido del sistema.

El ASHRAE GUIDE, los manuales NESCA y los fabricantes listan los accesorios convencionales (Figura 11) y expresan las pérdidas en términos de longitudes equivalentes de ductos rectos. Por ejemplo un codo de 90° tipo B del grupo 2, con una anchura de 12 a 21 pulgadas tendrá la misma pérdida que un ducto recto del mismo tamaño de 15 pies de largo.

Una rápida mirada a la tabla revelará que no se necesitan muchos accesorios para sumar una resistencia apreciable, la figura 12, da ejemplo de varios tipos de derivaciones y cuellos. circular, tiene una longitud equivalente de 35 pies comparada con B, un cuello de transición, con solo 15 pies. Los accesorios y superiores como A, C y F, tienen resistencias aun mayores porque ellas requieren realmente dos quiebres de 90° del aire en comparación con uno solo a que obliga la derivación lateral.

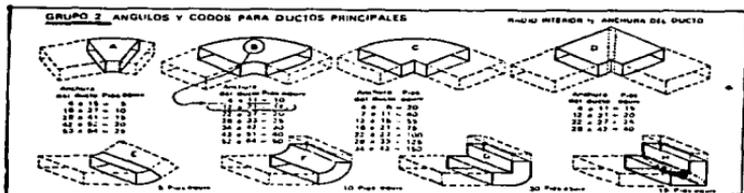


Fig.11. Accesorios para ductos.

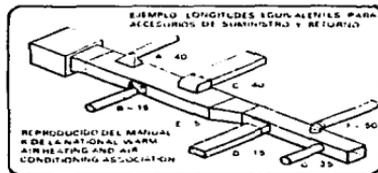


Fig.12. Derivaciones.

5.2 METODO DE RECUPERACION ESTATICA.

A medida que el aire fluye por el ducto la velocidad disminuye. Puesto que la velocidad representa energía y ya que la energía no puede ser creada o destruida, la misma energía total debe permanecer en el sistema. Realmente cada vez que la velocidad disminuye hay una conversión de presión de velocidad a presión estática. Esta presión estática adicional compensara las pérdidas por fricción de la siguiente sección del ducto.

Si el aire se mueve a lo largo del ducto con una presión de velocidad cada vez mayor, la presión estática disminuirá. De igual modo si la velocidad del aire en el ducto disminuye la presión estática aumenta, este efecto de conversión es llamado recuperación estática.

Los valores de velocidades máximas recomendadas para sistemas de baja velocidad en pies por minuto (FPM), son dados por la tabla 19. Para la aplicación de tienda departamental tenemos como máximo 2000 y mínimo 1200 FPM., para nuestro caso tomamos 1500 FPM.

La figura 13, muestra el ductulador, es un recurso para el Ingeniero por la TRANE Company, simplifica el diseño para el sistema de ductos. El ductulador contiene toda la información necesaria para determinar el tamaño apropiado de los ductos. El ductulador lo utilizamos para estimar la determinación del tamaño del ducto.

Planta Baja.- Tenemos que para 5600 CFM con una velocidad de 1250 FPM., tendremos una pérdida por fricción de 0.075 (pulgadas de agua por 100 pies de longitud equivalente), con un diámetro de ducto redondo de 28" y un ducto rectangular de 26" x 26".

Conservando la misma pérdida por fricción se dimensionara el resto de los ductos requeridos.

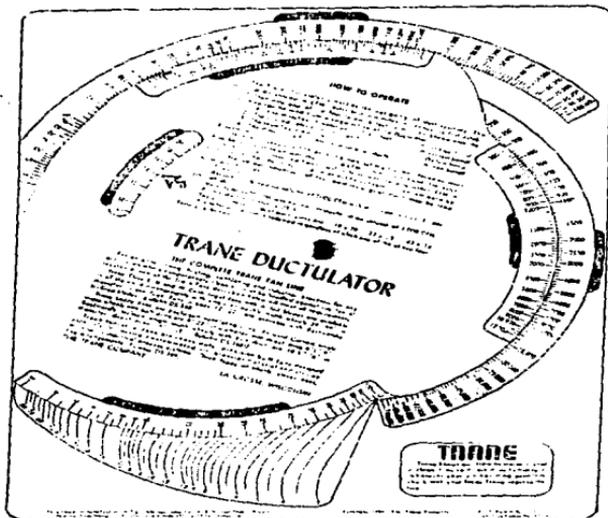


FIGURE 13. Trane Ductulator (Copyright © The Trane Company 1950. Used by permission).

PLANTA BAJA.

| CANTIDAD DE AIRE (CFM) | VELOCIDAD (FPM) | TAMAÑO DUCTO | PERDIDA POR FRICCION. |
|---------------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|
| 5600 | 1250 | 26x26 | 0.075 |
| 3732 | 1150 | 22x22 | |
| 1866 | 960 | 20x14 | |
| 1866 | 960 | 20x14 | |
| 5600 | 1250 | 26x26 | |
| 4200 | 1150 | 26x20 | |
| 2800 | 1050 | 20x20 | |
| 1400 | 900 | 20x10 | |
| 5060 | 1250 | 26x26 | 0.072 |
| 3795 | 1175 | 22x22 | |
| 2530 | 1060 | 18x18 | |
| 1265 | 740 | 14x14 | |
| 5060 | 1250 | 26x26 | |
| 4560 | 1225 | 22x22 | |
| 3040 | 1105 | 18x18 | |
| 1520 | 920 | 14x14 | |
| 6744 | 1250 | 29x26 | 0.07 |

| CANTIDAD DE AIRE (CFM) | VELOCIDAD (FPM) | TAMAÑO DUCTO | PERDIDA POR FRICCION. |
|------------------------|-----------------|--------------|-----------------------|
| 5058 | 1200 | 29x26 | |
| 3372 | 1100 | 22x26 | |
| 1686 | 960 | 16x16 | |
| 1686 | 960 | 20x12 | |
| 1686 | 960 | 20x12 | |
| 1686 | 960 | 20x12 | |
| 3372 | 1250 | 24x18 | 0.09 |
| 1686 | 960 | 20x12 | |
| 5060 | 1250 | 26x26 | 0.07 |
| 2530 | 1080 | 20x18 | |
| 5060 | 1250 | 26x28 | 0.09 |
| 3374 | 1125 | 26x20 | |
| 1606 | 970 | 20x16 | |
| 1606 | 970 | 20x20 | |
| 8000 | 1250 | 45x22 | 0.055 |
| 3200 | 1060 | 24x22 | |
| 1600 | 955 | 20x19 | |
| 1600 | 810 | 20x12 | |
| 4800 | 1060 | 26x20 | |
| 3200 | 955 | 20x17 | |
| 1600 | 810 | 20x17 | |
| 1600 | 810 | 20x11 | |

PLANTA ALTA OFICINAS.

| CANTIDAD DE AIRE (CFM) | VELOCIDAD (FFM) | TAMAÑO DUCTO | PERDIDAS POR FRICCIÓN. |
|---------------------------|--------------------|-----------------|---------------------------|
| 4000 | 100 | 26x24 | 0.047 |
| 2900 | 920 | 26x24 | |
| 2400 | 885 | 20x20 | |
| 1600 | 800 | 18x18 | |
| 800 | 675 | 18x10 | |
| 400 | 570 | 14x8 | |
| 800 | 675 | 18x10 | |
| 400 | 570 | 14x8 | |
| 800 | 675 | 18x10 | |
| 400 | 570 | 14x18 | |
| 1100 | 730 | 10x24 | |
| 700 | 655 | 14x12 | |
| 300 | 555 | 11x8 | |
| 4000 | 1000 | 26x24 | |
| 2200 | 860 | 16x24 | |
| 1900 | 840 | 16x24 | |
| 800 | 675 | 14x14 | |
| 400 | 570 | 14x8 | |
| 200 | 460 | 8x8 | |
| 200 | 460 | 8x8 | |
| 300 | 255 | 11x8 | |
| 600 | 626 | 12x12 | |

| CANTIDAD DE AIRE (CFM) | VELOCIDAD (FPM) | TAMAÑO DUCTO | PERDIDA POR FRICCION. |
|---------------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|
| 300 | 555 | 11x8 | |
| 1800 | 820 | 14x24 | |
| 800 | 675 | 18x10 | |
| 400 | 570 | 14x8 | |
| 1000 | 710 | 10x24 | |
| 600 | 620 | 10x14 | |
| 200 | 460 | 8x8 | |
| 100 | 460 | 8x8 | |

PLANTA ALTA.

| CANTIDAD DE AIRE (CFM) | VELOCIDAD (FPM) | TAMAÑO DUCTO | PERDIDA POR FRICCIÓN. |
|------------------------|-----------------|--------------|-----------------------|
| 8000 | 1250 | 30x30 | 0.054 |
| 8000 | 1250 | 30x30 | |
| 16000 | 1250 | 60x30 | |
| 4200 | 1075 | 20x30 | |
| 11800 | 1400 | 40x30 | |
| 2800 | 976 | 20x22 | |
| 1400 | 820 | 20x12 | |
| 10750 | 1450 | 40x30 | |
| 3500 | 1025 | 26x20 | |
| 2450 | 940 | 20x20 | |
| 5600 | 1150 | 30x26 | |
| 4200 | 1075 | 26x24 | |
| 2800 | 920 | 20x22 | |
| 1400 | 820 | 20x12 | |
| 8000 | 1250 | 30x30 | |
| 8000 | 1250 | 30x30 | |
| 16000 | 1250 | 60x30 | |
| 13550 | 1425 | 48x30 | |
| 12150 | 1400 | 44x30 | |
| 4200 | 1075 | 20x30 | |
| 2800 | 970 | 20x22 | |
| 1400 | 820 | 20x12 | |

| CANTIDAD DE AIRE (CFM) | VELOCIDAD (FPM) | TAMAÑO DUCTO | PERDIDA POR FRICCIÓN. |
|---------------------------|--------------------|-----------------|--------------------------|
| 6550 | 1100 | 30x30 | |
| 4100 | 1080 | 26x24 | |
| 2450 | 940 | 20x20 | |
| 3050 | 1000 | 26x20 | |
| 2450 | 940 | 20x20 | |
| 1400 | 820 | 20x12 | |
| 2450 | 940 | 20x20 | |
| 1050 | 765 | 20x12 | |

5.3 ELECCION DE DIFUSORES.

La selección correcta de los elementos de distribución de aire es de la máxima importancia en todo sistema de acondicionamiento para garantizar una adecuada proporción de bienestar. Dicho material es una pieza básica dentro del conjunto total, consiguiendo, mediante una elección apropiada, uniformidad de temperatura y humedad, así como una circulación de aire sin corrientes perjudiciales puesto que además de la temperatura y humedad, la velocidad del aire en el interior de la tienda es otro factor determinante de comodidad para las personas que se alojan en ella al tener un perfecto desplazamiento del aire en sus inmediaciones.

La selección de difusores se basa en los siguientes datos.- Cantidad de aire (CFM), nivel de ruido (NC), velocidad del aire (FPM), la dirección o direcciones necesarias del aire hacia el local y la altura de piso a difusor.

En nuestro caso para el área 1, tenemos 1866 CFM/Difusor, el nivel de ruido esta en un intervalo de 45 a 50 decibeles (Tabla 20). La velocidad del aire es de 1500 FPM., según calculo anterior, la dirección del aire depende si el difusor si tendra que quedar pegado a un muro.

Para este proyecto se usa un difusor 4V, que es de cuatro direcciones, la altura de piso a difusor es de 12', recomendandose un máximo de flujo de aire de 900 CFM/Lado de difusor.

Con estos datos seleccionamos un difusor tipo HV de 20" x 20" con capacidad de 2750 CFM y 900 FPM, nivel de ruido es de 45 decibelios, cuatro direcciones y 12' altura, piso-difusor.

APENDICE.

| | |
|------------|---|
| Tabla 1.- | Condiciones interiores de diseño recomendadas. |
| Tabla 2.- | Criterios recomendados para determinar el mes y la hora de máxima carga para el calculo de carga térmica. |
| Tabla 3.- | Resistencia térmica R, para edificios y materiales aislantes. |
| Tabla 4.- | Coefficiente de conductividad térmica. |
| Tabla 5.- | Diferencia de temperatura equivalente. |
| Tabla 6.- | Diferencia de temperatura equivalente para techos. |
| Tabla 7.- | Corrección de temperatura equivalente. |
| Tabla 8.- | Ganancia de calor solar a través de vidrios. |
| Tabla 9.- | Estandares de ventilación. |
| Tabla 10.- | Aproximación de ocupantes para tienda departamental. |
| Tabla 11.- | Factores totales de ganancia solar a través del vidrio. |
| Tabla 12.- | Ganancia de calor por gente. |
| Tabla 13.- | Carga de alumbrado para tienda departamental. |
| Tabla 14.- | Ganancia de calor por alumbrado. |
| Tabla 15.- | Ganancia de calor para motores electricos. |
| Tabla 16.- | Factores de bypass típicos. |
| Tabla 17.- | Punto de rocío del aparato. |
| Tabla 18.- | Factores de suciedad. |
| Tabla 19.- | Valores de velocidades máximas recomendadas. |
| Tabla 20.- | Nivel de presión sonora para diversas dependencias y locales. |
| | |
| Plano 1.- | Localización. |
| Plano 2.- | Fachada. |
| Plano 3.- | Fachada. |
| Plano 4.- | Planta baja ductos. |
| Plano 5.- | Planta alta oficinas ductos. |
| Plano 6.- | Planta alta tienda ductos. |

TABLE 1—RECOMMENDED INSIDE DESIGN CONDITIONS*—SUMMER AND WINTER

| TYPE OF APPLICATION | SUMMER | | | | | WINTER | | | | |
|---|--------------|---------------|---------------------|---------------|------------------|---------------------|---------------|------------------|------------------------|------------------|
| | Deluxe | | Commercial Practice | | | With Humidification | | | Without Humidification | |
| | Dry-Bulb (F) | Rel. Hum. (%) | Dry-Bulb (F) | Rel. Hum. (%) | Temp. Swing† (F) | Dry-Bulb (F) | Rel. Hum. (%) | Temp. Swing‡ (F) | Dry-Bulb (F) | Temp. Swing‡ (F) |
| GENERAL COMFORT Auto. House, Hotel, Office Hospital, School, etc. | 74-76 | 30-43 | 77-79 | 50-63 | 2 to 4 | 74-76 | 35-50 | -3 to -4 | 75-77 | -4 |
| RETAIL SHOPS (Short term occupancy) Bank, Barber or Beauty Shop, Dept. Store, Supermarket, etc. | 76-78 | 30-43 | 78-80 | 50-63 | 2 to 4 | 73-74 | 35-50** | -3 to -4 | 73-75 | -4 |
| LOW SENSIBLE HEAT FACTOR APPLICATIONS (High latent load) Auditorium, Church, Bar, Restaurant, Kitchen, etc. | 76-78 | 55-50 | 78-80 | 60-50 | 1 to 2 | 72-74 | 40-33 | -2 to -3 | 74-76 | -4 |
| FACTORY COMFORT Assembly Area, Machine Rooms, etc. | 77-80 | 55-63 | 80-85 | 60-50 | 3 to 6 | 68-72 | 35-30 | -4 to -6 | 70-74 | -6 |

TABLA 2, CRITERIOS RECOMENDADOS PARA DETERMINAR EL MES Y LA HORA DE MÁXIMA CARGA PARA EL CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA.

El mes y hora de carga máxima va a variar según la orientación y el tipo de exterior del edificio (ventanas, paredes, marquesinas, techo, etc.) es difícil poder determinar con exactitud el mes y hora de máxima carga pero en la información que continúa, se ha tratado de dar aquellos que tienen mayor posibilidad. En casos de existir dudas se sugiere hacer un segundo y quizás tercer computo si se trata de instalaciones críticas.

Edificios con una orientación predominante sobre la cual existen ventanas posiblemente tendrá su pico de carga según la siguiente tabla:

| <u>ORIENTACION PREDOMINANTE</u> | <u>PREPARAR CÁLCULO PARA:</u> |
|---------------------------------|-------------------------------|
| Norte | Junio 3 P.M. |
| Este | Agosto 9 A.M. |
| Oeste | Agosto 6 P.M. |
| Sur | Diciembre 1 P.M. |
| N.E. | Junio 9 A.M. |
| N.O. | Junio 5 P.M. |
| S.E. | Octubre 11 A.M. |
| S.O. | Octubre 4 P.M. |

Si el área de ventanas es más ó menos igual en todas las orientaciones se sugiere hacer el cálculo para Agosto a las 4:00 P.M. Para ambientes que tienen ventanas en solo dos orientaciones (edificios en esquina), y ambas ventanas son de igual área, se sugiere los siguientes meses y horas:

| | |
|---------------|-------------------|
| Norte y Sur | Diciembre 1 P.M. |
| Este y Oeste | Agosto 4 P.M. |
| Norte y Este | Julio 9 A.M. |
| Norte y Oeste | Julio 5 P.M. |
| Sur y Este | Octubre 10 A.M. |
| Sur y Oeste | Septiembre 4 P.M. |

Construcciones con ventanas únicamente en caras opuestas del edificio posiblemente tendrán su pico en Agosto 4:00 P.M., si las ventanas están al Oriente y Poniente y en Diciembre a las 1:00 P.M. si están al Norte y Sur.

TABLE 3 — THERMAL RESISTANCES R—BUILDING AND INSULATING MATERIALS
(deg F per Blu) / (hr) (sq ft)

| MATERIAL | DESCRIPTION | THICK- NESS (in.) | DENSITY (lb per cu ft) | WEIGHT (lb per sq ft) | RESISTANCE R | | |
|-----------------------------|---|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|------|
| | | | | | Per Inch Thickness 1 in. | Per Listed Thickness 1 ft. | |
| BUILDING MATERIALS | | | | | | | |
| BUILDING BOARD | Asbestos-Cement Board | | 120 | — | 0.25 | — | |
| | Asbestos-Cement Board | 1/4 | 120 | 1.25 | — | 0.23 | |
| | Gypsum or Plaster Board | 1/2 | 50 | 1.28 | — | 0.22 | |
| | Gypsum or Plaster Board | 1/2 | 50 | 2.08 | — | 0.42 | |
| | Plywood | 1/4 | 34 | — | 1.25 | — | |
| | Plywood | 1/4 | 34 | 0.71 | — | 0.31 | |
| | Plywood | 1/2 | 34 | 1.04 | — | 0.47 | |
| | Plywood | 1/2 | 34 | 1.43 | — | 0.63 | |
| | Plywood or Wood Panels | 1/4 | 34 | 2.13 | — | 0.94 | |
| | Wood Fiber Board, Laminated or Homogeneous | 1/4 | 26 | — | — | 3.38 | |
| | Wood Fiber Board, Laminated or Homogeneous | 3/4 | 31 | — | — | 2.03 | |
| | Wood Fiber, Hardboard Type | 1/4 | 65 | — | — | 0.72 | |
| | Wood Fiber, Hardboard Type | 1/2 | 65 | 1.33 | — | 0.18 | |
| Wood, Fir or Pine Sheathing | 1/4 | 32 | 2.08 | — | 0.98 | | |
| Wood, Fir or Pine | 1 1/2 | 32 | 4.24 | — | 2.03 | | |
| BUILDING PAPER | Vapor Permeable Felt | — | — | — | — | 0.04 | |
| | Vapor Seal, 2 Layers of Mopped 13 lb felt | — | — | — | — | 0.12 | |
| | Vapor Seal, Plastic Film | — | — | — | — | Negl | |
| WOODS | Maple, Oak, and Similar Hardwoods | 4 1/2 | 43 | — | 3.91 | — | |
| | Pine, Fir, and Similar Softwoods | 4 1/2 | 33 | — | 1.25 | — | |
| MASONRY UNITS | Brick, Common | 4 | 120 | 40 | — | .80 | |
| | Brick, Face | 4 | 120 | 43 | — | .44 | |
| | Clay Tile, Hollow | 3 | 60 | 18 | — | 0.80 | |
| | 1 Cell Deep | 4 | 48 | 18 | — | 1.11 | |
| | 2 Cells Deep | 6 | 30 | 23 | — | 1.22 | |
| | 2 Cells Deep | 8 | 45 | 30 | — | 1.83 | |
| | 2 Cells Deep | 10 | 42 | 33 | — | 2.32 | |
| | 3 Cells Deep | 12 | 40 | 40 | — | 2.50 | |
| | Concrete Brick, Three Oval Core Sand & Gravel Aggregate | 3 | 72 | 19 | — | 2.40 | |
| | | 4 | 69 | 23 | — | 0.71 | |
| | | 6 | 64 | 32 | — | 0.91 | |
| | | 8 | 64 | 43 | — | 1.11 | |
| | Cinder Aggregate | 3 | 68 | 17 | — | 0.86 | |
| | | 4 | 60 | 20 | — | 1.11 | |
| | | 6 | 36 | 27 | — | 1.30 | |
| | | 8 | 28 | 37 | — | 1.72 | |
| | Lightweight Aggregate (Expanded Shale, Clay, Slate or Slag; Pumice) | 3 | 60 | 15 | — | 1.27 | |
| | | 4 | 52 | 17 | — | 1.20 | |
| | | 8 | 48 | 32 | — | 2.00 | |
| | | 12 | 43 | 43 | — | 2.37 | |
| | Gypsum Partition Tile | 3-12" x 30" solid | 3 | 43 | 11 | — | 1.26 |
| | | 3-12" x 30" 3-cell | 3 | 25 | 9 | — | 1.28 |
| 4-12" x 30" 3-cell | | 4 | 28 | 13 | — | 1.67 | |
| — Stone, Lime or Sand | | | 150 | — | 0.08 | — | |

TABLE 3 — THERMAL RESISTANCES R—BUILDING AND INSULATING MATERIALS (Contd)

(deg F per Btu) / (hr) (sq ft)

| MATERIAL | DESCRIPTION | THICK- NESS (in.) | DENSITY (lb per cu ft) | WEIGHT (lb per sq ft) | RESISTANCE R | | |
|--|--|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|------|
| | | | | | Per Inch Thickness | Per Listed Thickness | |
| BUILDING MATERIALS, (CONT.) | | | | | | | |
| MASONRY MATERIALS Concrete | Cement mortar | | 116 | — | 0.20 | — | |
| | Gypsum-Fiber Concrete 17 1/2% gypsum, 12 1/2% wood chips | | 51 | — | 2.43 | — | |
| | Lightweight Aggregates including Expanded Shale, Clay or Slate Expanded Slag, Cinders Pumice, Perlite, Vermiculite Ash, Cellular Concrete | | | 120 | — | 0.18 | — |
| | | | | 100 | — | 0.40 | — |
| | | | | 80 | — | 0.39 | — |
| | | | | 60 | — | 0.86 | — |
| | | | | 30 | — | 1.11 | — |
| Sand & Gravel or Stone Aggregate (Over Drives) | | 140 | — | 0.11 | — | | |
| Sand & Gravel or Stone Aggregate (Not Drives) | | 140 | — | 0.28 | — | | |
| Succo | | 116 | — | 0.20 | — | | |
| PLASTERING MATERIALS | Cement Plaster, Sand Aggregate | 1/2 | 116 | 4.8 | — | 0.10 | |
| | Sand Aggregate | 1/2 | 116 | 7.2 | — | 0.15 | |
| | Gypsum Plaster Lightweight Aggregate Lightweight Aggregate on Metal Lath Felted Aggregate Sand Aggregate Sand Aggregate Sand Aggregate on Metal Lath Sand Aggregate on Wood Lath Vermiculite Aggregate | | 1/2 | 45 | 1.95 | — | 0.22 |
| | | | 1/2 | 45 | 2.34 | — | 0.29 |
| | | | 1/2 | 45 | 2.80 | — | 0.47 |
| | | | 1/2 | 45 | — | — | 0.67 |
| | | | 1/2 | 105 | 4.4 | — | 0.09 |
| | | | 1/2 | 105 | 5.2 | — | 0.11 |
| | | | 1/2 | 105 | 6.6 | — | 0.13 |
| | | | 1/2 | 105 | — | — | 0.40 |
| | ROOFING | Asbestos-Cement Shingles | | 120 | — | — | 0.21 |
| | | Asphalt Roll Roofing | | 70 | — | — | 0.15 |
| Asbestos Shingles | | | 70 | — | — | 0.14 | |
| Buildup Roofing | | 1/2 | 70 | 2.2 | — | 0.23 | |
| Slate | | 1/2 | 201 | 8.4 | — | 0.05 | |
| Sheet Metal Wood Shingles | | | 40 | — | — | Negl | |
| SIDING MATERIALS (On Flat Surface) | Shingles | | — | — | — | — | |
| | Wood, 16", 7/8" exposure | | — | — | — | 0.87 | |
| | Wood, Double, 16", 1 1/2" exposure | | — | — | — | 1.16 | |
| | Wood, Plus Insul Board, 1/2" | | — | — | — | 1.40 | |
| | Siding | | — | — | — | — | |
| | Asbestos-Cement, 3/4" lapped | | — | — | — | 0.21 | |
| | Asphalt Roll Siding | | — | — | — | 0.15 | |
| | Asphalt Insul Siding, 1/4" board | | — | — | — | 1.45 | |
| | Wood, Drop, 1" x 4" | | — | — | — | 0.79 | |
| | Wood, Bevel, 1/2" x 8", lapped | | — | — | — | 0.81 | |
| Wood, Bevel, 1/2" x 10", lapped | | — | — | — | 1.25 | | |
| Wood, Plywood, 3/4", lapped | | — | — | — | 0.29 | | |
| FLOORING MATERIALS | Structural Glass | | — | — | — | 0.10 | |
| | Asphalt Tile | 1/2 | 120 | 1.25 | — | 0.04 | |
| | Carpet and Fibrous Pad | | — | — | — | 2.28 | |
| | Carpet and Rubber Pad | | — | — | — | 1.22 | |
| | Ceramic Tile | 1 | — | — | — | 0.28 | |
| | Cork Tile | 1/2 | 25 | — | — | 2.72 | |
| | Cork Tile | 1/2 | 25 | 0.76 | — | 0.28 | |
| | Felt, Flooring | 1/4 | — | — | — | 0.04 | |
| | Floor Tile | 1/2 | — | — | — | 0.05 | |
| | Insulation | 1/2 | 80 | 0.83 | — | 0.04 | |
| | Plywood Subfloor | 1/2 | 54 | 1.77 | — | 0.02 | |
| | Rubber or Plastic Tile | 1/2 | 110 | 1.15 | — | 0.08 | |
| Terrazzo | 1/2 | 140 | 11.7 | — | 0.28 | | |
| Wood Subfloor | 1/2 | 32 | 2.08 | — | 0.68 | | |
| Wood, Hardwood Finish | 1/2 | 48 | 2.81 | — | 0.68 | | |

TABLE 3 — THERMAL RESISTANCES R—BUILDING AND INSULATING MATERIALS (Contd)

(deg F per Btu) / (hr) (sq ft)

| MATERIAL | DESCRIPTION | THICK- NESS (in.) | DENSITY (lb per cu ft) | WEIGHT (lb per sq ft) | RESISTANCE R | |
|--|---|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| | | | | | Per Inch Thickness 1 | Per Listed Thickness k |
| INSULATING MATERIALS | | | | | | |
| BLANKET AND BATT | Carbon Fiber | | 2.5 - 2.2 | — | — | 3.45 |
| | Mineral Wool, Fibrous Form Processed from Rock, Slag, or Glass | | 1.5 - 1.0 | — | — | 3.75 |
| BOARD AND SLABS | Wood Fiber Wood Fiber, Multi-layer Slitted Expanded | | 3.2 - 3.6 1.5 - 2.0 | — | — | 4.00 4.00 |
| | — Glass Fiber | | 9.5 | — | — | 4.00 |
| | Wood or Core Fiber Acoustical Tile | 1/2 | 22.4 | .93 | — | 1.19 |
| | Acoustical Tile | 3/4 | 22.4 | 1.4 | — | 1.78 |
| | Interior Plank (Tile, Lath, Plank) | 1/2 | 15.0 | — | — | 2.86 |
| | Interior Plank (Tile, Lath, Plank) | 3/4 | 15.0 | 0.62 | — | 1.45 |
| | Roof Deck Slab Sheathing (Impreg or Coated) | 1/2 | 20.0 | — | — | 2.63 |
| | Sheathing (Impreg or Coated) | 3/4 | 20.0 | 0.83 | — | 1.32 |
| | Sheathing (Impreg or Coated) | 1 1/4 | 20.0 | 1.31 | — | 2.04 |
| | Cellular Glass Cork Board (With or Without Underl) | | 9.0 8.5 - 9.0 | — | — | 2.50 3.70 |
| Mag Board (With Asphalt Underl) | | 8.5 | — | — | 3.00 | |
| Plastic (Foamed) | | 1.82 | — | — | 3.45 | |
| Wood Shredded (Cemented in Performed Slab) | | 22.0 | — | — | 1.82 | |
| LOOSE FILL | Mineral Wool or Fiber Products | | 2.5 - 3.5 | — | — | 3.37 |
| | Wood Fiber, Redwood, Hemlock, or Fir | | 2.0 - 3.5 | — | — | 3.33 |
| | Mineral Wool (Glass, Slag, or Rock) | | 3.0 - 3.0 | — | — | 3.33 |
| | Sawdust or Shavings | | 8.0 - 15.0 | — | — | 2.22 |
| | Vermiculite (Expanded) | | 7.0 | — | — | 2.08 |
| ROOF INSULATION | All Types Preferred for use above deck | | | | | |
| | Approximately | 1/2 | 15.0 | 7 | — | 1.78 |
| | Approximately | 1 | 15.0 | 1.2 | — | 2.78 |
| | Approximately | 1 1/2 | 15.0 | 2.6 | — | 4.17 |
| | Approximately | 2 | 15.0 | 2.6 | — | 3.75 |
| | Approximately | 2 1/2 | 15.0 | 3.9 | — | 6.67 |
| Approximately | 3 | 15.0 | 3.9 | — | 8.33 | |
| AIR | | | | | | |
| AIR SPACES | POSITION | | | | | |
| | HEAT FLOW | | | | | |
| | Horizontal | Up (Winter) | 1/2 - 4 | — | — | 2.85 |
| | Horizontal | Up (Summer) | 1/2 - 4 | — | — | 0.76 |
| | Horizontal | Down (Winter) | 1/2 | — | — | 1.02 |
| | Horizontal | Down (Winter) | 1 1/2 | — | — | 1.15 |
| | Horizontal | Down (Winter) | 4 | — | — | 1.25 |
| | Horizontal | Down (Winter) | 8 | — | — | 1.25 |
| | Horizontal | Down (Summer) | 1/2 | — | — | 0.85 |
| | Horizontal | Down (Summer) | 1 1/2 | — | — | 0.93 |
| | Horizontal | Down (Summer) | 4 | — | — | 0.99 |
| | Horizontal | Down (Summer) | 1/2 - 4 | — | — | 0.80 |
| | Sloping 45° | Up (Winter) | 1/2 - 4 | — | — | 0.89 |
| Sloping 45° | Down (Summer) | 1/2 - 4 | — | — | 0.89 | |
| Vertical | Heats (Winter) | 1/2 - 4 | — | — | 0.87 | |
| Vertical | Heats (Summer) | 1/2 - 4 | — | — | 0.85 | |
| AIR FILM | POSITION | | | | | |
| | HEAT FLOW | | | | | |
| Still Air | Horizontal | Up | — | — | — | 0.61 |
| | Sloping 45° | Up | — | — | — | 0.62 |
| | Vertical | Horizontal | — | — | — | 0.68 |
| | Sloping 45° | Down | — | — | — | 0.78 |
| 15 Mph Wind | Horizontal | Down | — | — | — | 0.93 |
| | Any Position (For Winter) | Any Direction | — | — | — | 0.17 |
| 7 1/2 Mph Wind | Any Position (For Summer) | Any Direction | — | — | — | 0.22 |

TABLE 3 - TRANSMISSION COEFFICIENT U—MASONRY WALLS—

FOR SUMMER AND WINTER

Btu. (hr) (sq ft) (deg F temp diff)

All numbers in parentheses indicate weight per sq ft. Total weight per sq ft is sum of wall and finishes.

| EXTERIOR FINISH | THICK- NESS (inches) and WEIGHT (lb per sq ft) | INTERIOR FINISH | | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------------|--------------------------------|--------------|--|--------------|--|--------------|--|--------------|------------|------------|------------|
| | | Name | % Gypsum Board ¹ | | % Metal Lath Plastered on Furring | | % Gypsum or Wired Lath Plastered on Furring | | Insulating Board Plaster or Plastered on Furring | | | | |
| | | | Sand Eqv (2) | Lt Wt (3) | Sand Eqv (2) | Lt Wt (3) | Sand Eqv (2) | Lt Wt (3) | Board 2 | Board (4) | | | |
| | | | | | | | | | | | Plaster(1) | Plaster(1) | Plaster(2) |
| SOLID BRICK  | Face & Common | 8 (127) | .48 | .41 | .45 | .41 | .31 | .28 | .39 | .37 | .22 | .14 | |
| | | 12 (173) | .35 | .31 | .33 | .30 | .25 | .23 | .23 | .22 | .19 | .14 | |
| | | 16 (173) | .27 | .25 | .26 | .25 | .21 | .19 | .20 | .19 | .16 | .13 | |
| Common Only  | | 8 (80) | .41 | .36 | .36 | .35 | .28 | .26 | .26 | .25 | .21 | .15 | |
| | | 12 (120) | .31 | .28 | .30 | .29 | .23 | .22 | .22 | .21 | .18 | .14 | |
| | | 16 (143) | .23 | .23 | .24 | .23 | .19 | .18 | .18 | .18 | .16 | .12 | |
| STONE  | | 8 (100) | .47 | .35 | .43 | .33 | .39 | .34 | .35 | .37 | .24 | .18 | |
| | | 12 (150) | .35 | .27 | .37 | .26 | .34 | .31 | .31 | .30 | .24 | .17 | |
| | | 16 (200) | .27 | .21 | .31 | .20 | .28 | .28 | .28 | .27 | .22 | .16 | |
| | | 24 (300) | .36 | .32 | .35 | .32 | .26 | .24 | .24 | .23 | .19 | .15 | |
| ADDS-BLOCKS OR BRICK | | 8 (26) | .34 | .32 | .32 | .30 | .23 | .23 | .23 | .22 | .18 | .12 | |
| | | 12 (40) | .25 | .23 | .24 | .23 | .20 | .18 | .18 | .18 | .15 | .11 | |
| POURED CONCRETE  | 140 lb cu ft | 8 (70) | .75 | .53 | .49 | .38 | .41 | .36 | .37 | .34 | .27 | .18 | |
| | | | 8 (93) | .67 | .49 | .61 | .33 | .39 | .34 | .35 | .32 | .26 | .17 |
| | | | 10 (171) | .61 | .44 | .57 | .49 | .24 | .27 | .33 | .31 | .25 | .17 |
| | 80 lb cu ft | 12 (140) | .55 | .40 | .52 | .45 | .34 | .31 | .31 | .30 | .24 | .19 | |
| | | | 8 (40) | .31 | .28 | .30 | .27 | .23 | .21 | .22 | .21 | .18 | .14 |
| | | | 8 (53) | .25 | .22 | .24 | .23 | .19 | .18 | .18 | .18 | .15 | .12 |
| 30 lb cu ft | 10 (66) | .21 | .19 | .20 | .19 | .17 | .16 | .15 | .14 | .14 | .12 | .10 | |
| | | 12 (80) | .18 | .17 | .17 | .15 | .13 | .14 | .14 | .14 | .12 | .10 | |
| | | 8 (73) | .13 | .12 | .12 | .11 | .10 | .11 | .11 | .11 | .10 | .09 | |
| HOLLOW CONCRETE BLOCKS  | -Sand & Gravel Agg | 8 (43) | .32 | .44 | .48 | .43 | .33 | .29 | .30 | .28 | .23 | .17 | |
| | | | 12 (63) | .47 | .41 | .43 | .40 | .31 | .28 | .28 | .27 | .22 | .15 |
| | -Cinder Agg | 8 (37) | .39 | .35 | .37 | .34 | .27 | .25 | .25 | .24 | .24 | .20 | .15 |
| | | | 12 (57) | .36 | .33 | .35 | .32 | .26 | .24 | .23 | .23 | .19 | .15 |
| | | | 8 (32) | .35 | .32 | .34 | .31 | .26 | .23 | .24 | .22 | .19 | .15 |
| | | | 12 (43) | .32 | .29 | .31 | .28 | .24 | .22 | .22 | .21 | .18 | .14 |
| STUCCO ON HOLLOW CLAY TILE | | 8 (39) | .38 | .32 | .34 | .32 | .26 | .24 | .24 | .23 | .19 | .15 | |
| | | 12 (44) | .33 | .29 | .31 | .28 | .23 | .23 | .22 | .21 | .18 | .14 | |
| | | 12 (43) | .29 | .27 | .28 | .26 | .22 | .20 | .21 | .20 | .17 | .13 | |

TABLE 5 —EQUIVALENT TEMPERATURE DIFFERENCE (DEG F)

FOR DARK COLORED, SUNLIT AND SHADED WALLS*

Based on Dark Colored Walls; 95 F db Outdoor Design Temp; Constant 80 F db Room Temp;
20 deg F Daily Range, 24-hour Operation; July and 40° N. Lat.†

| EXPOSURE | WEIGHT OF WALL: (lb/Fsq Ft) | SUN TIME | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-----------------------------|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A.M. | | | | | | | | | | | | P.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Northeast | 20 | 5 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| | 60 | 1 | -2 | -2 | 3 | 24 | 22 | 20 | 15 | 13 | 11 | 12 | 13 | 14 | 12 | 12 | 11 | 10 | 8 | 6 | 4 | 2 | 1 | 0 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| | 100 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 10 | 16 | 18 | 15 | 14 | 12 | 10 | 11 | 12 | 12 | 12 | 11 | 12 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 3 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| 140 | 8 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 10 | 16 | 16 | 14 | 14 | 14 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 9 | 8 | 7 | 7 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| East | 20 | 3 | 17 | 30 | 33 | 36 | 35 | 32 | 23 | 17 | 13 | 14 | 14 | 14 | 12 | 10 | 6 | 6 | 4 | 2 | 0 | -1 | -2 | -3 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| | 60 | 1 | -1 | 0 | 21 | 33 | 31 | 31 | 19 | 14 | 13 | 12 | 13 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 8 | 5 | 4 | 3 | 1 | 0 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| | 100 | 5 | 5 | 6 | 6 | 14 | 20 | 24 | 25 | 24 | 20 | 18 | 16 | 14 | 14 | 12 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 4 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| 140 | 11 | 10 | 10 | 9 | 8 | 9 | 10 | 15 | 18 | 19 | 18 | 17 | 16 | 14 | 12 | 13 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 13 | 13 | 12 | 12 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| Southeast | 20 | 10 | 6 | 13 | 19 | 26 | 27 | 28 | 26 | 24 | 19 | 18 | 15 | 14 | 12 | 10 | 8 | 6 | 4 | 2 | 0 | -1 | -2 | -2 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| | 60 | 1 | 1 | 0 | 13 | 20 | 24 | 28 | 26 | 25 | 21 | 18 | 13 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 8 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| | 100 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 11 | 16 | 17 | 18 | 19 | 18 | 16 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 4 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| 140 | 9 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 | 9 | 11 | 14 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 14 | 13 | 12 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| South | 20 | 1 | -2 | -4 | 1 | 4 | 12 | 22 | 27 | 30 | 28 | 26 | 20 | 16 | 12 | 10 | 7 | 6 | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | -1 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| | 60 | 1 | -3 | -4 | -3 | -2 | 7 | 12 | 20 | 24 | 25 | 26 | 23 | 20 | 15 | 12 | 10 | 8 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 0 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| | 100 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 8 | 12 | 15 | 16 | 18 | 18 | 15 | 14 | 11 | 10 | 9 | 8 | 8 | 7 | 6 | 5 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| 140 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 7 | 10 | 12 | 14 | 15 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 15 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| Southwest | 20 | -2 | -4 | -4 | -3 | 0 | 4 | 8 | 8 | 19 | 24 | 34 | 40 | 41 | 42 | 30 | 24 | 12 | 6 | 4 | 2 | 1 | 1 | 0 | -1 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| | 60 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 8 | 12 | 24 | 32 | 35 | 36 | 35 | 34 | 20 | 10 | 7 | 6 | 5 | 4 | 4 | 3 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| | 100 | 7 | 5 | 6 | 5 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 12 | 14 | 19 | 22 | 23 | 24 | 23 | 22 | 13 | 10 | 10 | 9 | 8 | 7 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| 140 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 | 8 | 6 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 15 | 18 | 19 | 20 | 13 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| West | 20 | -2 | -3 | -4 | -2 | 0 | 3 | 6 | 14 | 20 | 32 | 40 | 45 | 48 | 34 | 22 | 14 | 8 | 5 | 2 | 1 | 0 | 0 | -1 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| | 60 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 7 | 10 | 19 | 26 | 34 | 40 | 41 | 36 | 28 | 16 | 10 | 6 | 6 | 4 | 3 | 2 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| | 100 | 7 | 7 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 17 | 20 | 23 | 28 | 27 | 26 | 19 | 14 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 |
| 140 | 11 | 11 | 10 | 9 | 8 | 8 | 8 | 9 | 10 | 10 | 10 | 11 | 12 | 14 | 18 | 21 | 22 | 23 | 22 | 20 | 18 | 16 | 15 | 13 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| Northwest | 20 | -3 | -4 | -4 | -3 | 0 | 3 | 6 | 10 | 12 | 19 | 24 | 33 | 40 | 37 | 34 | 18 | 6 | 4 | 2 | 0 | -1 | -1 | -2 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| | 60 | 2 | -3 | -4 | -3 | -2 | 0 | 2 | 6 | 8 | 10 | 12 | 21 | 37 | 31 | 25 | 21 | 12 | 8 | 6 | 4 | 3 | 1 | 0 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| | 100 | 3 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 6 | 8 | 9 | 12 | 17 | 20 | 21 | 22 | 16 | 8 | 7 | 5 | 5 | 4 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| 140 | 8 | 7 | 6 | 6 | 6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 6 | 8 | 9 | 12 | 17 | 20 | 21 | 22 | 16 | 8 | 7 | 5 | 5 | 4 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | | |
| North (Shaded) | 20 | -3 | -3 | -4 | -3 | -2 | 1 | 4 | 8 | 10 | 12 | 14 | 13 | 12 | 10 | 8 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -2 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| | 60 | 3 | -2 | -4 | -3 | -2 | 1 | 0 | 3 | 5 | 8 | 10 | 11 | 12 | 12 | 10 | 8 | 4 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| | 100 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 4 | 5 | 5 | 8 | 7 | 6 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | |
| 140 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 6 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 | 7 | 13 | 22 | 23 | 14 | 19 | 24 | 13 | 12 | 13 | 14 | 14 | 12 | 10 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | | |
| | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | A.M. | | | | | | | | | | | | P.M. | | | | | | | | | | | | A.M. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | SUN TIME | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

TABLE 6 - EQUIVALENT TEMPERATURE DIFFERENCE (DEG F)

FOR DARK COLORED, SUNLIT AND SHADED ROOFS*

Based on 95 F db Outdoor Design Temp; Constant 80 F db Room Temp; 20 deg F Daily Range;
24-hour Operation July and 40° N. Lat. 1

| CONDI- TION | WEIGHT OF ROOF (lb/144 ft ²) | SUN TIME | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | AM | | | | | | | | | | | | PM | | | | | | | | | | | |
| | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Exposed | 10 | 4 | -4 | -7 | -5 | -1 | 7 | 5 | 24 | 32 | 38 | 42 | 46 | 43 | 41 | 35 | 28 | 22 | 16 | 10 | 7 | 3 | 1 | -1 | -3 |
| | 20 | 0 | -1 | -2 | -1 | 2 | 9 | 16 | 23 | 30 | 36 | 41 | 43 | 42 | 40 | 35 | 30 | 35 | 30 | 15 | -7 | 8 | 8 | 4 | 2 |
| | 40 | 4 | 3 | 2 | 3 | 8 | 10 | 18 | 22 | 28 | 33 | 38 | 40 | 41 | 38 | 35 | 28 | 24 | 20 | 12 | -5 | 11 | 5 | 6 | 6 |
| Sun | 0 | 8 | 8 | 7 | 8 | 11 | 16 | 22 | 27 | 31 | 35 | 38 | 39 | 36 | 34 | 31 | 28 | 24 | 20 | 12 | 3 | 18 | 16 | 13 | 11 |
| | 10 | 13 | 17 | 11 | 12 | 13 | 16 | 22 | 25 | 28 | 32 | 35 | 37 | 37 | 35 | 34 | 34 | 32 | 30 | 27 | 23 | 25 | 18 | 14 | |
| | 20 | 18 | 21 | 14 | 15 | 16 | 19 | 25 | 28 | 31 | 34 | 36 | 37 | 37 | 35 | 34 | 34 | 32 | 30 | 27 | 23 | 25 | 18 | 14 | |
| Covered | 10 | 3 | -2 | 0 | 2 | 4 | 10 | 16 | 22 | 25 | 18 | 16 | 14 | 12 | 12 | 6 | 1 | 1 | 1 | -1 | -2 | -1 | -4 | -5 | |
| | 20 | 3 | -2 | -1 | 1 | 2 | 5 | 10 | 13 | 15 | 13 | 13 | 14 | 12 | 10 | 7 | 3 | 3 | 1 | -1 | -1 | -3 | -2 | -5 | |
| | 40 | 1 | -2 | -2 | -2 | 2 | 3 | 7 | 10 | 12 | 13 | 14 | 13 | 14 | 12 | 10 | 8 | 6 | 4 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | |
| Water | 10 | 1 | -2 | -2 | -2 | 2 | 3 | 7 | 10 | 12 | 13 | 14 | 13 | 14 | 12 | 10 | 8 | 6 | 4 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | |
| | 20 | 1 | -2 | -2 | -2 | 2 | 3 | 7 | 10 | 12 | 13 | 14 | 13 | 14 | 12 | 10 | 8 | 6 | 4 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | |
| | 40 | 1 | -2 | -2 | -2 | 2 | 3 | 7 | 10 | 12 | 13 | 14 | 13 | 14 | 12 | 10 | 8 | 6 | 4 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | |
| Sprayed | 10 | -4 | -2 | 0 | 2 | 6 | 8 | 12 | 13 | 18 | 17 | 16 | 13 | 14 | 12 | 10 | 6 | 2 | 1 | 0 | -1 | -2 | -2 | -3 | |
| | 20 | -2 | 2 | -1 | -1 | 0 | 2 | 3 | 9 | 13 | 14 | 14 | 14 | 14 | 13 | 12 | 9 | 7 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | -1 | |
| | 40 | -1 | -2 | -3 | -2 | 0 | 2 | 3 | 8 | 10 | 12 | 13 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 8 | 6 | 4 | 2 | 1 | 0 | -1 | |
| Shaded | 10 | -5 | -4 | -3 | -2 | 0 | 2 | 6 | 9 | 12 | 12 | 14 | 13 | 12 | 10 | 8 | 3 | 2 | 1 | 0 | -1 | -3 | -5 | -5 | |
| | 20 | -5 | -4 | -3 | -2 | 0 | 2 | 3 | 8 | 10 | 12 | 13 | 12 | 11 | 10 | 8 | 6 | 4 | 3 | 0 | -1 | -3 | -4 | -5 | |
| | 40 | -3 | -3 | -2 | -2 | -1 | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 9 | 10 | 10 | 10 | 9 | 8 | 6 | 4 | 2 | 1 | 0 | -1 | -2 | |
| | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | AM | | | | | | | | | | | | PM | | | | | | | | | | | |
| | | SUN TIME | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

TABLE 7 - CORRECTIONS TO EQUIVALENT TEMPERATURES (DEG F)

| OUTDOOR DESIGN FOR MONTH AT 3 P.M. MINUS ROOM TEMP (deg F) | DAILY RANGE (deg F) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 21 | 24 | 26 | 28 | 30 | 33 | 34 | 36 | 40 | |
| -30 | -39 | -40 | -41 | -42 | -43 | -44 | -45 | -46 | -47 | -48 | -49 | -50 | -51 | -52 | -53 | -54 | -55 |
| -20 | -29 | -30 | -31 | -32 | -33 | -34 | -35 | -36 | -37 | -38 | -39 | -40 | -41 | -42 | -43 | -44 | -45 |
| -10 | -19 | -20 | -21 | -22 | -23 | -24 | -25 | -26 | -27 | -28 | -29 | -30 | -31 | -32 | -33 | -34 | -35 |
| 0 | -9 | -10 | -11 | -12 | -13 | -14 | -15 | -16 | -17 | -18 | -19 | -20 | -21 | -22 | -23 | -24 | -25 |
| 5 | -4 | -5 | -6 | -7 | -8 | -9 | -10 | -11 | -12 | -13 | -14 | -15 | -16 | -17 | -18 | -19 | -20 |
| 10 | 1 | 0 | -1 | -2 | -3 | -4 | -5 | -6 | -7 | -8 | -9 | -10 | -11 | -12 | -13 | -14 | -15 |
| 15 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | -1 | -2 | -3 | -4 | -5 | -6 | -7 | -8 | -9 | -10 |
| 20 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | -1 | -2 | -3 | -4 | -5 |
| 25 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 30 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 |
| 35 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 |
| 40 | 31 | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 |

TABLE 8—PEAK SOLAR HEAT GAIN THRU ORDINARY GLASS*
 Btu/(hr)(sq ft)

| NORTH LAT. | MONTH | EXPOSURE NORTH LATITUDE | | | | | | | | MONTH | SOUTH LAT. | |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----|-------------------|-----|--------------|-----|--------------|-----|------------|--------------|--------|
| | | N† | NE | E | SE | S | SW | W | NW | | | Horiz. |
| 0° | June | 49 | 156 | 147 | 42 | 14 | 42 | 147 | 156 | 256 | Dec | 0° |
| | July & May | 48 | 153 | 152 | 32 | 14 | 32 | 152 | 153 | 253 | Nov & Jan | |
| | Aug & April | 35 | 141 | 163 | 79 | 14 | 79 | 163 | 141 | 241 | Oct & Feb | |
| | Sept & March | 10 | 118 | 167 | 118 | 14 | 118 | 167 | 118 | 255 | Sept & March | |
| | Oct & Feb | 10 | 79 | 163 | 141 | 34 | 41 | 163 | 79 | 243 | Aug & April | |
| | Nov & Jan | 15 | 32 | 152 | 153 | 67 | 73 | 152 | 32 | 233 | July & May | |
| Dec | 10 | 42 | 147 | 159 | 42 | 76 | 147 | 42 | 226 | June | | |
| 10° | June | 42 | 153 | 153 | 35 | 14 | 35 | 153 | 153 | 243 | Dec | 10° |
| | July & May | 30 | 144 | 158 | 56 | 14 | 56 | 158 | 144 | 247 | Nov & Jan | |
| | Aug & April | 13 | 130 | 163 | 94 | 14 | 94 | 163 | 130 | 230 | Oct & Feb | |
| | Sept & March | 10 | 123 | 164 | 137 | 28 | 137 | 164 | 103 | 247 | Sept & March | |
| | Oct & Feb | 10 | 86 | 155 | 149 | 73 | 149 | 155 | 86 | 230 | Aug & April | |
| | Nov & Jan | 9 | 37 | 143 | 141 | 106 | 101 | 143 | 37 | 210 | July & May | |
| Dec | 9 | 28 | 137 | 163 | 125 | 163 | 137 | 28 | 202 | June | | |
| 20° | June | 26 | 154 | 160 | 73 | 14 | 73 | 160 | 154 | 250 | Dec | 20° |
| | July & May | 19 | 138 | 163 | 85 | 14 | 85 | 163 | 138 | 251 | Nov & Jan | |
| | Aug & April | 11 | 118 | 163 | 113 | 26 | 113 | 163 | 118 | 247 | Oct & Feb | |
| | Sept & March | 10 | 87 | 163 | 140 | 55 | 140 | 163 | 87 | 225 | Sept & March | |
| | Oct & Feb | 9 | 52 | 147 | 163 | 111 | 160 | 147 | 52 | 228 | Aug & April | |
| | Nov & Jan | 8 | 26 | 128 | 154 | 141 | 144 | 128 | 26 | 180 | July & May | |
| Dec | 8 | 18 | 121 | 167 | 149 | 167 | 121 | 18 | 170 | June | | |
| 30° | June | 32 | 139 | 141 | 80 | 21 | 80 | 141 | 139 | 240 | Dec | 30° |
| | July & May | 18 | 131 | 164 | 70 | 21 | 70 | 164 | 131 | 246 | Nov & Jan | |
| | Aug & April | 11 | 108 | 165 | 129 | 63 | 129 | 165 | 108 | 235 | Oct & Feb | |
| | Sept & March | 9 | 90 | 158 | 152 | 103 | 152 | 158 | 90 | 212 | Sept & March | |
| | Oct & Feb | 8 | 39 | 135 | 163 | 143 | 162 | 135 | 39 | 179 | Aug & April | |
| | Nov & Jan | 7 | 16 | 116 | 163 | 139 | 162 | 116 | 16 | 145 | July & May | |
| Dec | 6 | 12 | 105 | 162 | 163 | 162 | 105 | 12 | 131 | June | | |
| 40° | June | 17 | 133 | 162 | 111 | 24 | 111 | 162 | 133 | 237 | Dec | 40° |
| | July & May | 15 | 127 | 164 | 123 | 49 | 123 | 164 | 127 | 233 | Nov & Jan | |
| | Aug & April | 11 | 102 | 162 | 146 | 107 | 146 | 162 | 102 | 214 | Oct & Feb | |
| | Sept & March | 9 | 58 | 149 | 162 | 140 | 162 | 149 | 58 | 183 | Sept & March | |
| | Oct & Feb | 7 | 33 | 122 | 163 | 162 | 163 | 122 | 33 | 129 | Aug & April | |
| | Nov & Jan | 5 | 10 | 86 | 148 | 185 | 148 | 86 | 10 | 85 | July & May | |
| Dec | 5 | 10 | 86 | 148 | 185 | 148 | 86 | 10 | 85 | June | | |
| 50° | June | 16 | 126 | 164 | 139 | 93 | 139 | 164 | 126 | 220 | Dec | 50° |
| | July & May | 14 | 117 | 163 | 143 | 104 | 143 | 163 | 117 | 211 | Nov & Jan | |
| | Aug & April | 11 | 94 | 158 | 157 | 138 | 157 | 158 | 94 | 185 | Oct & Feb | |
| | Sept & March | 13 | 8 | 118 | 153 | 158 | 163 | 118 | 8 | 148 | Sept & March | |
| | Oct & Feb | 3 | 29 | 103 | 157 | 167 | 157 | 103 | 29 | 94 | Aug & April | |
| | Nov & Jan | 3 | 7 | 47 | 127 | 153 | 127 | 47 | 7 | 53 | July & May | |
| Dec | 3 | 7 | 47 | 116 | 141 | 116 | 47 | 7 | 40 | June | | |
| | | 5 | 58 | 5 | NR | N | NW | W | SW | Horiz. | | |
| EXPOSURE SOUTH LATITUDE | | | | | | | | | | | | |
| Solar Gain Correction | Steel Sash or No Sash | Mass | | Altitude | | Dewpoint | | Dewpoint | | South Lat | | |
| | -1.83 or .17 | -15% (Max) | | -0.7% per 1000 ft | | Above 8°F | | Below 8°F | | Dec or Jan | | |
| | | | | | | -7% per 10°F | | -7% per 10°F | | -7% | | |

TABLE 9 - VENTILATION STANDARDS

| APPLICATION | SMOKING | CFM PER PERSON | | CFM PER SQ FT OF FLOOR Minimum* |
|------------------------------------|--------------|----------------|----------|---------------------------------------|
| | | Recommended | Maximum* | |
| Apartment Average | Some | 20 | 15 | — |
| Apartment De luxe | Some | 22 | 25 | 25 |
| Banking Space | Occasional | 12 | 7 1/2 | — |
| Barber Shops | Considerable | 15 | 10 | — |
| Beauty Parlors | Occasional | 15 | 7 1/2 | — |
| Breaker's Board Rooms | Very Heavy | 10 | 30 | — |
| Coastal Bars | Heavy | 10 | 22 | — |
| Concessions (Flammable no Exhaust) | — | — | — | 25 |
| Department Stores | None | 7 1/2 | 5 | 0.5 |
| Directory Rooms | Extreme | 30 | 30 | — |
| Drug Stores* | Considerable | 10 | 7 1/2 | — |
| Factories† | None | 10 | 7 1/2 | 10 |
| Five and Ten Cent Stores | None | 7 1/2 | 5 | — |
| Funeral Parlors | None | 10 | 7 1/2 | — |
| Garage‡ | — | — | — | 1.0 |
| Operating Rooms‡** | None | — | — | 2.5 |
| Hospital Private Rooms | None | 30 | 25 | 39 |
| Wards | None | 20 | 15 | — |
| Hotel Rooms | Heavy | 30 | 25 | .33 |
| Kitchen (Restaurant) | — | — | — | 4.0 |
| Residence | — | — | — | 2.5 |
| Laboratories† | Some | 20 | 15 | — |
| Meeting Rooms | Very Heavy | 30 | 30 | 1.25 |
| General | Some | 15 | 15 | — |
| Office Private | None | 25 | 15 | 21 |
| Public | Considerable | 30 | 25 | 25 |
| Restaurant, Cafeteria† | Considerable | 12 | 10 | — |
| Restaurant Dining Room† | Considerable | 15 | 12 | — |
| School Rooms‡ | None | — | — | — |
| Shop Retail | None | 10 | 7 1/2 | — |
| Theater‡ | None | 7 1/2 | 5 | — |
| Theater | Some | 15 | 10 | — |
| Telets (Exhaust) | — | — | — | 2.2 |

Table 10....Approximate Occupancy for Department Stores.

| Area. | Sq Ft por Person. |
|---|----------------------|
| Basement, Metropolitan Area..... | 15 |
| Basement, other with occasional peak..... | 20-10 |
| First Floor, Metropolitan Area..... | 20-25 |
| First Floor, Suburban..... | 25-50 |
| Upper Floors, Women's Wear..... | 50-75 |
| Upper Floors, House Furnishings..... | 100 or more |

**TABLE 11--OVER-ALL FACTORS FOR SOLAR HEAT GAIN THRU GLASS
WITH AND WITHOUT SHADING DEVICES***

Apply Factors to Table 15

Outdoor wind velocity, 5 mph — Angle of incidence, 30° — Shading devices fully covering window

| TYPE OF GLASS | GLASS FACTOR NO SHADE | INSIDE VENETIAN BLIND* 45° horizontal or vertical or ROLLER SHADE | | | OUTSIDE VENETIAN BLIND 45° horizontal | | OUTSIDE SHADING SCREEN† 15° horizontal | | OUTSIDE AWNING‡ 45° vertical & 15° | |
|--|--------------------------------|--|-----------------|---------------|---|--|---|---------------|--|--------------------------|
| | | Light Color | Medium Color | Dark Color | Light Color | Light on Outside Dark on Inside | Medium Color | Dark Color | Light Color | Med. or Dark Color |
| ORDINARY GLASS | 1.00 | .54 | .65 | .75 | .15 | .13 | .22 | .15 | .20 | .25 |
| REGULAR PLATE (1/8 inch) | .94 | .56 | .55 | .74 | .14 | .12 | .21 | .14 | .19 | .24 |
| HEAT ABSORBING GLASS†† | | | | | | | | | | |
| 40 to 48% Absorbing | .80 | .56 | .62 | .72 | .12 | .11 | .18 | .12 | .16 | .20 |
| 48 to 55% Absorbing | .73 | .53 | .59 | .62 | .11 | .10 | .16 | .11 | .15 | .18 |
| 56 to 70% Absorbing | .62 | .51 | .54 | .56 | .10 | .10 | .14 | .10 | .12 | .16 |
| DOUBLE PANE | | | | | | | | | | |
| Ordinary Glass | .90 | .54 | .61 | .67 | .14 | .12 | .20 | .14 | .18 | .22 |
| Regular Plate | .90 | .52 | .59 | .65 | .12 | .11 | .18 | .12 | .16 | .20 |
| 48 to 56% Absorbing outside; Ordinary Glass inside. | .52 | .56 | .39 | .41 | .10 | .10 | .11 | .10 | .10 | .13 |
| 48 to 56% Absorbing outside; Regular Plate inside. | .50 | .56 | .39 | .43 | .10 | .10 | .11 | .10 | .10 | .12 |
| TRIPLE PANE | | | | | | | | | | |
| Ordinary Glass | .83 | .48 | .56 | .64 | .12 | .11 | .18 | .12 | .16 | .20 |
| Regular Plate | .88 | .47 | .52 | .57 | .12 | .10 | .15 | .10 | .14 | .17 |
| PAINTED GLASS | | | | | | | | | | |
| Light Color | .28 | | | | | | | | | |
| Medium Color | .39 | | | | | | | | | |
| Dark Color | .50 | | | | | | | | | |
| STAINED GLASSES | | | | | | | | | | |
| Amber Color | .70 | | | | | | | | | |
| Dark Red | .58 | | | | | | | | | |
| Dark Blue | .60 | | | | | | | | | |
| Dark Green | .32 | | | | | | | | | |
| Grass Green | .46 | | | | | | | | | |
| Light Opalescent | .43 | | | | | | | | | |
| Dark Opalescent | .37 | | | | | | | | | |

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

TABLE 12—HEAT GAIN FROM PEOPLE

| DEGREE OF ACTIVITY | TYPICAL APPLICATION | Metabolic Rate (kcal/hr) | Average Rate (kcal/hr) | ROOM DRY-BULB TEMPERATURE | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | 63 F | | 65 F | | 68 F | | 70 F | | 72 F | | 75 F | |
| | | | | St. hr | Latent | St. hr | Latent | St. hr | Latent | St. hr | Latent | St. hr | Latent | St. hr | Latent |
| Seated at rest | Theater, Grade School | 395 | 325 | 175 | 175 | 195 | 155 | 210 | 140 | 230 | 120 | 245 | 80 | | |
| Seated, very light work | High School | 450 | 400 | 180 | 220 | 195 | 205 | 215 | 185 | 240 | 160 | 275 | 125 | | |
| Office worker | Offices, Hotels, Apts., Colleges | 475 | 450 | 180 | 270 | 200 | 230 | 215 | 235 | 245 | 205 | 285 | 165 | | |
| Standing, walking slowly | Dept., Retail, or Variety Store | 530 | 500 | 200 | 300 | 220 | 300 | 230 | 280 | 255 | 245 | 290 | 210 | | |
| Walking, seated | Drug Store | 520 | 500 | 200 | 300 | 220 | 300 | 230 | 280 | 255 | 245 | 290 | 210 | | |
| Standing, walking slowly | Bank | 550 | 500 | 200 | 300 | 220 | 300 | 230 | 280 | 255 | 245 | 290 | 210 | | |
| Sedentary work | Restaurant | 500 | 550 | 190 | 350 | 220 | 330 | 240 | 310 | 280 | 270 | 320 | 230 | | |
| Light bench work | Factory, light work | 800 | 750 | 190 | 590 | 220 | 530 | 245 | 505 | 295 | 435 | 365 | 335 | | |
| Moderate dancing | Dance Hall | 900 | 850 | 250 | 650 | 245 | 605 | 275 | 575 | 325 | 525 | 420 | 455 | | |
| Walking, 3 mph | Factory, fairly heavy work | 1000 | 1050 | 270 | 730 | 300 | 700 | 330 | 670 | 380 | 630 | 440 | 540 | | |
| Heavy work | Sewing, Heavy Factory | 1200 | 1450 | 450 | 1000 | 485 | 985 | 485 | 985 | 525 | 925 | 605 | 845 | | |

Table 13.... Approximate Lighting Loads for Department Stores.

| Area | Watts Per Sq. Ft. |
|--------------------------------------|-------------------|
| Basement..... | 3-5 |
| First Floor..... | 4-7 |
| Upper Floors, Women's Wear..... | 3-5 |
| Upper Floors, House Furnishings..... | 2-3 |

TABLE 14 - HEAT GAIN FROM LIGHTS

| TYPE | HEAT GAIN* Btu/hr |
|--------------|--------------------------|
| Fluorescent | Total Light W.atts x 3.4 |
| Incandescent | Total Light W.atts x 3.4 |

TABLE 15 - HEAT GAIN FROM ELECTRIC MOTORS
CONTINUOUS OPERATION*

| NAMEPLATE OR BRAKE HORSEPOWER | FULL LOAD MOTOR EFFICIENCY PERCENT | LOCATION OF EQUIPMENT WITH RESPECT TO CONDITIONED SPACE OR AIR STREAM† | | |
|--|---|---|----------------------------------|----------------------------------|
| | | Motor In - Driven Machine in | Motor Out - Driven Machine in | Motor In - Driven Machine out |
| | | HP x 2545 % Eff | HP x 2545 | HP x 2545 (1) % Eff |
| | | Btu per Hour | | |
| 1/30 | 40 | 320 | 130 | 190 |
| 1/15 | 49 | 430 | 310 | 220 |
| 1/8 | 55 | 580 | 420 | 280 |
| 1/6 | 60 | 710 | 430 | 280 |
| 1/4 | 64 | 1,000 | 640 | 360 |
| 1/2 | 66 | 1,290 | 890 | 440 |
| 3/4 | 70 | 1,670 | 1,280 | 540 |
| 1 | 73 | 2,040 | 1,530 | 730 |
| 1 1/4 | 78 | 2,420 | 1,840 | 820 |
| 2 | 80 | 2,770 | 2,070 | 920 |
| 3 | 81 | 3,140 | 2,310 | 1,030 |
| 4 | 82 | 3,500 | 2,550 | 1,140 |
| 7 1/2 | 83 | 4,200 | 3,100 | 1,340 |
| 10 | 83 | 5,000 | 3,500 | 1,500 |
| 15 | 85 | 6,300 | 4,500 | 1,800 |
| 20 | 87 | 7,600 | 5,200 | 2,200 |
| 30 | 89 | 9,900 | 6,800 | 2,800 |
| 40 | 89 | 13,000 | 9,400 | 3,600 |
| 50 | 89 | 16,000 | 11,500 | 4,500 |
| 75 | 90 | 21,000 | 15,000 | 6,000 |
| 100 | 90 | 28,000 | 20,000 | 8,000 |
| 125 | 90 | 33,000 | 23,000 | 9,000 |
| 150 | 91 | 40,000 | 28,000 | 11,000 |
| 200 | 91 | 54,000 | 38,000 | 15,000 |
| 250 | 91 | 70,000 | 50,000 | 19,000 |

TABLE 16 - TYPICAL BYPASS FACTORS
(For Various Applications)

| COEL BYPASS FACTOR | TYPE OF APPLICATION | EXAMPLE |
|--------------------|--|---------------------------------------|
| 0.70 to 0.70 | A small total load or a load that is somewhat larger with a low sensible heat factor (high latent loads) | Residence |
| 0.20 to 0.30 | Typical comfort application with a relatively small total load or a low sensible heat factor with a somewhat larger load | Residence, Small Retail Shop, Factory |
| 0.10 to 0.20 | Typical comfort application | Dept. Store, Bank, Factory |
| 0.05 to 0.10 | Applications with high internal sensible loads or requiring a large amount of outdoor air for ventilation | Dept. Store, Restaurant, Factory |
| 0 to 0.10 | All outdoor air applications | Hospital Operating Room, Factory |

TABLA 18 FACTORES DE SUCIEDAD
Temperatura del agua 2 a 82 °C
Temperatura del medio -18 a 115 °C

| SISTEMA O MANANTIAL | FACTORES DE SUCIEDAD * |
|---|------------------------|
| Sistemas cerrados de agua recirculada | |
| Agua entrada | |
| Enfriador de agua | 0.0005 |
| Serpentinas ** | - |
| Agua caliente | |
| Intercambidores de calor vapor-agua | 0.001 |
| Serpentinas ** | - |
| Sistemas abiertos de agua recirculada | |
| Lavadores de aire | |
| Agua tratada y limpia | 0.0005-0.001 |
| Agua limpia y no tratada | 0.001 - 0.002 |
| Acete, polvo, etc. en el agua tratada | 0.001 - 0.0025 |
| Torres de enfriamiento | |
| Agua tratada | 0.0005 |
| Agua no tratada | 0.0005-0.001 |
| A-2-a parcialmente tratada | |
| Pequeños sistemas, 15 000-225 000 l/h) | |
| Alcalinidad, 0-125 mg/l agua de depósito *** | 0.001 - 0.0015 |
| 125-200 " " " " *** | 0.001 - 0.002 |
| 200-300 " " " " *** | 0.002 - 0.003 |
| Sistemas de condensador sin recirculación | |
| Agua de mar | 0.0005-0.002 |
| Agua caliente | 0.0005-0.0008 |
| Agua de los grandes lagos | 0.001 - 0.002 |
| Agua de río | 0.001 - 0.003 |
| Agua fangosa o arenosa | 0.002 - 0.003 |
| Agua superficial o de pozos, empleando polifosfatos | |
| Alcalinidad, 0-150 mg/l | 0.001 - 0.0015 |
| 150-200 " " | 0.001 - 0.002 |
| 200-450 " " | 0.002 - 0.003 |

79 - 72 F DB

TABLE 17-APPARATUS DEWPOINTS (Continued)

| ROOM CONDITIONS | | | EFFECTIVE SENSIBLE HEAT FACTOR | | | | | | | | |
|-----------------|------|---------|--------------------------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|
| DB | WB | W | APPARATUS DEWPOINT | | | | | | | | |
| (°F) | (%) | (gr/lb) | | | | | | | | | |
| 38 | 61.0 | 81.8 | BSHP | 1.00 | 96 | 91 | 89 | 83 | 82 | 78 | 73 |
| | | | ADP | 148.9 | 48 | 48 | 43 | 41 | 37 | 32 | 28 |
| | | | ADP | 52.7 | 52 | 52 | 48 | 46 | 43 | 41 | 36 |
| 43 | 64.3 | 66.7 | BSHP | 1.00 | 91 | 83 | 78 | 73 | 70 | 67 | 68 |
| | | | ADP | 53.9 | 54 | 52 | 50 | 48 | 46 | 44 | 39 |
| | | | ADP | 1.00 | 89 | 80 | 78 | 71 | 68 | 66 | 63 |
| 50 | 65.9 | 74.7 | BSHP | 1.00 | 85 | 75 | 63 | 51 | 40 | 47 | 33 |
| | | | ADP | 61.4 | 61 | 59 | 57 | 53 | 51 | 47 | 41 |
| | | | ADP | 1.00 | 90 | 82 | 74 | 69 | 66 | 63 | 58 |
| 53 | 67.4 | 81.9 | BSHP | 1.00 | 70 | 76 | 69 | 61 | 57 | 53 | 54 |
| | | | ADP | 63.9 | 63 | 61 | 59 | 57 | 53 | 51 | 47 |
| | | | ADP | 1.00 | 84 | 71 | 64 | 59 | 56 | 54 | 51 |
| 65 | 70.3 | 97.0 | BSHP | 1.00 | 84 | 71 | 64 | 59 | 56 | 54 | 51 |
| | | | ADP | 66.3 | 63 | 62 | 61 | 59 | 57 | 55 | 51 |
| | | | ADP | 1.00 | 81 | 71 | 65 | 58 | 54 | 52 | 48 |
| 70 | 71.6 | 104.8 | BSHP | 1.00 | 81 | 71 | 65 | 58 | 54 | 52 | 48 |
| | | | ADP | 65.7 | 67 | 65 | 63 | 61 | 59 | 57 | 53 |

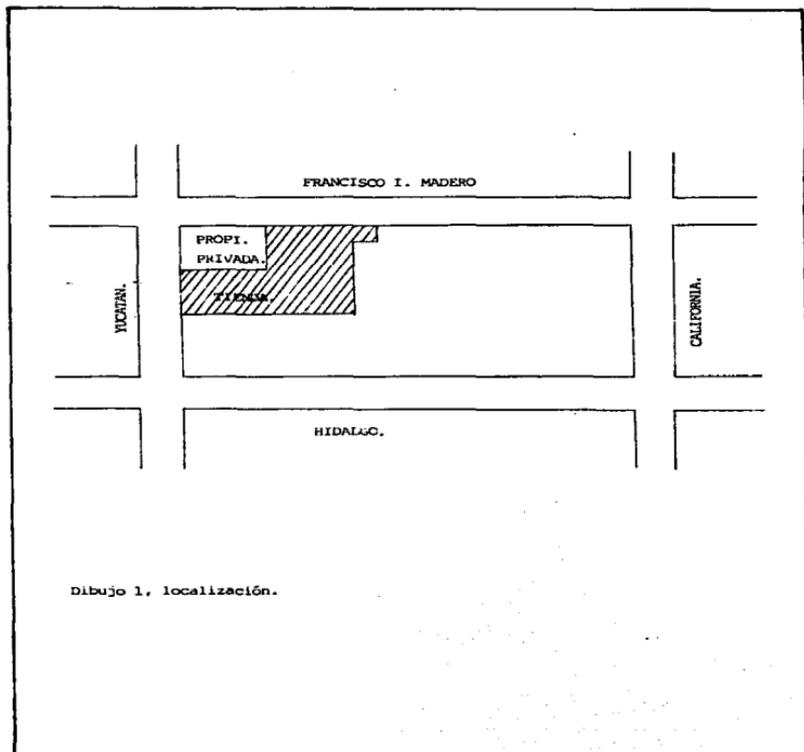
| | | | | | | | | | | | |
|----|------|-------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|
| 33 | 60.3 | 50.0 | BSHP | 1.00 | 96 | 91 | 87 | 83 | 79 | 77 | 73 |
| | | | ADP | 48.2 | 47 | 45 | 43 | 41 | 37 | 31 | 22 |
| | | | ADP | 1.00 | 90 | 87 | 82 | 79 | 77 | 73 | 71 |
| 40 | 61.9 | 57.3 | BSHP | 1.00 | 90 | 87 | 82 | 79 | 77 | 73 | 71 |
| | | | ADP | 51.7 | 50 | 48 | 46 | 44 | 42 | 38 | 34 |
| | | | ADP | 1.00 | 93 | 86 | 81 | 76 | 74 | 70 | 68 |
| 43 | 63.5 | 64.4 | BSHP | 1.00 | 94 | 83 | 76 | 73 | 70 | 67 | 64 |
| | | | ADP | 53.0 | 54 | 52 | 50 | 48 | 46 | 42 | 39 |
| | | | ADP | 1.00 | 94 | 83 | 76 | 73 | 70 | 67 | 64 |
| 50 | 65.0 | 71.9 | BSHP | 1.00 | 90 | 82 | 73 | 70 | 67 | 64 | 62 |
| | | | ADP | 59.9 | 59 | 55 | 53 | 51 | 49 | 47 | 42 |
| | | | ADP | 1.00 | 90 | 82 | 73 | 70 | 67 | 64 | 60 |
| 53 | 66.9 | 79.2 | BSHP | 1.00 | 90 | 82 | 73 | 69 | 64 | 60 | 57 |
| | | | ADP | 60.5 | 60 | 58 | 56 | 54 | 51 | 48 | 44 |
| | | | ADP | 63.0 | 62 | 61 | 60 | 58 | 56 | 53 | 49 |
| 65 | 69.3 | 93.8 | BSHP | 1.00 | 85 | 77 | 71 | 67 | 62 | 58 | 54 |
| | | | ADP | 65.2 | 64 | 63 | 62 | 61 | 59 | 57 | 53 |
| | | | ADP | 1.00 | 71 | 66 | 62 | 59 | 55 | 52 | 48 |
| 70 | 70.6 | 103.7 | BSHP | 1.00 | 81 | 67 | 62 | 59 | 55 | 52 | 48 |
| | | | ADP | 67.5 | 63 | 64 | 63 | 62 | 58 | 55 | 48 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|----|
| 33 | 59.6 | 48.3 | BSHP | 1.00 | 96 | 91 | 87 | 83 | 79 | 77 | 73 |
| | | | ADP | 47.5 | 46 | 44 | 42 | 40 | 36 | 31 | 24 |
| | | | ADP | 1.00 | 96 | 91 | 86 | 81 | 78 | 74 | 70 |
| 40 | 61.2 | 53.3 | BSHP | 1.00 | 90 | 86 | 81 | 76 | 73 | 70 | 67 |
| | | | ADP | 50.9 | 50 | 48 | 46 | 44 | 42 | 40 | 36 |
| | | | ADP | 1.00 | 94 | 86 | 81 | 77 | 74 | 72 | 69 |
| 45 | 62.7 | 62.4 | BSHP | 1.00 | 94 | 86 | 81 | 77 | 74 | 72 | 69 |
| | | | ADP | 54.1 | 53 | 51 | 49 | 47 | 45 | 43 | 39 |
| | | | ADP | 1.00 | 94 | 86 | 77 | 73 | 70 | 68 | 65 |
| 50 | 64.2 | 69.7 | BSHP | 1.00 | 94 | 86 | 77 | 73 | 70 | 68 | 65 |
| | | | ADP | 57.0 | 56 | 54 | 52 | 50 | 48 | 46 | 42 |
| | | | ADP | 1.00 | 95 | 83 | 78 | 70 | 67 | 63 | 61 |
| 53 | 65.8 | 76.6 | BSHP | 1.00 | 89 | 82 | 77 | 73 | 67 | 62 | 58 |
| | | | ADP | 62.0 | 61 | 60 | 59 | 58 | 56 | 53 | 48 |
| | | | ADP | 1.00 | 84 | 73 | 66 | 60 | 57 | 53 | 52 |
| 65 | 68.5 | 90.8 | BSHP | 1.00 | 84 | 73 | 66 | 60 | 57 | 53 | 52 |
| | | | ADP | 64.1 | 63 | 61 | 59 | 57 | 55 | 53 | 48 |
| | | | ADP | 1.00 | 79 | 66 | 60 | 55 | 53 | 51 | 49 |
| 70 | 69.8 | 97.9 | BSHP | 1.00 | 79 | 66 | 60 | 55 | 53 | 51 | 49 |
| | | | ADP | 65.3 | 63 | 63 | 61 | 59 | 57 | 55 | 52 |

| ROOM CONDITIONS | | | EFFECTIVE SENSIBLE HEAT FACTOR | | | | | | | | |
|-----------------|------|---------|--------------------------------|------|----|----|----|----|----|----|----|
| DB | WB | W | APPARATUS DEWPOINT | | | | | | | | |
| (°F) | (%) | (gr/lb) | | | | | | | | | |
| 33 | 58.9 | 44.3 | BSHP | 1.00 | 96 | 91 | 87 | 84 | 81 | 79 | 77 |
| | | | ADP | 46.3 | 45 | 43 | 41 | 39 | 37 | 34 | 31 |
| | | | ADP | 1.00 | 94 | 88 | 81 | 78 | 74 | 71 | 67 |
| 40 | 60.4 | 52.7 | BSHP | 1.00 | 90 | 89 | 85 | 81 | 78 | 74 | 71 |
| | | | ADP | 49.9 | 49 | 47 | 45 | 43 | 41 | 39 | 32 |
| | | | ADP | 1.00 | 94 | 86 | 81 | 77 | 74 | 71 | 69 |
| 43 | 61.9 | 60.4 | BSHP | 1.00 | 94 | 86 | 81 | 77 | 74 | 71 | 69 |
| | | | ADP | 53.2 | 52 | 50 | 48 | 46 | 44 | 40 | 37 |
| | | | ADP | 1.00 | 90 | 80 | 77 | 73 | 69 | 65 | 63 |
| 60 | 63.4 | 67.4 | BSHP | 1.00 | 86 | 75 | 63 | 51 | 49 | 45 | 42 |
| | | | ADP | 56.2 | 55 | 53 | 51 | 49 | 45 | 42 | 33 |
| | | | ADP | 1.00 | 94 | 82 | 75 | 67 | 63 | 62 | 44 |
| 60 | 66.2 | 80.9 | BSHP | 1.00 | 90 | 79 | 70 | 66 | 62 | 58 | 57 |
| | | | ADP | 61.1 | 60 | 58 | 56 | 54 | 52 | 49 | 46 |
| | | | ADP | 1.00 | 88 | 75 | 63 | 61 | 58 | 56 | 53 |
| 63 | 67.8 | 87.6 | BSHP | 1.00 | 88 | 75 | 63 | 61 | 58 | 56 | 53 |
| | | | ADP | 67.4 | 62 | 60 | 58 | 56 | 54 | 52 | 48 |
| | | | ADP | 1.00 | 80 | 67 | 60 | 56 | 54 | 52 | 51 |
| 70 | 68.9 | 94.4 | BSHP | 1.00 | 80 | 67 | 60 | 56 | 54 | 52 | 51 |
| | | | ADP | 65.3 | 64 | 62 | 60 | 58 | 56 | 54 | 52 |

| | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|
| 25 | 53.2 | 35.7 | BSHP | 1.00 | 98 | 96 | 94 | 92 | 90 | 89 |
| | | | ADP | 21.5 | 20 | 18 | 16 | 14 | 12 | 10 |
| | | | ADP | 1.00 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | |
| 25 | 54.8 | 32.1 | BSHP | 1.00 | 93 | 90 | 88 | 86 | 84 | |
| | | | ADP | 36.9 | 34 | 32 | 30 | 28 | 25 | |
| | | | ADP | 1.00 | 97 | 93 | 89 | 85 | 82 | |
| 30 | 56.3 | 30.5 | BSHP | 1.00 | 97 | 93 | 89 | 85 | 82 | |
| | | | ADP | 41.4 | 40 | 38 | 36 | 34 | 32 | |
| | | | ADP | 1.00 | 96 | 91 | 87 | 84 | 80 | |
| 30 | 58.1 | 45.3 | BSHP | 1.00 | 96 | 91 | 87 | 84 | 80 | |
| | | | ADP | 43.3 | 44 | 42 | 40 | 38 | 34 | |
| | | | ADP | 1.00 | 94 | 88 | 84 | 81 | 79 | |
| 40 | 59.6 | 51.8 | BSHP | 1.00 | 94 | 88 | 84 | 81 | 79 | |
| | | | ADP | 45.1 | 45 | 43 | 41 | 39 | 36 | |
| | | | ADP | 1.00 | 94 | 87 | 81 | 77 | 73 | |
| 48 | 61.1 | 58.2 | BSHP | 1.00 | 94 | 87 | 81 | 77 | 73 | |
| | | | ADP | 52.2 | 51 | 49 | 47 | 45 | 43 | |
| | | | ADP | 1.00 | 93 | 86 | 78 | 74 | 71 | |
| 50 | 62.4 | 65.6 | BSHP | 1.00 | 93 | 86 | 78 | 74 | 71 | |
| | | | ADP | 55.2 | 54 | 52 | 50 | 48 | 46 | |
| | | | ADP | 1.00 | 94 | 87 | 79 | 73 | 69 | |
| 53 | 64.0 | 71.5 | BSHP | 1.00 | 94 | 87 | 79 | 73 | 69 | |
| | | | ADP | 57.8 | 57 | 56 | 54 | 52 | 50 | |
| | | | ADP | 1.00 | 90 | 77 | 71 | 66 | 63 | |
| 60 | 65.3 | 77.6 | BSHP | 1.00 | 90 | 77 | 71 | 66 | 63 | |
| | | | ADP | 62.1 | 61 | 60 | 58 | 56 | 54 | |
| | | | ADP | 1.00 | 84 | 75 | 61 | 59 | 57 | |
| 65 | 66.7 | 84.6 | BSHP | 1.00 | 84 | 75 | 61 | 59 | 57 | |
| | | | ADP | 62.4 | 61 | 59 | 57 | 55 | 53 | |
| | | | ADP | 1.00 | 80 | 67 | 60 | 57 | 54 | |
| 70 | 68.0 | 91.2 | BSHP | 1.00 | 80 | 67 | 60 | 57 | 54 | |
| | | | ADP | 64.5 | 63 | 62 | 61 | 59 | 57 | |

| | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|----|----|----|----|----|----|
| 33 | 53.9 | 40.8 | BSHP | 1.00 | 98 | 92 | 89 | 86 | 83 | 81 |
| | | | ADP | 42.1 | 42 | 40 | 38 | 36 | 34 | |
| | | | ADP | 1.00 | 95 | 92 | 87 | 84 | 81 | |
| 40 | 57.3 | 46.7 | BSHP | 1.00 | 95 | 92 | 87 | 84 | 81 | |
| | | | ADP | 46.3 | 45 | 44 | 42 | 40 | 38 | |
| | | | ADP | 1.00 | 94 | 87 | 78 | 74 | 71 | |
| 45 | 58.7 | 52.4 | BSHP | 1.00 | 94 | 87 | 78 | 74 | 71 | |
| | | | ADP | 49.8 | 48 | 46 | 44 | 42 | 40 | |
| | | | ADP | 1.00 | 92 | 88 | 81 | 77 | 73 | |
| 50 | 60.1 | 58.6 | BSHP | 1.00 | 92 | 88 | 81 | 77 | 73 | |
| | | | ADP | 52.4 | 51 | 50 | 48 | 46 | 43 | |
| | | | ADP | 1.00 | 93 | 87 | 77 | 72 | 68 | |
| 65 | 61.6 | 64.4 | BSHP | 1.00 | 93 | 87 | 77 | 72 | 68 | |
| | | | ADP | 54.4 | 54 | 52 | 51 | 49 | 46 | |
| | | | ADP | 1.00 | 89 | 76 | 72 | 68 | 63 | |
| 60 | 62.7 | 70.5 | BSHP | 1.00 | 89 | 76 | 72 | 68 | 63 | |
| | | | ADP | 57.3 | 56 | 54 | 52 | 48 | 42 | |



SIMBOLOGIA:

MB Muro de block de 20x20

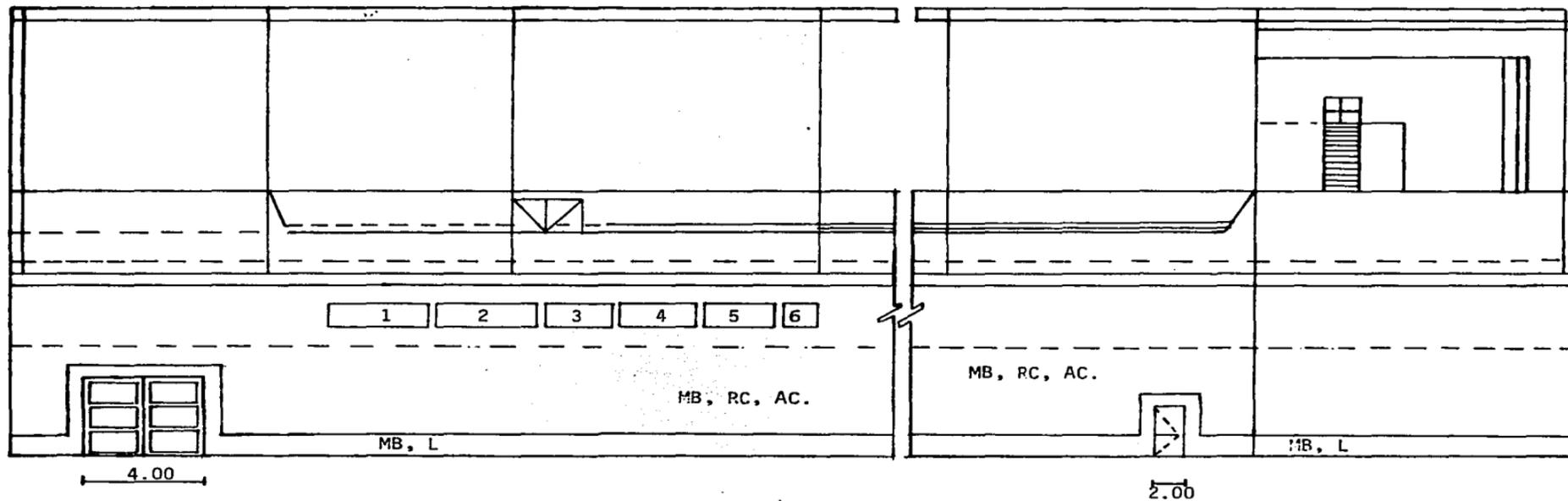
AC Aplanado

RC Recubrimiento

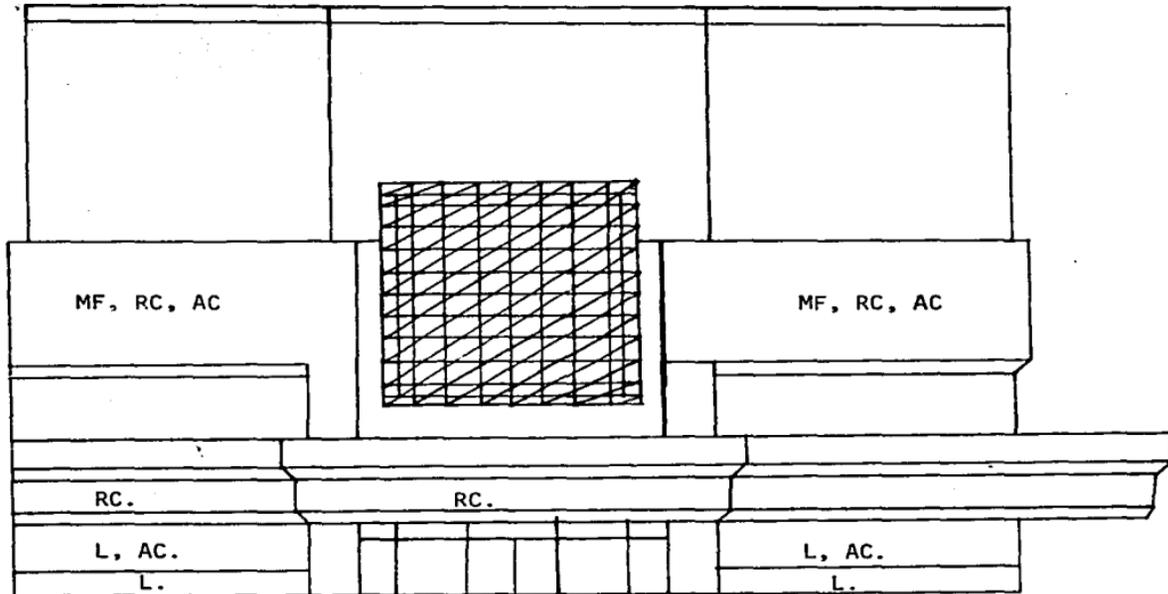
L Lozeta

MF Muro falso

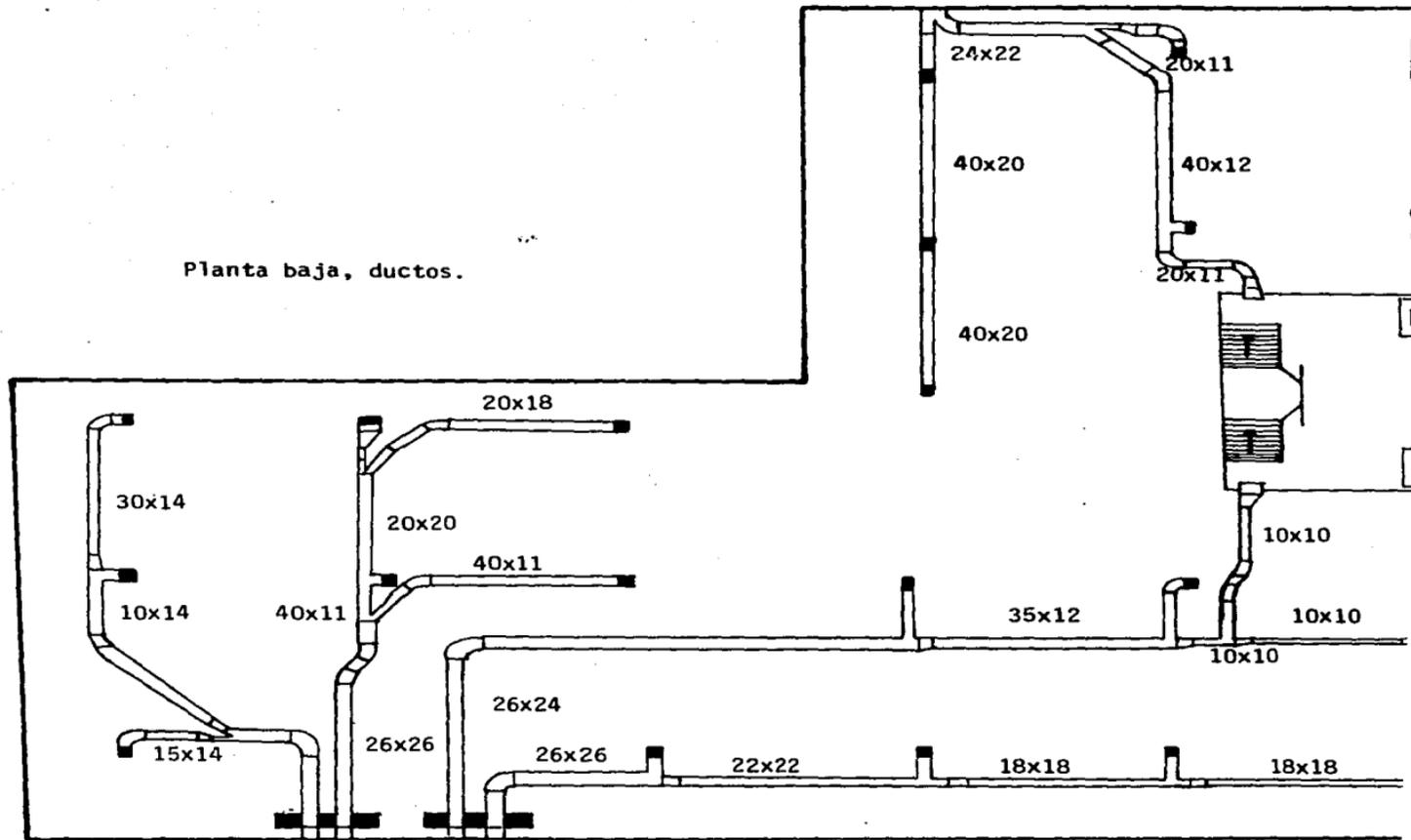
FACHADA 2.



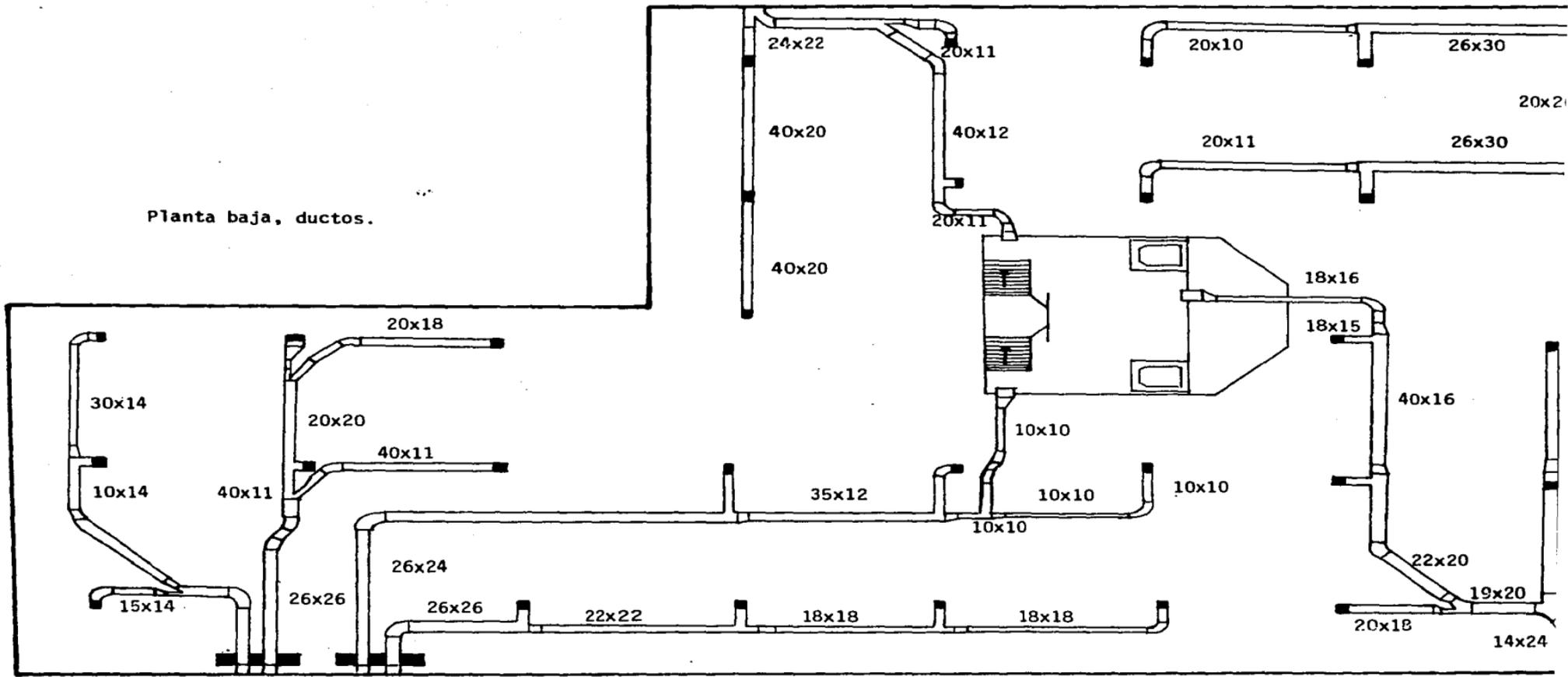
FACHADA 3

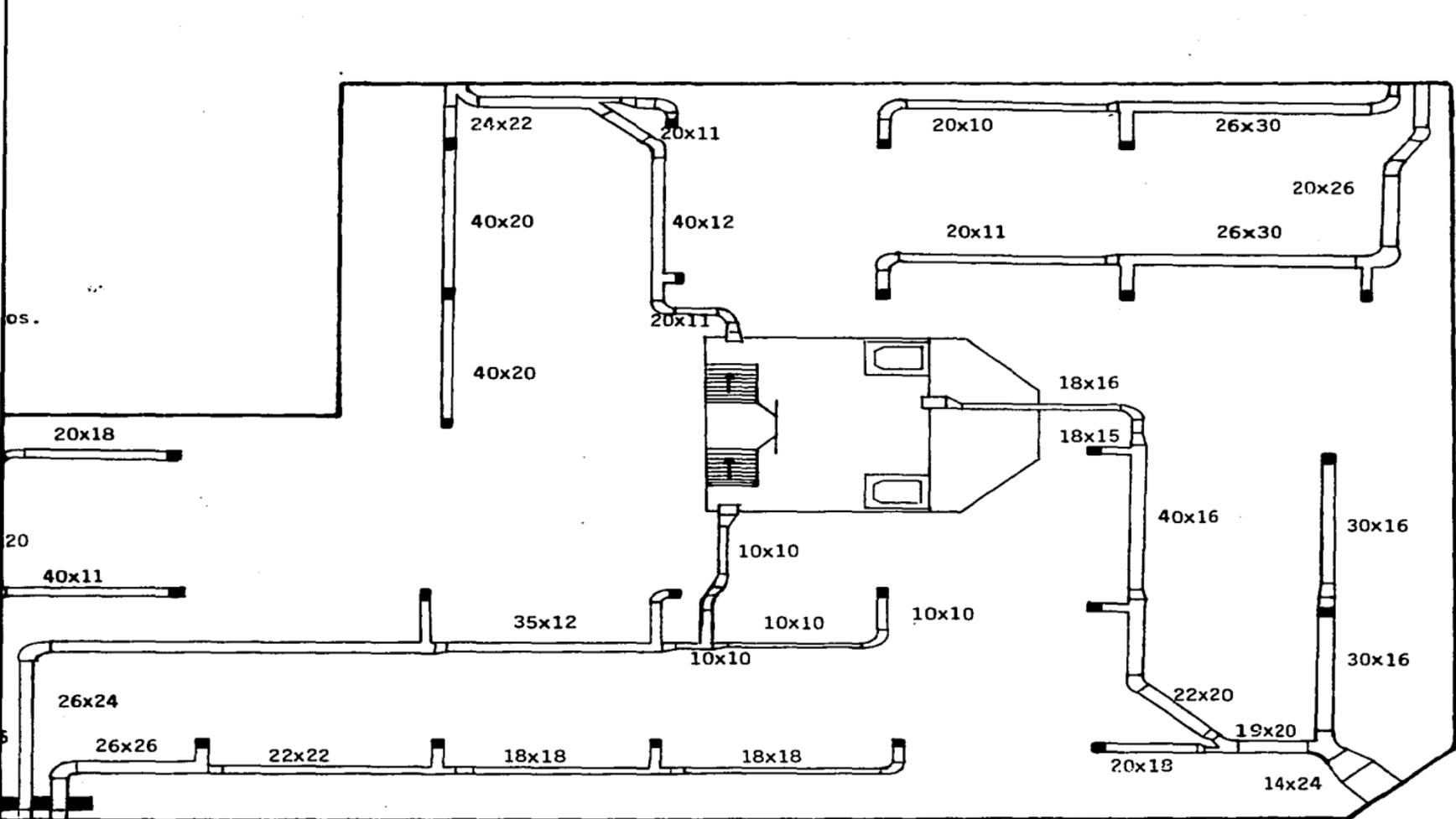


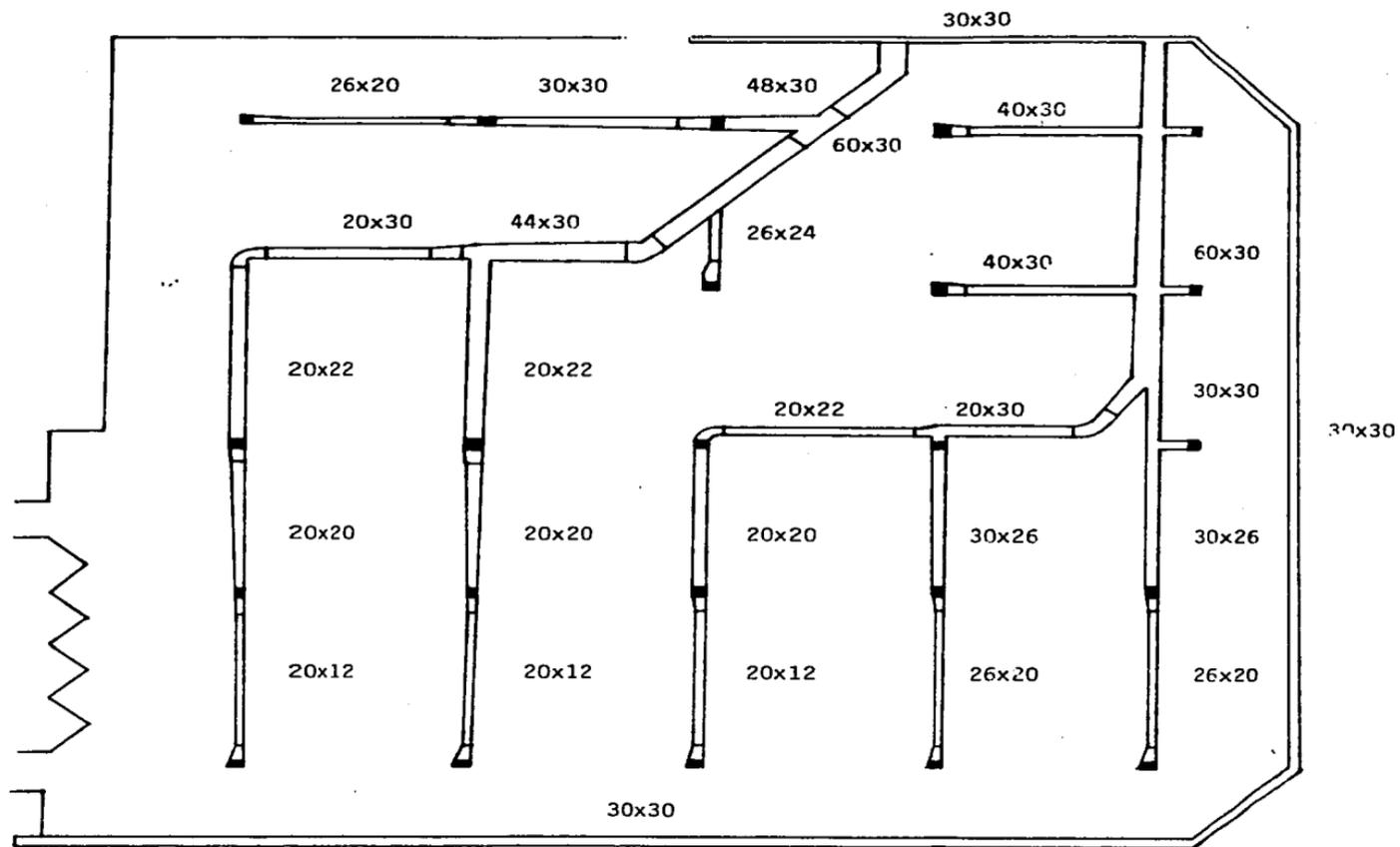
Planta baja, ductos.



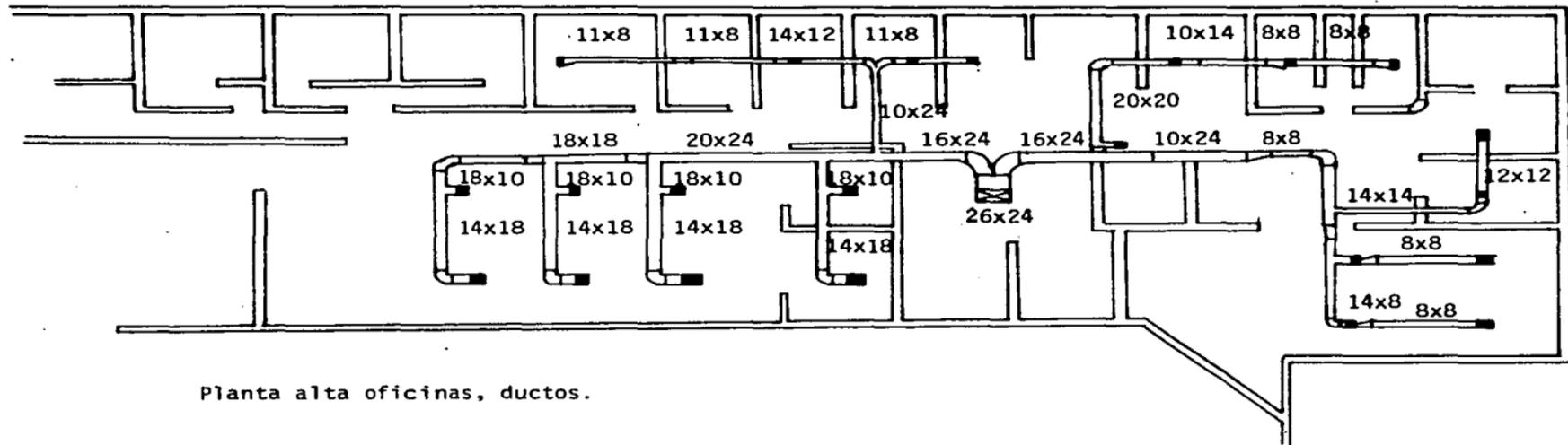
Planta baja, ductos.







Planta alta, ductos.



Planta alta oficinas, ductos.

CONCLUSIONES.

El acondicionamiento ha sido una parte importante en el desarrollo de la humanidad, ha proporcionado confort en lugares extremos y por lo tanto se ha podido aumentar la productividad en industrias y oficinas, también se ha brindado comodidad en casas habitación, hoteles, hospitales, etc.

Todo el año el aire acondicionado suministra aire filtrado a la tienda, reduciendo acumulación de polvo que van en deterioro de la mercancía y del edificio. Una cantidad mínima suficiente de aire exterior reduce o elimina problemas de olor.

Mientras la humedad este cercana a las tolerancias no es necesario el control, el diseño propio del sistema operara para mantener una humedad relativa no sobre un 50%, con una temperatura de bulbo seco de 78°F, la baja húmead eliminara olores a partes cerradas y retarda la transpiración.

Un clima de confort hace que la visita de los clientes sean más largas y por consiguiente se tenga un aumento en las ventas, clientelas y un mejor rendimiento de los empleados.

BIBLIOGRAFIA

HEATING, VENTILATING, AND AIR-CONDITIONING
SYSTEMS ESTIMATING MANUAL.

A. M. KHASHAB
MCGRAW-HILL

HANDBOOK OF AIR CONDITIONING SYSTEM DESIGN
CARRIER AIR CONDITIONING COMPANY.

MCGRAW-HILL

MANUAL DE AIRE ACONDICIONADO.

CARRIER
MARCOMBO

AIRE ACONDICIONADO.

E. CARNICER ROYO
EDITORIAL PARANINFO S. A.

AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACION.

BURGESS H. JENNINGS
SAMUEL R. LEWIS
EDITORIAL CONTINENTAL

FUNDAMENTOS DE AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACION.

ING. EDUARDO HERNANDEZ GORIBAR
EDITORIAL LIMUSA

REFRIGERACION Y AIRE ACONDICIONADO.

CAMILO BOTERO G.
RODRIGO MONTAÑO M.
EDITORIAL PRENTICE HALL

REFRIGERACION Y ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.

W. F. STOECKER
MCGRAW-HILL