



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO



16
205

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

"ARAGON"

DISEÑO DEL SISTEMA DE CALEFACCION PARA EL EDIFICIO
DIDACTICO ADMINISTRATIVO, DEL CENTRO DE
CAPACITACION PARA EJECUTIVOS DEL INSTITUTO
MEXICANO DEL PETROLEO, UBICADO EN EL
MINERAL DEL "CHICO" HIDALGO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

ALFONSO MORALES LEDESMA

MEXICO, D. F.

1992

TESIS CON
FOLIA 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 está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

INDICE

TEMA

INDICE	1
SIMBOLOGIA	4
INTRODUCCION	5
I. GENERALIDADES	9
II. BALANCE TERMICO	
2.1 Bases de diseño para el sistema de calefacción	18
2.2 Transmisión de calor a través de muros, techos y pisos	19
2.2.1 Cálculo de coeficientes de transferencia de calor	20
2.2.2 Cálculo de áreas para locales acondicionados	27
2.3 Infiltración	29
2.4 Ventilación	30
2.5 Estimación de carga térmica del sistema de calefacción	31
2.6 Cantidad de aire suministrado	35
2.7 Cálculo de humedad	37
III. DISTRIBUCION DE AIRE	
3.1 Generalidades	42
3.2 Métodos de cálculo para dimensionar el sistema de ductos	43
3.2.1 Métodos de reducción de velocidad	43
3.2.2 Método de recuperación estática	43
3.2.3 Método de igual fricción	44

3.3	Diseño y dimensionamiento del sistema de ductos	45
3.4	Cálculo de caída de presión estática	48
3.5	Cuantificación de lámina y aislamiento de ductos	52
	Plano Arquitectónico de Planta	56
	Plano de distribución de ductos	57
	Cortes	58
IV.	SELECCION DE EQUIPO Y ACCESORIOS	
4.1	Unidades Manejadoras de Aire	68
4.2	Serpentines de calefacción	69
4.3	Filtros de aire	72
4.4	Rejillas y difusores	73
4.5	Unidad generadora de agua caliente	74
4.6	Bomba de recirculación de agua caliente	75
4.7	Tanque de almacenamiento de agua caliente	76
4.8	Termostatos de cuarto	77
4.9	Válvulas de tres vías	78
V.	DISEÑO DE TUBERIA	
5.1	Generalidades	81
5.2	Cálculo de flujo de agua	82
5.3	Cálculo de tubería	82
5.4	Pérdidas por fricción en tubería y accesorios	83
5.5	Selección de la bomba	86
5.6	Isométrico de tubería	87

VI. EVALUACION TECNICO - ECONOMICA

6.1 Evaluación técnica	89
6.2 Evaluación económica	94
6.2.1 Análisis de costos	96
6.3 Cuadro comparativo	99
CONCLUSIONES	100
APENDICE	102
GLOSARIO	120
BIBLIOGRAFIA	133

SIMBOLOGÍA Y ABREVIACIONES

AJSL	Aislamiento
°C	Grados centígrados
c.a.	Columna de agua
cm.	Centímetros
CPS	Ciclos por segundo
DI	Diámetro interior
EXT	Exterior
°F	Grados Fahrenheit
FM	Filtro metálico
FT	Pies
GPM	Galones por minuto
Gg	Gramos
Hg	Mercurio
H.P.	Potencia en caballos de fuerza
Ha.	Hora
INT	Interior
Kcal	Kilocalorías
Kg.	Kilogramos
L	Longitud
Lb	Libras
L.E.	Longitud equivalente
Lt	Litros
m	Metros
M.E.	Motor eléctrico
Min.	Minutos
PCM (Ft ³ /min)	Pies cúbicos por minuto
PPM	Pies por minuto
PST (Lb/pulg. ²)	Libras por pulgada cuadrada
Pulg. (")	Pulgadas
RR	Rejilla de retorno
RPM	Revoluciones por minuto
RTAE	Rejilla de toma de aire exterior
s	Segundos
TAC	Tubería de agua caliente
Tbh	Temperatura de bulbo húmedo
Tbs	Temperatura de bulbo seco
UMA	Unidad manejadora de aire
V/F/Hz	Voltage/Fases/Frecuencia
w	Humedad específica
φ	Humedad relativa
%	Porcentaje de humedad relativa
Σ	Sumatoria

INTRODUCCION:

El hecho de poder utilizar calefacción y ventilación ha hecho posible poder vivir bajo condiciones climáticas bastante difíciles. Desde tiempos remotos, el hombre de las cavernas, para poder vivir en lugares fríos, hizo uso del fuego quemando para ello un combustible, y tuvo dificultades con la extracción del humo.

Los métodos de calefacción y ventilación han cambiado notablemente desde aquellos tiempos en que vivió el hombre prehistórico, pero permanecen los problemas fundamentales. En climas fríos son necesarias la calefacción y ventilación durante el invierno para vivir con comodidad.

Los sistemas centrales de calefacción, empezaron a usarse a mediados del siglo XIX. En estos sistemas, el horno se coloca en un lugar apropiado, se usa frecuentemente el sótano de un edificio, el calor generado por la combustión de un combustible es conducido a otras partes del edificio por un medio adecuado. Los medios de transporte generalmente empleados son aire, vapor de agua o agua caliente.

La calefacción con agua caliente puede ser de circulación natural o puede ser un sistema de circulación forzada, en cuyo caso se emplean bombas para forzar el agua caliente a circular a través de tuberías hacia los serpentines de calefacción.

Las condiciones climatológicas en el Mineral del "Chico" Hidalgo son extremas debido a que se encuentra ubicado en una zona boscosa, lo que origina que se presenten temperaturas mínimas extremas hasta de - 6°C, por lo que hace necesario el uso de la calefacción para proporcionar las condiciones de confort humano en las aulas del Centro de Capacitación para Ejecutivos del Instituto Mexicano del Petróleo.

Debido a las características climatológicas que presenta el lugar el uso de la calefacción no es un lujo sino una necesidad para el ser humano, la cual hay que cumplir de manera eficaz, para que pueda aprovecharse la capacidad humana al máximo y cumplir así con los objetivos planteados por el Centro.

El presente trabajo incluye el diseño de un sistema de calefacción con agua caliente, que tiene como principal finalidad cumplir con las necesidades climatológicas del centro didáctico administrativo, para capacitación a ejecutivos del Instituto Mexicano del Petróleo.

Otro de los objetivos es evaluar que tan rentable resulta llevarlo a cabo. A continuación doy una descripción general del contenido del trabajo.

Capítulo I. Aquí menciono y describo dos sistemas de calefacción con agua caliente, y con detalle muestro el funcionamiento del sistema empleado para este trabajo, hablo de sus características principales, muestro en un esquema sus componentes, además expongo las razones que me llevaron a seleccionarlo.

También hablo de las propiedades del aire, de la utilización y de las características de la carta psicrométrica.

Capítulo II. En esta parte realizo la estimación de la carga térmica total del sistema, esto involucra calcular la transmisión de calor a través de muros, techos y pisos, coeficientes de transferencia de calor, áreas de los locales a acondicionar, infiltración, ventilación, y humedad. La estimación de la carga de calefacción me sirve para determinar la capacidad de los equipos a seleccionar.

Capítulo III. En esta parte trato el diseño y el dimensionamiento del sistema de ductos, primero analizo las posibilidades para el mejor recorrido de los conductos de aire, y se escoge el mejor procurando que el aire se conduzca lo más directamente posible, adaptándose al espacio destinado, y procurando tener el menor consumo de energía.

Anteriormente se calculó la cantidad de aire a suministrar a cada local, por lo tanto se localizan el número adecuado de salidas de aire y también se seleccionan el tipo y tamaño de las rejillas y difusores a utilizar.

Después calculo la caída de presión estática total, y con la cantidad de aire a suministrar, selecciono del catálogo correspondiente el tipo, modelo, capacidad y demás características de los ventiladores.

También realizo la cuantificación de lámina y aislamiento térmico del sistema de ductos.

Capítulo IV. Aquí selecciono los equipos y accesorios a utilizar en base a los cálculos obtenidos en los capítulos anteriores, se especifican claramente las características de cada uno de los equipos requeridos.

Capítulo V. Aquí realizo el diseño de tubería para el sistema de calefacción con agua caliente siguiendo la siguiente secuencia:

Calculo el flujo de agua para cada unidad manejadora de aire, después determino el diámetro de tubería, posteriormente obtengo las pérdidas por fricción en tubería y accesorios; finalmente trazo el isométrico, mostrando la ubicación de los equipos y el diámetro de los tramos de tubo.

Capítulo VI. Por último realizo la evaluación técnico-económica del proyecto. Para la primera parte, en la evaluación técnica, tengo que comparar a los diferentes contratistas en base a una serie de especificaciones planteadas por el diseñador y con esto decidir cual es el que cumple mejor con estos puntos. También se tabula el costo aproximado del proyecto en base a las cotizaciones recibidas por cada uno de los contratistas.

Para la evaluación económica tengo que calcular todos los costos de proyecto y en base a un análisis de costos (método de valor presente) determinar que contratista satisface todas las especificaciones del proyecto.

I. GENERALIDADES

En esta parte se trata la descripción de dos sistemas de calefacción utilizando agua caliente, por medio de esquemas muestro el funcionamiento y los componentes de cada uno.

Al final decido que sistema voy a seleccionar exponiendo las razones por las que se eligió.

Antes de dar la descripción de los sistemas de calefacción voy a mencionar las propiedades del aire que serán de mucha utilidad en el transcurso del trabajo.

1.1 PROPIEDADES DEL AIRE

Para poder relacionar las propiedades de mezcla de aire y vapor de agua, se hace uso de una gráfica llamada "carta psicrométrica". Es muy útil para simplificar los cálculos y para ilustrar los diferentes procesos que se llevan a cabo en el acondicionamiento de aire.

Existen cartas psicrométricas a diferentes presiones barométricas y altitudes.

Así también existen cartas que están construidas de acuerdo a las condiciones estándar de presión y elevación del nivel del mar.

En la fig. 1.a, se muestra el esquema de la carta psicrométrica del lugar del proyecto.

La escala horizontal está constituida por los valores de temperatura que se encuentran en un termómetro común, llamado temperatura de bulbo seco (B.S.).

En la escala vertical colocamos la cantidad de vapor de agua (humedad) presente. Esta escala puede estar dimensionada en kilogramos de agua por kilogramos de aire seco (métrico), ó en granos de agua por libra de aire seco (inglés). Esta escala lleva el nombre de humedad específica.

La línea que pasa por todos los puntos de saturación se llama línea de saturación, o línea del 100% de humedad relativa, esta línea también proporciona los valores de temperatura de punto de rocío.

La temperatura del punto de rocío depende de la cantidad de vapor presente en el aire (humedad específica). En la carta psicrométrica, la temperatura del punto de rocío es la intersección de la línea horizontal trazada en la escala para la humedad específica y la línea de saturación (100% de humedad relativa).

La humedad relativa compara la cantidad de humedad en el aire con la cantidad máxima posible a la "misma temperatura".

Otra propiedad muy importante y de mucho uso en el acondicionamiento de aire es la temperatura de bulbo húmedo (B.H.).

En la carta psicrométrica las líneas de bulbo húmedo aparecerán en forma diagonal, corriendo de la parte inferior derecha a la parte superior izquierda hasta intersectar la línea de saturación. Los valores de la temperatura de B.H. se leen sobre la línea de saturación.

Conociendo los valores para dos de las propiedades mencionadas anteriormente, podemos conocer todas las demás en forma simple y rápida.

CARTA PSICROMETRICA
 Presión Barométrica 22.7" Hg
 Elevación 7500 ft (2287 m)
 Temperaturas normales

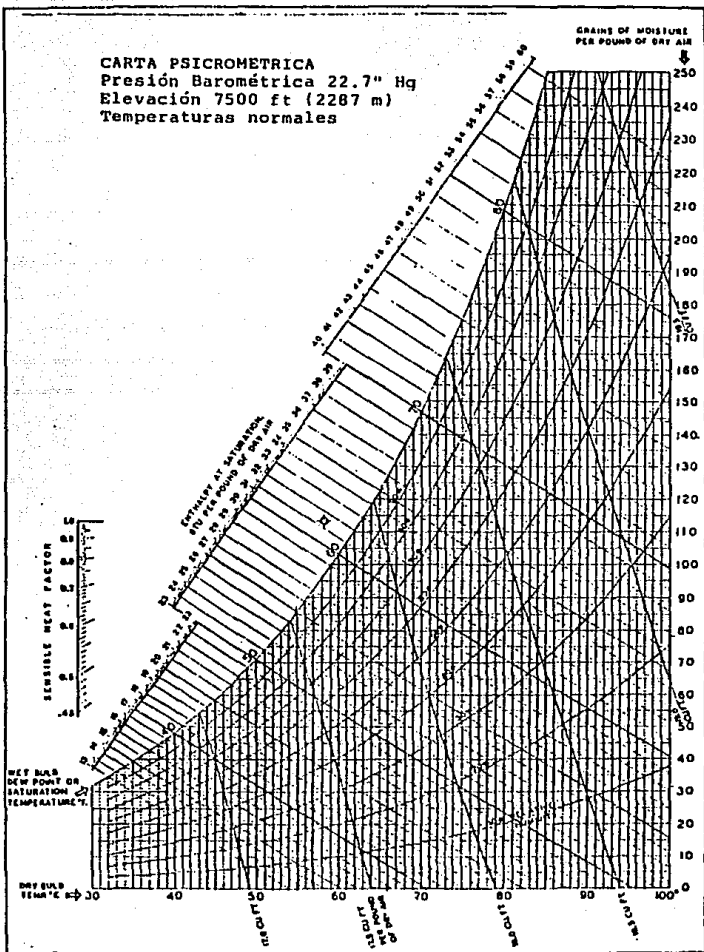


Fig. 1.a

1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CALEFACCIÓN CON AGUA CALIENTE UTILIZANDO CALDERA.

El agua de un sistema de calefacción puede calentarse en calderas, o en calentadores de agua. El agua fluye directamente hacia los serpentines de calefacción ubicados en las unidades manejadoras de aire respectivamente.

En la figura 1.6 se presenta una instalación que muestra la disposición de accesorios y equipo de control de un sistema de calefacción con agua caliente utilizando caldera.

En el sistema anterior la bomba funciona de acuerdo con la señal que recibe del termostato de cuarto. También es controlada por el control B de agua caliente, este acciona automáticamente la bomba si la temperatura del agua es menor que la del punto de diseño, y detiene el funcionamiento inmediatamente después de haber alcanzado dicha temperatura.

Se tiene un control principal A de agua caliente que por lo común es independiente de los otros controles, el cual inicia o evita el flujo de gas o de aceite al quemador para mantener una temperatura definida del agua en la caldera.

El depósito de expansión es una parte esencial en un sistema de calefacción con agua caliente, debido a que se tiene una gran diferencia de volúmenes en el agua al pasar de la condición fría a la caliente. En las nuevas instalaciones el depósito se instala arriba y cerca de la caldera, en este tipo de depósito de expansión, el aire es comprimido en el interior del depósito al aumentar el volumen del agua que está en el sistema. Si el volumen del aire en el depósito es muy pequeño y la presión del agua excede de determinado valor, el agua excedente saldrá a través de la válvula de alivio. La válvula de alivio es equivalente a la válvula de seguridad de una caldera de vapor.

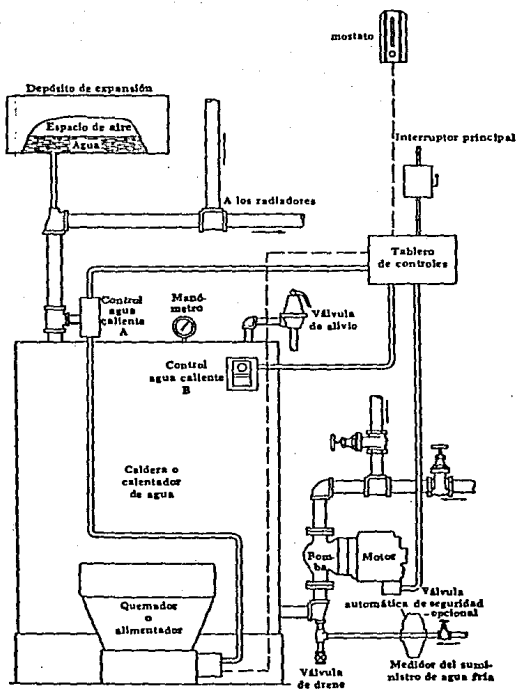


Fig. 1.b Accesorios y equipo de control de un sistema de calefacción con agua caliente, en donde se emplea caldera.

1.3 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE CALEFACCION UTILIZANDO UN CALENTADOR DE AGUA CALIENTE.

El agua que sale del calentador, se almacena en un tanque de dimensiones apropiadas, que abastece las demandas fuertes o ligeras en el servicio (tanque de almacenamiento de agua caliente).

Una bomba controla el agua que circula en la línea, retornando el exceso al tanque de almacenamiento.

El agua del tanque y de la línea de servicio se mantienen a su temperatura natural, por medio de controles de inmersión ajustables.

Este sistema de calentamiento directo es ideal para edificios, hoteles, deportivos, baños públicos, clínicas, etc.

En el diagrama de flujo (fig. 1.c) se muestran los equipos y accesorios que componen este sistema de calentamiento directo.

1.4 SELECCION DEL SISTEMA A EMPLEAR EN EL PROYECTO.

De acuerdo a las características mencionadas para cada uno de los puntos anteriores, selecciono un sistema de calefacción utilizando un calentador de agua caliente por las siguientes razones:

- a) La eficiencia térmica es más alta en comparación con las calderas
- b) El equipo completo es de reducción tamaño y muy ligero, haciendo fácil la ubicación en un cuarto de máquinas de pequeñas dimensiones.
- c) La unidad se surte completamente equipada lista para hacer algunas conexiones y operar en cualquier momento.
- d) Los gastos se reducen al tener menor equipo instalado en un sistema como este.
- e) En estos sistemas, existe la ventaja de que el agua puede recircularse indefinidamente, así que tendrá un mínimo de depósito de sólidos en la superficie interior de los serpentines de calefacción.
- f) La corrosión de las tuberías es despreciable, ya que la cantidad de oxígeno del agua de repuesto es en cantidades mínimas.
- g) La temperatura del agua puede variar según sean las condiciones de temperatura exteriores. Por ejemplo, a mitad de la temporada, la bomba podrá circular el agua de 100 hasta 120°F, mientras que en tiempo extremadamente frío que requiere de una mayor radiación el agua podrá suministrarse a temperatura de 180 a 240°F.
- h) Los sistemas de agua caliente no necesitan de trampas o aparatos delicados que requieran de mucha atención, y no se necesita de control de nivel de agua en el generador para la producción de agua caliente.
- i) Se tiene poco o nada golpe de ariete en las tuberías.

SISTEMA "A"
SISTEMA DE CALENTAMIENTO DIRECTO
 (CON TANQUE DE ALMACENAMIENTO HORIZONTAL, PARA
 MANEJAR AGUAS CON UNA PRESIÓN HEDIDA A 157
 PPM (150 PSI))

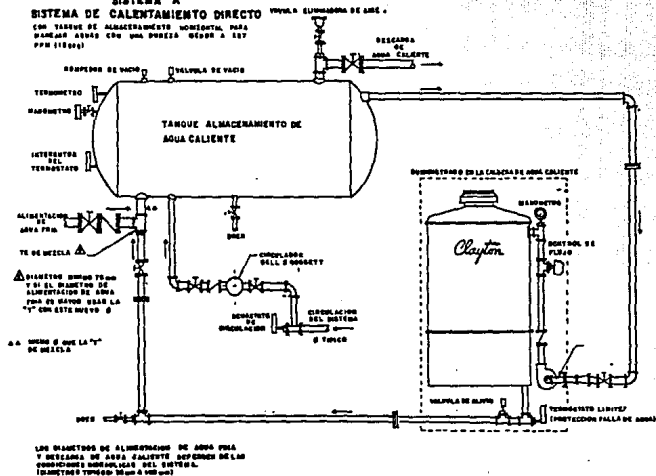


DIAGRAMA DE FLUJO

Fig. 1.0

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	ENEP ARAGON
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DE CALEFACCION	ALFONSO MORALES LEDESMA GEN. 88-90/4-CTAR3224-1
GENERADOR DE AGUA CALIENTE MOD.T-1400	
ESC. —	ACDT. —
FECHA.	PLANO

II. *BALANCE TERMICO*

2.1 BASES DE DISEÑO PARA EL SISTEMA DE CALEFACCIÓN

A Condiciones de diseño exterior.

Las condiciones exteriores dependen del lugar donde se ubica el edificio por acondicionar, depende así mismo, de las temperaturas mínimas que se presentan con regularidad, así como de las ondas frías.

Se cuenta con tablas que proporcionan las temperaturas exteriores de las principales ciudades con las que se realizan los cálculos de calefacción. para este caso se consultará la tabla II.1 para seleccionar la temperatura de diseño exterior.

B Condiciones de diseño interior.

Existen tablas para determinar las condiciones interiores de confort humano para diferentes lugares de la República Mexicana para invierno. La tabla II.2 nos proporciona las condiciones interiores recomendables en habitaciones para sistemas de calefacción con y sin humidificación.

La tabla II.3 resume las condiciones exteriores e interiores del proyecto, así mismo las condiciones particulares.

NOTA: Datos obtenidos de las tablas II.1 y II.2 del apéndice.

2.2 TRANSMISION DE CALOR A TRAVES DE MUROS, TECHOS Y PISOS.

La pérdida de calor más importante para el cálculo del sistema de calefacción, es la que se lleva a través de muros, techos y pisos.

La transmisión de calor por conducción está definida por la ecuación general de la transferencia de calor, la cual emplearemos en cálculos posteriores.

$$Q = U A (T_i - T_e) \dots\dots(2.1) \text{ donde:}$$

Q = Pérdida de calor en Btu/hr

A = Area a través de la cual fluye el calor (ft^2)

U = Coeficiente de transmisión de calor en $\text{Btu/hrft}^2\text{°F}$

T_i = Temperatura de diseño interior en °F

T_e = Temperatura de diseño exterior en °F

Para obtener la transferencia de calor por muros, techos y pisos es necesario el cálculo de "U", lo cual es la parte medular, más adelante se explicará el proceso de cálculo.

SYMBOLOS USADOS EN LAS ECUACIONES Y TABLAS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

U = Coeficiente total de transferencia de calor, en unidades de $\text{Btu/hrft}^2\text{°F}$, que existe entre el aire u otro fluido en los lados de una pared, piso, cielo falso, techo o en la superficie considerada para la transferencia de calor.

K = Conductividad térmica en unidades de $\text{Btu in/ft}^2\text{°F}$.

f = Coeficiente de película o superficie en $\text{Btu/hrft}^2\text{°F}$.

C = Conductancia térmica, expresado en unidades de $\text{Btu in/ft}^2\text{°F}$.

R = Resistencia al flujo de calor generalmente para un pie cuadrado de área, en unidades de $\text{ft}^2\text{hr°F/Btu}$.

2.2.1 CALCULO DE COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CALOR.

El cálculo de "U" esta definido por la fórmula siguiente:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n} \quad (2.2) \text{ donde:}$$

f_1 = Coeficiente de película interior (Btu/hrft²°F)

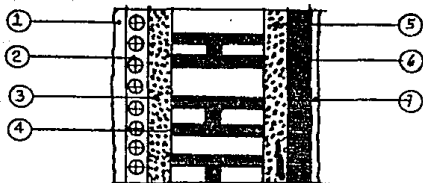
f_2 = Coeficiente de película exterior (Btu/hrft²°F)

$R_1, R_2, R_3 \dots R_n$ = Resistencias de los diferentes materiales que constituyen la barrera (in).

Expresado en palabras, el recíproco del coeficiente de transmisión de calor, es la resistencia al flujo de calor que oponer por un lado los diferentes materiales de que está compuesta la barrera y por otro lado, las películas de aire interior y exterior que tienden a adherirse a las superficies de la barrera, por lo tanto, el cálculo de "U" queda definido como:

$$U = \frac{1}{\sum R} \quad (2.3)$$

Los valores de "U", K, C y R se encuentran en la tabla II.4 de coeficientes de transferencia de calor.



MURO INTERIOR A SANITARIOS

R (hft²°F/Btu)

	R
1.....	0.61
2.....	0.06
3.....	0.09
4.....	1.60
5.....	0.09
6.....	0.024
7.....	0.61

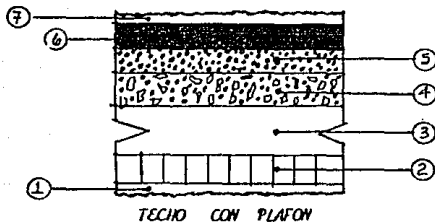
$$\Sigma = 3.084 \text{ hft}^2\text{°F/Btu}$$

$$U = \frac{1}{\Sigma R} \text{ (Btu/hft}^2\text{°F)}$$

$$U = \frac{1}{3.084} = 0.32 \text{ (Btu/hft}^2\text{°F)}$$

DESCRIPCION

1.....	Película de aire exterior
2.....	Parquet de marmol
3.....	Aplanado (1 1/2")
4.....	Ladrillo doble (8")
5.....	Aplanado (1 1/2")
6.....	Pintura vinilica
7.....	Película de aire interior



R (hr ft²°F / Btu)

	R
1.....	0.61
2.....	0.16
3.....	0.85
4.....	0.48
5.....	0.19
6.....	0.08
7.....	0.17

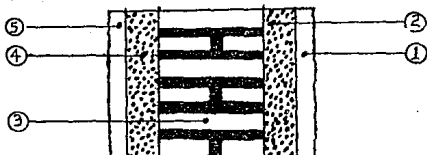
$$\Sigma = 2.54 \text{ hrft}^2\text{°F/Btu}$$

$$U = \frac{1}{\Sigma R} \quad (\text{Btu/hrft}^2\text{°F})$$

$$U = \frac{1}{2.54} = 0.39 \text{ (Btu/hrft}^2\text{°F)}$$

DESCRIPCION

1.....	Película de aire interior
2.....	Plafón de duela de pino (1 1/8")
3.....	Espacio de aire
4.....	Loza de concreto (6")
5.....	Firme de mortero
6.....	Impermeabilizante
7.....	Película de aire exterior



MURO A EXTERIOR

R (hr ft²°F/Btu)

	R
1.....	0.61
2.....	0.09
3.....	1.60
4.....	0.13
5.....	0.17

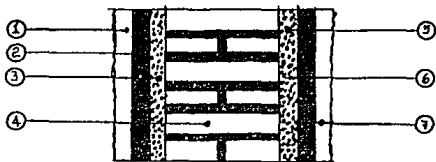
$$\Sigma = 2.60 \text{ hrft}^2\text{°F/Btu}$$

$$U = \frac{1}{\Sigma R} \quad (\text{Btu/hrft}^2\text{°F})$$

$$U = \frac{1}{2.60} = 0.38 \quad (\text{Btu/hrft}^2\text{°F})$$

DESCRIPCION

1.....	Pellicula de aire interior
2.....	Aplanado (1 1/2")
3.....	Ladrillo común doble (8")
4.....	Aplanado (3/4")
5.....	Pellicula de aire exterior



MURO A INTERIOR

R ($hrft^2 \text{ } ^\circ F/Btu$)

	R
1.....	0.61
2.....	0.06
3.....	0.09
4.....	1.60
5.....	0.09
6.....	0.06
7.....	0.61

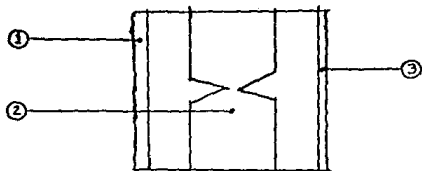
$$\Sigma = 3.12 \text{ hrft}^2 \text{ } ^\circ F/Btu$$

$$U = \frac{1}{\Sigma R} \text{ (Btu/hrft}^2 \text{ } ^\circ F)$$

$$U = \frac{1}{3.12} = 0.32 \text{ (Btu/hrft}^2 \text{ } ^\circ F)$$

DESCRIPCION

1.....	Película de aire interior
2.....	Pintura vinilica
3.....	Aplanado (1/2")
4.....	Ladrillo común doble (8")
5.....	Aplanado (1/2")
6.....	Pintura vinilica
7.....	Película de aire exterior



CRISTAL EXTERIOR DOBLE

R ($hr ft^2 \text{ } ^\circ F/Btu$)

	R
1.....	0.17
2.....	0.97
3.....	0.61
	$\Sigma = 1.75$

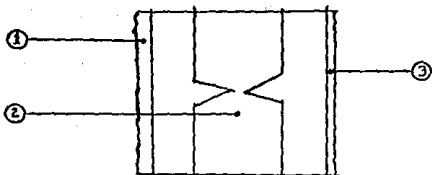
$hr ft^2 \text{ } ^\circ F/Btu$

$$U = \frac{1}{\Sigma R} \quad (Btu/hr ft^2 \text{ } ^\circ F)$$

$$U = \frac{1}{1.75} = 0.57 \quad (Btu/hr ft^2 \text{ } ^\circ F)$$

DESCRIPCION

- | | |
|--------|---------------------------|
| 1..... | Película de aire exterior |
| 2..... | Espacio de aire |
| 3..... | Película de aire interior |



CRISTAL EXTERIOR DOBLE

R (hr ft² °F/Btu)

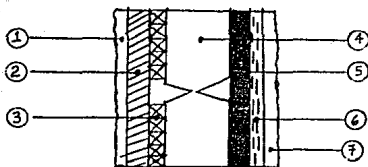
	R
1.....	0.17
2.....	0.97
3.....	0.61
	Σ = 1.75 hrft ² °F/Btu

$$U = \frac{1}{\Sigma R} \quad (\text{Btu/hrft}^2 \text{ °F})$$

$$U = \frac{1}{1.75} = 0.57 \quad (\text{Btu/hrft}^2 \text{ °F})$$

DESCRIPCION

- | | |
|--------|---------------------------|
| 1..... | Película de aire exterior |
| 2..... | Espacio de aire |
| 3..... | Película de aire interior |



MURO CORREDIZO INTERIOR

R ($hrft^2 \text{ } ^\circ F/Btu$)

	R
1.....	0.61
2.....	0.72
3.....	0.32
4.....	0.97
5.....	0.31
6.....	3.36
7.....	0.61

$$\Sigma = 6.90 \text{ hrft}^2 \text{ } ^\circ F/Btu$$

$$U = \frac{1}{\Sigma R} \text{ (Btu/hrft}^2 \text{ } ^\circ F)$$

$$U = \frac{1}{6.90} = 0.14 \text{ (Btu/hr ft}^2 \text{ } ^\circ F)$$

DESCRIPCION

- | | |
|--------|-----------------------------|
| 1..... | Película de aire interior |
| 2..... | Fibracel 1" |
| 3..... | Pino (1/4") |
| 4..... | Espacio de aire |
| 5..... | Triplay (1/4") |
| 6..... | Aislamiento fibra de vidrio |
| 7..... | Película de aire interior |

2.2.2 CALCULO DE AREAS PARA LOCALES ACONDICIONADOS

AULAS 1 Y 2					
ORIENTACION	TIPO DE MURO	DIMENSIONES		AREA m ²	AREA Et ² (m ² x 10.76)
		L (m)	X L (m)		
Sureste "	Exterior	10	2.80	28-9=19	204
	Cristal	11.5	1.514	9	97
Surweste	Exterior	2	2.8	5.6	60
Noroeste	Interior Corredizo	10	2.8	28	301
Noreste	Exterior	7.5	2.8	21	226
	Techo	10	7.5	75	807

AULAS 3 Y 4

Sureste	Interior Corredizo	10	2.8	28	301
Surweste	Exterior	2	2.8	5.6	60
Noroeste "	Exterior	10	2.8	(28-9)=19	204
	Cristal	11.5	1.514	9.0	97
Noreste	Exterior	7.5	2.8	21	226
	Techo	10	7.5	75	807

SALON DE USOS MULTIPLES

ORIENTACION	TIPO DE MURO	DIMENSIONES			AREA m ²	AREA F.E. (m ² x 10.76)
		L (m)	X x	L (m)		
Sureste	Exterior	6.0	2.8		(17-4.5)=12.5	135
"	Cristal	11.5	1.512		4.5	48
Suroeste	Interior	9.5	2.8		26.6	286
Noroeste	Interior a sanitarios	6.0	2.8		16.8	181
Noroeste	Exterior	4.0	2.8		11.2	120
	Techo	6	9.5		57.0	613

AREA ADMINISTRATIVA

Sureste	Interior a sanitarios	7.0	2.8		19.6	211
Sureste	Exterior	3.0	2.8		(18.4-1.2)=7.2	77
"	Cristal	0.8	1.5		1.2	13
Suroeste	Exterior	9.5	2.8		(27-2.25)=24	258
"	Cristal	1.5	1.5		2.25	24
Noroeste	Exterior a Oficinas	10	2.8		26-6.8=21	226
"	Cristal	1.5	1.5x3		6.8	73
Noreste	Exterior	2.0	2.8		5.6	60
	Techo	10	9.5		95	1022

2.3 INFILTRACION.

La cantidad de aire que pasa a través de hendiduras y claros en ventanas y puertas, se conoce como infiltración.

La cantidad de aire que penetre al interior dependerá principalmente de lo hermético de la construcción y de la velocidad del viento. Las fugas aumentan por cualquier efecto de chimenea en un edificio, debido a la altura del mismo y a la diferencia de temperaturas interior y exterior.

El aire infiltrado que entra a un edificio sale en la misma proporción en que entró. sin embargo, en el caso de un edificio con varias divisiones interiores y de construcción hermética, el aire entrará por el lado por donde sopla el viento y la infiltración se reducirá si en el interior se tiene una ligera presión positiva.

En esta ocasión el cálculo de la infiltración será despreciado por las siguientes razones:

1. Las ventanas serán de doble cristal y estarán perfectamente selladas, por lo que el flujo de aire será nulo.
2. Las puertas se instalarán de forma que la dimensión de las rendijas sean mínimas.
3. Se considerará un pequeño excedente de aire en la inyección, para evitar la infiltración creando una presión positiva.
4. Las puertas exteriores dan a corredores, lo cual evita que el aire a menor temperatura penetre de forma directa al local acondicionado.

En la hoja de cálculo para la carga de calefacción se establecerá un factor de seguridad, para abatir cualquier carga de infiltración no considerada por las razones indicadas anteriormente.

2.4 VENTILACION.

Es necesario en los locales acondicionados, prever un cierto caudal de aire exterior que permita la eliminación de olores, aire viciado debido a ocupantes, al tabaco, y otras fuentes.

La tasa de renovación necesaria varía principalmente con el número de ocupantes, la altura del techo, y el número de fumadores. Aunque para suprimir los olores corporales basta un caudal de aire exterior de 5 PCM por persona, se recomienda proveer 7.5 PCM. Este mínimo corresponde a una altura de techos de 2.40 m y a una densidad de ocupación media de una persona por 4.5 a 7 m² de suelo. Si la densidad es mayor debe aumentarse este mínimo. La supresión de olores de tabaco necesita de 15 a 25 por fumador, en algunos casos (salas de conferencias, salones de fumadores) es necesario elevar el caudal de aire exterior a 29.5 o 47 PCM por ocupante.

Normas de ventilación.

La tabla II.5 se utiliza para determinar los caudales de aire fresco mínimos y recomendados según la aplicación considerada. La tabla proporciona el caudal mínimo por persona y por pie cuadrado de suelo por lo que se tomará el caudal más elevado. Se utilizan los valores recomendados cuando el número de ocupantes es excepcionalmente alto, o cuando se desean obtener condiciones satisfactorias.

2.5 ESTIMACION DE LA CARGA DE CALEFACCION

CONDICIONES DEL PROYECTO					PROYECTO: D.T.	
		EXT	INT	DIF	PLANTA:	
Tbs	°F	30	70	X	LOCALIZACION: EL "CHICO" HIDALGO	
Tbh	°F	X	X	X	LATITUD: 20°08'	
W	Gr/lb	26	73-	X	LOCAL: AULAS 1 Y 2	
g	%	80	50	X	FECHA: HOJA 1 DE 4	

ORIENT	TIPO DE MURO	DIMENS LXL	AREA m ² (m x m)	AREA (m ² x 10,76) F12	COEF. TRANS "U" Btu/hft ² °F	DIF. TEMP. (TINT-TEXT) °F	CALOR TRANS. POR CONDUCCION "Q" Btu/h
SE	EXTERIOR	10 x 2.8	(28-9) = 19	204	0.38	40	3100
SE	CRISTAL	(1.5 x 1.5) 4	9	97	0.57	40	2212
SO	EXTERIOR	2 x 2.8	5.6	60	0.38	40	912
NO	INTERIOR CORRIDO	10 x 2.8	28	301	0.14	20	843
NE	EXTERIOR	7.5 x 2.8	21	226	0.38	40	3435
	TECHO	10 x 1.5	75	807	0.39	40	12590

PERDIDAS POR CONDUCCION				
INFILTRACION		BTU/hr = 23000		
① METODO POR RENDIJAS		② METODO POR SUPERFICIE		PCM
VENTANAS	Fi x _____	_____ F12 x _____	_____	_____
	Fi x _____	_____ F12 x _____	_____	_____
	Fi x _____	_____ F12 x _____	_____	_____
PUERTAS	Fi x _____	_____ F12 x _____	_____	_____
	Fi x _____	_____ F12 x _____	_____	_____
	Fi x _____	_____ F12 x _____	_____	_____
TRAGALUZ	Fi x _____	_____ F12 x _____	_____	_____
TOTAL =		_____	_____	_____

VENTILACION		X FACTOR DE TEMP. GRADIENTE.	
Nº DE OCUP	40 X 15 PCM = 600	AIRE EXT. 600 PCM X 20° F X 1.08	12960
SUP. DE PISO	_____ F12 x _____ PCM = _____	INFILTR. _____ PCM X _____ F X 1.08	_____
		FACTOR DE SEGURIDAD 1.0 %	3596
		PERDIDAS TOTALES DE CALOR, Btu/h	39556

HUMIDIFICACION			
PCM	PCM	DIF.	AQUA EVAPORADA
(INF. + A.E) x (GR/lb)			lb/hr
(_____) x (_____)	1580		

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	ENEP ARAGON
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DE CALEFACCION	ALFONSO MORALES LEDESMA GEN. 86 - 90 N:CTA8312241-1
ESC: _____	ACOT: _____
FECHA: _____	PLANO: _____

ESTIMACION DE LA CARGA DE CALEFACCION					CONDICIONES DEL PROYECTO			PROYECTO:
		EXT	INT	DIF				O.T.
Tba	°F	30	70	40	PLANTA:			
Tbh	°F				LOCALIZACION: EL "CHCO" HIDALGO			
W	gr/lb	26	73	47	LATITUD: 20° 08'			
φ	%	80	50		LOCAL: AULAS 3 Y 4			
					FECHA: HOJA 2 DE 4			
ORIENT	TIPO DE MURO	DIMENS LXL	AREA m ² (m x m)	AREA (m ² x 10.76) F12	COEF. TRANSF "U" Btu/hf12°f	DIF. TEMP. (TINT - TEXT) °F	CALOR TRANS. POR CONDUCCION "Q" Btu/hr	
SE	INTERIOR							
	CORREDIZO	10x2.8	28	301	0.14	20	843	
SO	EXTERIOR	2x2.8	5.6	60	0.38	40	912	
NO	EXTERIOR	10x2.8	(28-9)=19	204	0.38	40	3100	
NO	CRISTAL	(1.5x1.5)4	9	97	0.57	40	2112	
NE	EXTERIOR	7.5x2.8	21	226	0.38	40	3435	
	TECHO	10x15	75	807	0.39	40	12590	
PERDIDAS POR CONDUCCION								
INFILTRACION				BTU/hr = 23,000				
① METODO POR RENDIJAS		② METODO POR SUPERFICIE		METODO ①	METODO ②	PCM		
VENTANAS	FI. x _____	FI ² x _____	FI ² x _____	_____	_____	_____		
	FI. x _____	FI ² x _____	FI ² x _____	_____	_____	_____		
	FI. x _____	FI ² x _____	FI ² x _____	_____	_____	_____		
PUERTAS	FI. x _____	FI ² x _____	FI ² x _____	_____	_____	_____		
	FI. x _____	FI ² x _____	FI ² x _____	_____	_____	_____		
	FI. x _____	FI ² x _____	FI ² x _____	_____	_____	_____		
TRAGALUZ	FI. x _____	FI ² x _____	FI ² x _____	_____	_____	_____		
				TOTAL *				
VENTILACION				X FACTOR DE TEMP. GRADIENTE.				
Nº DE OCUP	40	x	15	PCM =	600	AIRE EXT.	600 PCM x 20° F x 1.08 = 12960	
SUP. DE PISO	_____	FI ² x	_____	PCM =	_____	INFILTR.	_____ PCM x _____° F x 1.08 = _____	
						FACTOR DE SEGURIDAD	10 % = 3596	
						PERDIDAS TOTALES DE CALOR.	Btu/h = 39556	
HUMIDIFICACION								
PCM		PCM		DIF.		AGUA EVAPORADA		
(INF. + A.E.) x (GR/lb)						lb/hr		
_____		_____		_____		_____		
		1580						
				UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		ENEP ARAGON		
				TESIS PROFESIONAL				
				SISTEMA DE ALFONSO MORALES LEDESMA				
				CALEFACCION GEN. 86 - 90 N:CTA8312241-1				
ESC: _____		ACOT: _____		FECHA:		PLANO: _____		

ESTIMACION DE LA CARGA DE CALEFACCION					CONDICIONES DEL PROYECTO		PROYECTO:	O.T.
		EXT	INT	DIF	PLANTA:			
Tba	°F	30	70	40	LOCALIZACION: EL "CHICO" HIDALGO			
Tbh	°F				LATITUD: 20° 08'			
W	Gr/lb	26	73	47	LOCAL: SALON DE USOS MULTIPLES			
g	%	80	50		FECHA: HOJA 3 DE 4			
ORIENT	TIPO DE MURO	DIMENS LXL	AREA m ² (m x m)	AREA (m ² x 10.76) Ft ²	COEF. TRANSF "U" Bju/hft ² °F	DIF. TEMP. (TINT-TEXT) °F	CALOR TRANS. POR CONDUCCION "Q" Btu/h	
SE	EXTERIOR	6x2.8	(17-4.5)=12.5	135	0.38	40	2006	
SE	CRISTAL	(1.5x1.5)2	4.5	48	0.57	40	1094	
SO	INTERIOR	9.5x2.8	26.6	286	0.32	20	1830	
NO	INTERIOR A SANITARIOS	6x2.8	16.8	181	0.32	20	1158	
NE	EXTERIOR	4x2.8	11.2	120	0.38	40	1824	
	TECHO	6x9.5	57	613	0.39	40	9563	
					PERDIDAS POR CONDUCCION			
					INFILTRACION			
					BTU/hr = 17,535			
① METODO POR RENDIJAS		② METODO POR SUPERFICIE		METODO ①	METODO ②			PCM
VENTANAS	Fi. x	Fi ² x						
	Fi. x	Fi ² x						
	Fi. x	Fi ² x						
PUERTAS	Fi. x	Fi ² x						
	Fi. x	Fi ² x						
	Fi. x	Fi ² x						
TRAGALUZ	Fi. x	Fi ² x						
				TOTAL *				
VENTILACION				X FACTOR DE TEMP. GRADIENTE.				
Nº DE OCUP	10	x	15	PCM = 150	AIRE EXT. 150 PCM x 30° F x 1.08	3240		
SUP. DE PISO		x	Fi ² x	PCM =	INFILTR. PCM x ° F x 1.08			
					FACTOR DE SEGURIDAD 1.0 %	2078		
					PERDIDAS TOTALES DE CALOR. Btu/h	22853		
HUMIDIFICACION								
PCM		PCM	DIF.	AGUA EVAPORADA				
(INF. + A.E) x (GR/lb)				lb/hr				
		1580						
				UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	ENEP ARAGON			
				TESIS PROFESIONAL				
				SISTEMA DE CALFACCION	ALFONSO MORALES LEDESMA GEN. 86 - 90 N:CTA8312241-1			
ESC: _____		ACOT: _____		FECHA: _____		PLANO: _____		

ESTIMACION DE LA CARGA DE CALEFACCION

CONDICIONES DEL PROYECTO

PROYECTO: O.T.

PLANTA:

T _{bb}	°F	30	70	40	LOCALIZACION: EL "CHICO" HIDALGO
T _{hh}	°F				LATITUD: 20°08'
W	gr/lb	26	73	47	LOCAL: ADMINISTRACION
φ	%	80	50		FECHA: HOJA 4 DE 4

ORIENT	TIPO DE MURO	DIMENS LXL	AREA m ² (m x m)	AREA (m ² x 10.76) F ₁₂	COEF. TRANSF "U" Btu/hft ² °F	DIF. TEMP. (TINT-TEXT) °F	CALOR TRANS. POR CONDUCCION "Q" Btu/h
SE	INTERIOR	7x2.8	19.6	211	0.32	20	1350
	ASANTAROS						
SE	EXTERIOR	3x2.8	(8.4-1.2)=7.2	77	0.38	40	1170
SE	CRISTAL	0.8x1.5	1.2	13	0.57	40	296
SO	EXTERIOR	9.5x2.8	(27-2.5)=24	258	0.38	40	3922
SO	CRISTAL	1.5x1.5	2.25	24	0.57	40	547
NO	EXTERIOR						
	DEGINAS	10x2.8	(28-4.8)=21	226	0.38	40	3435
NO	CRISTAL	(1.5x1.5)3	6.5	73	0.57	40	1664
NE	EXTERIOR	(2x2.8)	5.6	67	0.38	40	916
	TECHO	10x9.5	95	1022	0.39	40	15943

PERDIDAS POR CONDUCCION

INFILTRACION				BTU/h = 31,793		
① METODO POR RENDIJAS		② METODO POR SUPERFICIE		METODO ①	METODO ②	PCM
VENTANAS	Fi. x	_____	F ₁₂ x	_____	_____	_____
	Fi. x	_____	F ₁₂ x	_____	_____	_____
	Fi. x	_____	F ₁₂ x	_____	_____	_____
PUERTAS	Fi. x	_____	F ₁₂ x	_____	_____	_____
	Fi. x	_____	F ₁₂ x	_____	_____	_____
	Fi. x	_____	F ₁₂ x	_____	_____	_____
TRAGALUZ	Fi. x	_____	F ₁₂ x	_____	_____	_____
	Fi. x	_____	F ₁₂ x	_____	_____	_____
TOTAL =						

VENTILACION

X FACTOR DE TEMP. GRADIENTE.

NP DE OCUP	18	x	15	PCM = 270	AIRE EXT. 270 PCM x 20 °F x 1.08	5832
SUP. DE PISO	_____	F ₁₂ x	_____	PCM = _____	INFILTR. _____ PCM x _____ °F x 1.08	
					FACTOR DE SEGURIDAD 1.0 %	3763
PERDIDAS TOTALES DE CALOR, Btu/h						41398

HUMIDIFICACION

PCM	PCM	DIF.	AGUA EVAPORADA
(INF. + A.E) x (GR / lb)			lb / h
1980			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	E N E P ARAGON
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DE CALEFACCION	ALFONSO MORALES LEDESMA GEN. 86 - 90 N:CTAB312241-1
ESC: _____	ACOT: _____
FECHA: _____	PLANO: _____

2.6 CANTIDAD DE AJRE SUMINISTRADO

Cuando un espacio se requiere a una temperatura T_i , el aire que se suministra debe tener una temperatura mayor con objeto de que al enfriarse hasta T_i , proporcione el calor suficiente para compensar las fugas de calor que se originen por conducción a través de pisos, techos, muros, por infiltraciones, etc.

La cantidad de calor que el aire proporciona al enfriarse desde la temperatura de entrada (T_{iny}) a la temperatura del espacio (T_i) puede calcularse con la siguiente expresión:

$$q = 1.08 V (T_{iny} - T_i) \quad (2.4) \quad \text{Dónde:}$$

q = Cambio de calor sensible del aire proporcionado en Btu/hr

V = Ft³/min de aire necesario

T_{iny} = Temperatura de entrada del aire °F

T_i = Temperatura requerida en el espacio °F

2.6.1 CANTIDAD DE AJRE SUMINISTRADO A LAS AULAS 1, 2, 3 y 4

$$q = 1.08 V (T_{iny} - T_i)$$

$$q = 39\,556 \text{ Btu/hr}$$

$$T_{iny} = 90 \text{ °F}$$

$$T_i = 70 \text{ °F}$$

$$V = \frac{q}{1.08 (T_{iny} - T_i)} \quad (\text{PCM})$$

$$V = \frac{39\,556}{1.08 (90 - 70)} = 1831 \times 2 = 3662 \text{ PCM}$$

2.6.2 CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO AL SALON DE USOS MULTIPLES

$$q = 1.08 V (T_{iny} - T_L)$$

$$q = 22\ 853 \text{ Btu/hr}$$

$$T_{iny} = 90\text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_L = 70\text{ }^\circ\text{F}$$

$$V = \frac{q}{1.08 (T_{iny} - T_L)} \text{ (PCM)}$$

$$V = \frac{22\ 853}{1.08 (90 - 70)} = 1058 \text{ PCM}$$

2.6.3 CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO A LA ADMINISTRACION

$$q = 1.08 V (T_{iny} - T_L)$$

$$q = 41\ 388 \text{ Btu/hr}$$

$$T_{iny} = 90\text{ }^\circ\text{F}$$

$$T_L = 70\text{ }^\circ\text{F}$$

$$V = \frac{q}{1.08 (T_{iny} - T_L)} \text{ (PCM)}$$

$$V = \frac{41\ 388}{1.08 (90 - 70)} = 1916 \text{ PCM}$$

Estos datos nos sirven para seleccionar el equipo para manejo de aire (UMA), para hacer la distribución de aire y para el dimensionamiento de ductos, lo cual se tratará en capítulos posteriores.

2.7 CALCULO DE HUMEDAD

La tabla II.6 siguiente, proporciona la humedad producida por el cuerpo humano en algunas actividades

ACTIVIDAD	HUMEDAD (Lb/hr)
Descanso	0.2
Trabajo normal	0.4
Trabajo pesado	0.6

Tabla II. 6

CALCULO DE HUMEDAD CON ENTRADA DE AIRE EXTERIOR

Con inyección o extracción de aire forzado, el número de cambios en un edificio se incrementará desde 3 veces por hora. La siguiente fórmula será usada para calcular los requerimientos de humedad donde una cantidad positiva de aire exterior es introducida dentro del espacio por medio del equipo manejador de aire.

$$H = \frac{PCM \times (W_2 - W_1)}{16.7} \times C \quad (2.5) \text{ donde:}$$

H = Libras de humedad por hora requeridos para mantener las condiciones de diseño interior.

PCM = Volumen de aire en pies cúbicos por minuto que va a ser humidificado.

W = Libras de humedad en 1000 pies cúbicos de aire a las condiciones deseadas en el espacio (tabla II. 7)

C = Porcentaje de aire exterior manejado en el momento de máxima carga de humidificación, y se calcula de la siguiente manera.

$$C = \frac{\text{Cantidad de aire exterior (PCM)}}{\text{Cantidad de aire suministrado (PCM)}} \quad (2.6)$$

2.7.1 CALCULO DE HUMEDAD PARA LAS AULAS 1, 2, 3 Y 4

$$H = \frac{\text{PCM} \times (W_2 - W_1) \times C}{16.7} \quad (\text{lb/hr})$$

$$V = 1831 \text{ PCM}$$

W_1 y W_2 se obtienen respectivamente de la tabla II. 7

$$\begin{aligned} W_1 \text{ a cond. ext. con:} \\ T_{bs} = 30^\circ\text{F y } \phi = 80\% \quad \therefore W_1 = 0.212 \text{ lb/lba} \end{aligned}$$

$$\phi = 80\%$$

$$\begin{aligned} W_2 \text{ a cond. int. con:} \\ T_{bs} = 70^\circ\text{F y } \phi = 50\% \quad \therefore W_2 = 0.576 \text{ lb/lba} \end{aligned}$$

$$C = 33\% \quad C = \frac{600 \text{ (PCM)}}{1831 \text{ (PCM)}} = 0.3276$$

$$H = \frac{1831 \times (0.576 - 0.212) \times 0.33}{16.7} = 13.17 \text{ lb/hr} \times 2 = 26.34 \text{ lb/hr}$$

Humedad proporcionada por los ocupantes

Trabajo normal --- 0.4 lb/hr

No. de ocupantes = 40 personas \therefore

$$\begin{aligned} 40 \times 0.4 &= 16 \text{ lb/hr} \times 2 \\ &= 32 \text{ lb/hr} \end{aligned}$$

2.7.2 CALCULO DE HUMEDAD PARA EL SALON DE USOS MULTIPLES.

$$H = \frac{PCM \times (W2 - W1) \times C}{16.7} \quad (\text{Lb/hr})$$

$$V = 1058 \text{ PCM}$$

$$W1 = 0.212 \text{ lb/lba}$$

$$W2 = 0.576 \text{ lb/lba}$$

$$C = 14\%$$

$$C = \frac{150 \text{ (PCM)}}{1058 \text{ (PCM)}} = 0.14$$

$$H = \frac{1058 \times (0.576 - 0.212) \times 0.14}{16.7} = 3.22 \text{ lb/hr}$$

Humedad proporcionada por los ocupantes

Trabajo normal - 0.4 lb/hr

No. de ocupantes = 10 personas

$$10. \times 0.4 = 4 \text{ lb/hr}$$

2.7.3 CALCULO DE HUMEDAD PARA LA ADMINISTRACION

$$H = \frac{PCM \times (W2 - W1) \times C}{16.7} \quad (\text{Lb/hr})$$

$$V = 1916 \text{ PCM}$$

$$W1 = 0.212 \text{ lb/lba}$$

$$W2 = 0.576 \text{ lb/lba}$$

$$C = 14\%$$

$$C = \frac{270 \text{ (PCM)}}{1916 \text{ (PCM)}} = 0.14$$

$$H = \frac{1916 \times (0.576 - 0.212) \times 0.14}{16.7} = 5.84 \text{ lb/hr}$$

Humedad proporcionada por los ocupantes

Trabajo normal - 0.4 lb/hr

No. de ocupantes = 18 personas ∴

$$18 \times 0.4 = 7.2 \text{ lb/hr}$$

De los resultados obtenidos se concluye que:

No es necesario la utilización de humidificadores, dado que la humedad que se requiere en el aire la están proporcionado los ocupantes de los locales acondicionados.

Por otra parte la zona del Mineral del "Chico" Hidalgo, es un lugar predominantemente húmedo.

III. DISTRIBUCION DE AIRE

3.1 GENERALIDADES

La misión de un sistema de conductos es transmitir el aire desde el aparato acondicionador hasta el espacio que va a ser acondicionado.

Para cumplir esta misión de forma práctica, deben seguirse una serie de recomendaciones y consideraciones que el diseñador debe tomar en cuenta para que el proyecto se lleve de la mejor forma. Empecemos nombrando la manera en que se clasifican los sistemas de conductos de aire.

CLASIFICACION

Los sistemas de conductos de impulsión y de retorno se clasifican atendiendo a la velocidad y presión del aire dentro del conducto.

AI VELOCIDAD

Existen dos tipos de sistemas de transmisión empleados en el acondicionamiento de aire. Los de baja velocidad o sistemas convencionales y los de alta velocidad.

a.1 Baja velocidad.-Más de 2500 PPM, normalmente entre 1200 y 2200 PPM.

a.2 Alta velocidad.-Más de 2500 PPM.

Normalmente los sistemas de retorno de aire, tanto para baja como para alta velocidad de impulsión, se proyectarán siempre como sistemas de baja velocidad.

BI PRESION

Los sistemas de distribución de aire se dividen en tres categorías en cuanto a la presión del aire en el ducto: Baja, media y alta presión. Esta clasificación corresponde a la misma que utilizan los ventiladores, que clasificamos como clase I, clase II, clase III en la forma siguiente:

- b.1 *Baja presión: Hasta 3 3/4 Pulg. de agua (hasta 90 mm c.a.) (clase I)*
- b.2 *Media presión: De 3 3/4 a 6 3/4 Pulg. de agua (desde 90 hasta 180 mm c.a.) (clase II).*
- b.3 *Alta presión: De 6 3/4 a 12 1/4 Pulg. de agua (desde 180 hasta 300 mm c.a.) (clase III).*

Para este Proyecto se empleará un sistema de baja velocidad y baja presión, dado que los rangos empleados se apegan a esta clasificación.

3.2 METODOS DE CALCULO PARA DIMENSIONAR EL SISTEMA DE DUCTOS

Por regla general en el proyectos de cualquier sistema de ductos se procura que el tendido sea lo más sencillo posible y simétrico. Las rejillas de inyección se sitúan en puntos adecuados para proporcionar una correcta distribución de aire. Deben evitarse las obstrucciones del edificio, o del equipo industrial en su caso.

El cálculo de un sistema de baja velocidad puede hacerse por uno de los tres métodos siguientes:

3.2.1 METODO DE REDUCCION DE VELOCIDAD.

Este método incluye una selección arbitraria de la velocidad inicial con velocidades progresivamente inferiores a través de todo el sistema. Debido a que es un procedimiento poco usado, omitiremos la información de diseño.

3.2.2 METODO DE RECUPERACION ESTÁTICA

En este método se reduce la velocidad en cada ramal o en cada salida, de tal modo que la recuperación de presión estática debida a la reducción de velocidad es exactamente igual a la pérdida de fricción en la sección siguiente y conservando en consecuencia una presión estática teóricamente constante en todos los ramales y salidas. Este es un método preferido para sistemas de alta velocidad en donde las presiones son un gran porcentaje de la presión total.

3.2.3 METODO DE IGUAL FRICCION

Para los sistemas de baja presión se prefiere utilizar el método de igual fricción debido a que es el más sencillo y más adecuado para la mayoría de las aplicaciones de aire acondicionado. El principio de este sistema es hacer con las pérdidas de presión por pie o por metro de longitud sean iguales a lo largo del sistema, obteniéndose los mejores resultados cuando los ramales son simétricos. Para balancear el sistema es necesario equipar los ramales con compuertas adecuadas.

En este proyecto se utilizará este método por las características ya señaladas.

3.3 DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE DUCTOS

Para el diseño del sistema de ductos empleado en este proyecto se siguió el siguiente procedimiento:

- a) En los dibujos o planos del edificio seleccionese el lugar más adecuado para colocar las unidades de acondicionamiento de aire, procurando que estén lo más cerca posible del centro de distribución. Para este proyecto se proporcionaron los lugares disponibles para los cuartos de máquinas (cuarto de Máquinas No. 1 y 2). Se anexa dibujo de ubicación de equipo en cuarto de máquinas. Figura 3.a
- b) El aire deberá conducirse en la forma más directa posible y a la velocidad seleccionada para lograr los resultados deseados con el mínimo de ruido, con el menor consumo de energía y con el material y el espacio más adecuado.
- c) Localizar las salidas de aire para proporcionar la distribución de aire más adecuada.
- d) Suministrar el volumen de aire para cada local de acuerdo con la carga térmica correspondiente.
- e) Determinar la cantidad, tamaño y tipo de cada rejilla de inyección, basándose en el volumen de aire y el alcance deseado.
- f) Dimensionar el sistema de ductos empleando la tabla de velocidades en ductos, (Tabla III. 1) seleccionese la velocidad para obtener un nivel de ruido aceptable, esta velocidad deberá ser menor que la velocidad de salida del ventilador.
- g) La caída de presión en ductos y accesorios se calcula de la siguiente manera:

En la figura 3.b se lee la pérdida de carga en milímetros columna de agua por metro de longitud equivalente del conducto (mm c.a./m de L.E.), para determinar la fricción promedio en ductos, se multiplica la longitud equivalente del circuito más largo, por la pérdida de carga deducida de la figura 3.b. La longitud total equivalente del conducto incluye: ducto de inyección, ducto de retorno, codos y transformaciones.

Para determinar la caída de presión estática total del sistema, se tienen que incluir la caída en difusor, rejilla de retorno, filtros serpentines y caja de mezcla. Estos datos se obtienen de los respectivos catálogos de fabricantes.

Con la caída de presión estática total, y la cantidad de suministro de aire, se selecciona el tipo de ventilador y la capacidad del motor.

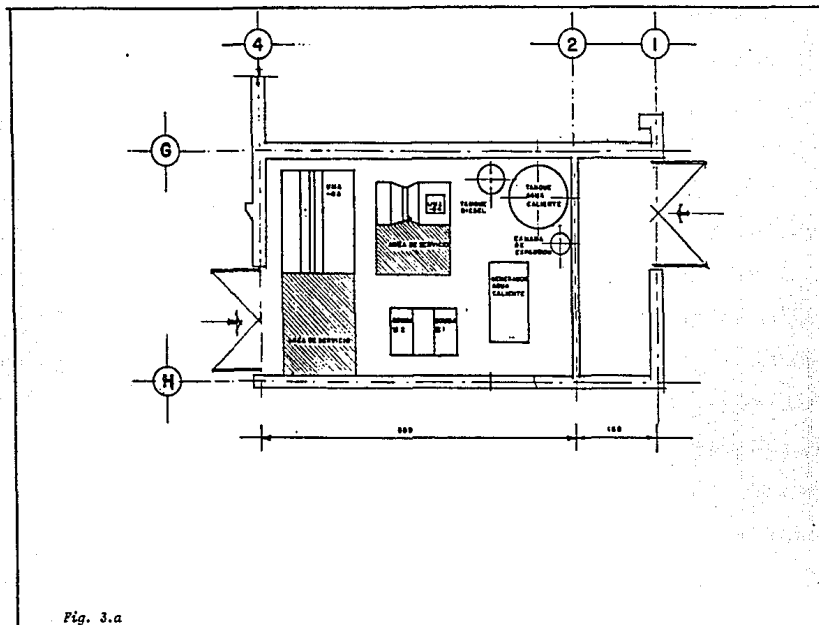


Fig. 3.a

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		ENEP ARAGON	
	TESIS PROFESIONAL			
	SISTEMA DE CALEFACCION		ALFONSO MORALES LEDESMA	
			GEN. 88 - 90 N-CTA312241-1	
	UBICACION DE EQUIPO EN CUARTO DE MAQUINAS.			
ESC. 1:30	ACOT. CMB.	FECHA	PLANO	

3.4 CALCULO DE CAJDA DE PRESION ESTATICA

UMA-01	MODELO AV-50 FC	MARCA YORK RECORD
CAUDAL DE AGRE	1840 PCM	LOCAL AULAS 1 Y 2

CAJDA DE PRESION EN DUCTOS Y ACCESORIOS:

Ducto de inyección 1.5-9.5-1.7.....= 12.70 (Longitud)	
Ducto de retorno 1.5+3.5+2+6.5.....= 13.50 (Longitud)	
Codo de 90° (5) x 5 (L.E).....= 25.00	
Codo de 45° (1) x --- (L.E).....=	
Transformaciones (9) x 2 (L.E).....= 18.00	
SUBTOTAL.....= 69.20 m	

FRICCION PROMEDIO DUCTOS Y ACCE= 0.09 mm c.a. / mde L.E.

CAJDA TOTAL EN DUCTOS Y ACCESORIOS....= 69.2 x 0.09
.....= 6.228 mm c.a.

CAJDA DE PRESION ESTATICA TOTAL:

Ductos y accesorios.....= 6.228	
Difusor= 3.810	
Rejillas de retorno.....= 3.810	
Filtros lavables.....= 2.032	
Serpentines de calefacción.....= 2.032	
Caja de mezcla.....= 1.270	

TOTAL = 19.182 mm c.a.

F.C.= $\frac{Pbar. lugar}{Pbar. Standar} = ; \frac{22.56 Pulg. Hg}{29.92 Pulg. Hg} ; F.C. = 0.75$

CAJDA TOTAL (STANDAR) = $\frac{Cajda estatica total}{F.C.} = \frac{19.182}{0.75}$
= 25.576 mm. c.a.
= 1.0 Pulg. c.a.

LIMA-02

MODELO AV-50 FC

MARCA YORK RECORD

CAUDAL DE AIRE

1840 PCM

LOCAL AULAS 3y 4

CAIDA DE PRESION EN DUCTOS Y ACCESORIOS:

Ducto de inyección (Longitud)	$1.5+2+7.5+7.3+1.6...$	=	19.90
Ducto de retorno (Longitud)	$1.5+2.9+5.5+7.1...$	=	17.70
Codo de 90° (7) x 5 (L.E.)		=	35.00
Codo de 45° (---) x --- (L.E.)		=	---
Transformaciones (7) x 2 (L.E.)		=	14.00
	SUBTOTAL.....	=	85.90 m

FRICCION PROMEDIO DUCTOS Y ACCESORIOS.. = 0.09 mm c.a./m de L.E.

CAIDA TOTAL EN DUCTOS Y ACCESORIOS..... = 85.9×0.09
 = 7.731 mm c.a.

CAIDA DE PRESION ESTATICA TOTAL:

Ductos y accesorios	=	7.731
Difusores.....	=	3.810
Rejillas de retorno.....	=	3.810
Filtros lavables.....	=	2.032
Serpentines de calefacción.....	=	2.032
Caja de mezcla.....	=	1.270

TOTAL = 20.685 mm c.a.

$$F.C. = \frac{P \text{ bar. lugar}}{P \text{ bar. standar}} ; = \frac{22.56 \text{ Pulg. Hg.}}{29.92 \text{ Pulg. Hg.}} ; F.C. = 0.75$$

$$\begin{aligned} \text{CAIDA TOTAL (ESTANDARI)} &= \frac{\text{Caida estática total}}{F.C.} = \frac{20.685}{0.75} \\ &= 27.580 \text{ mm c.a.} \\ &= 1.08 \text{ Pulg. c.a.} \end{aligned}$$

UMA-03

MODELO AV-70 FC

MARCA YORK RECORD

CAUDAL DE AJRE

1916 PCM

LOCAL AREA ADMINISTRATIVA

CAIDA DE PRESION EN DUCTOS Y ACCESORIOS:

Ducto de inyección 1.5+2.8+15.3+4.2... = 23.80
(Longitud)

Ducto de retorno 1.5+2+10.7+3.8+2.5... = 20.50
(Longitud)

Codo de 90° (7) x 5 (L.E.)... = 35.00

Codo de 45° (---) x --- (L.E.)... = ---

Transformaciones (7) x 2 (L.E.)... = 14.00

SUBTOTAL... = 93.30 m

FRICCION PROMEDIO EN DUCTOS Y ACCESORIOS = 93.30×0.09
..... = 8.397 mm c.a.

CAIDA DE PRESION ESTATICA TOTAL:

Ductos y accesorios.....	=	8.397
Difusores.....	=	3.810
Rejilla de retorno.....	=	3.810
Filtros lavables.....	=	2.540
Serpentine de calefacción.....	=	2.032
Caja de mezcla.....	=	1.270

TOTAL = 21.859

F.C. = $\frac{P_{bar. lugar}}{P_{bar. standar}}$; = $\frac{22.56 \text{ Pulg. Hg}}{29.92 \text{ Pulg. Hg}}$; F.C. = 0.75

CAIDA TOTAL (ESTANDAR) = $\frac{Caída estática total}{F.C.} = \frac{21.859}{0.75}$

= 29.140 mm c.a.
= 1.15 Pulg. c.a.

UM1-04

MODELO AV-35 FC

MARCA YORK RECORD

CAUDAL DE AGUA

1060 PCM

LOCAL SALON DE USOS MULT.

CAJADA DE PRESION EN DUCTOS Y ACCESORIOS:

Ducto de inyección 1.5+5.4+2.1.....= 9.00
(Longitud)

Ducto de retorno 1.5+2.3+2.5+3.5.....= 9.80
(Longitud)

Codo de 90° (3) x 5 (L.E.)= 15.00

Codo de 45° (2) x 2.5 (L.E.)= 5.00

Transformaciones (4) x 2 (L.E.)= 8.00

SUBTOTAL...= 46.80 m

FRICCION PROMEDIO EN DUCTOS Y ACCESORIOS.= 0.10 mm c.a./m de L.E.

CAJADA TOTAL EN DUCTOS Y ACCESORIOS.....= 46.80 x 0.10

.....= 4.680 mm c.a.

CAJADA DE PRESION ESTATICA TOTAL:

Ductos y accesorios.....= 4.680

Difusores.....= 3.810

Rejillas de retorno.....= 3.810

Filtros lavables.....= 2.540

Serpentines de calefacción.....= 2.032

Caja de mezcla.....= 1.270

TOTAL = 18.142 mm c.a.

F.C. = $\frac{\text{Pban. Lugar}}{\text{Pban. standar}}$; = $\frac{22.56 \text{ Pulg. Hg.}}{29.92 \text{ Pulg. Hg.}}$; F.C. = 0.75

CAJADA TOTAL (ESTANDAR) = $\frac{\text{Caida estática total}}{\text{F.C.}}$ = $\frac{18.142}{0.75}$

= 24.189 mm c.a.
= 0.95 Pulg. c.a.

3.5 CUANTIFICACION DE LAMINA Y AISLAMIENTO DE DUCTOS

LOCAL: AULAS 1 Y 2

SERVICIO: UMA-01

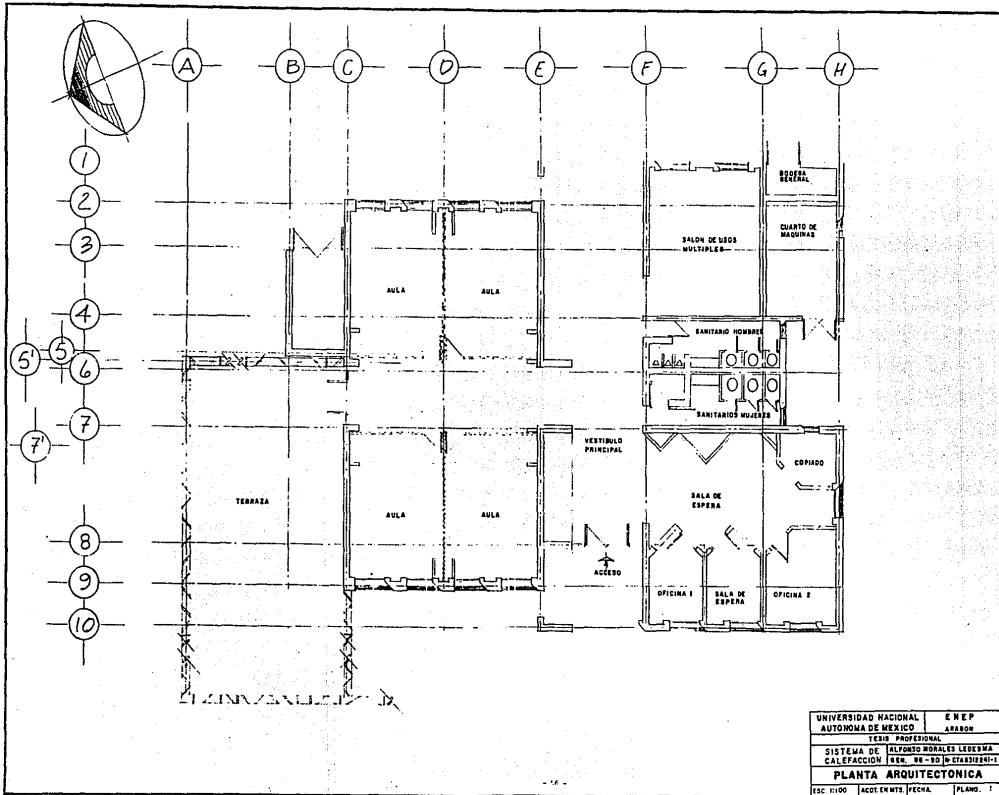
FLUJO DE AIRE. PCM	DUCTO PLGxPLG	SEMIPER. PLG	L m	PESO Kg/m	PESO TOTAL Kg	AISL. 1" m ² /m	TOTAL m ²
INYECCION							
1840	20x12	32	4.1	11.60	47.0	1.70	6.97
1380	18x10	28	2.4	10.00	24.0	1.50	3.60
920	16x7	23	2.6	8.26	21.5	1.25	3.25
460	10x6	16	2.5	5.75	14.5	0.90	2.25
230	7x6	13	9.6	4.68	45.0	0.75	7.20
RETORNO							
1232	16x10	26	9.0	9.35	84.0	1.40	12.60
924	15x8	23	1.4	8.26	11.6	1.25	1.75
616	10x8	18	2.0	6.48	13.0	1.00	2.00
308	5x8	13	1.5	4.68	7.0	0.75	1.13
TOTAL					268 Kg	41m²	

Nota : datos obtenidos de la tabla III.2

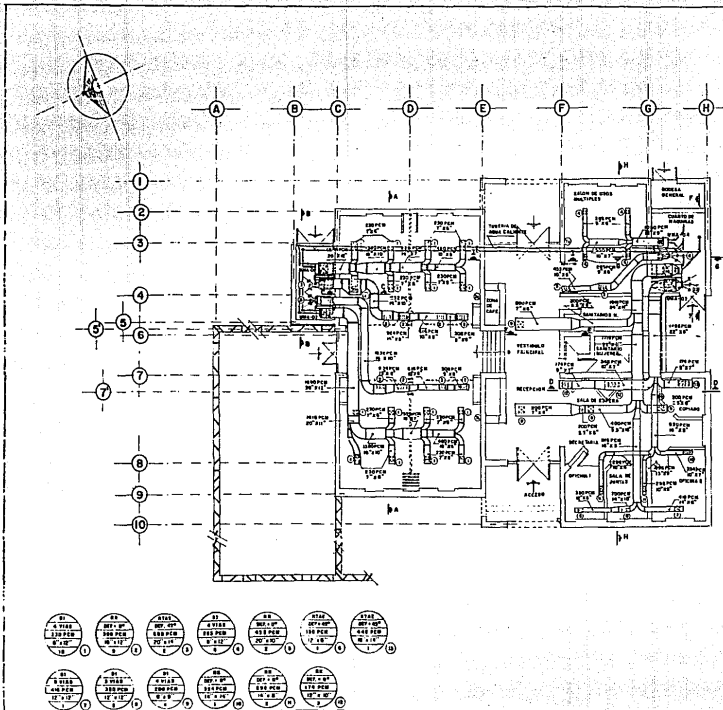
LOCAL: AULAS 3 Y 4		SERVICIO: UNA-02					
FLUJO DE AIRE. PCM	DUCTO PLGxPLG	SEMIPER. PLG	L m	PESO Kg/m	PESO TOTAL Kg	AISL. 1" m ² /m	TOTAL m ²
INYECCION							
1840	20x12	32	11.0	11.50	127	1.70	18.70
1610	20x11	31	0.5	11.12	5.80	1.65	0.85
1380	18x10	28	2.7	10.00	27.00	1.50	4.05
920	16x7	23	2.4	8.26	19.90	1.25	3.00
460	10x6	16	2.7	5.75	15.5	0.90	2.43
230	7x6	13	10.3	4.68	48.2	0.75	7.73
RETORNO							
1232	16x10	26	12.0	9.35	112.2	1.40	12.60
924	15x8	23	1.7	8.26	14.0	1.25	2.13
616	10x8	18	2.7	6.48	17.5	1.00	2.70
308	5x8	13	1.5	4.68	7.0	0.75	1.13
TOTAL					394 Kg	60m²	

LOCAL:		AREA ADMINISTRATIVA		SERVICIO:		UMA-03	
FLUJO DE AIRE. PCM	DUCTO PLGxPLG	SEMIPER. PLG	L m	PESO Kg/m	PESO TOTAL Kg	AISL. 1" m ² /m	TOTAL m ²
INYECCION							
1916	24x11	35	7.3	12.58	91.9	1.65	13.50
200	7x6	13	8.0	4.68	37.5	0.75	6.0
1716	22x11	33	5.0	11.84	59.2	1.75	8.75
400	5.5x16	22	3.6	7.89	28.4	1.20	4.32
200	7x6	13	4.5	4.68	21.1	0.75	3.40
200	5.5x2.8	14	1.8	5.05	9.1	0.80	1.44
1116	16x9	25	6.0	8.96	53.8	1.35	8.10
700	14x10	24	1.7	8.64	14.7	1.30	2.21
350	12x6	18	2.5	6.48	16.2	1.00	2.50
416	14x6	20	3.1	7.21	22.4	1.10	3.41
RETORNO							
1468	22x9	31	9.5	11.12	105.7	1.65	15.68
348	10x7	17	3.3	6.10	20.2	0.95	3.14
174	5x7	12	2.5	4.31	10.8	0.70	1.75
174	5x7	12	2.4	4.31	10.4	0.70	1.70
950	16x8	24	4.4	8.64	38.0	1.30	5.72
298	10x6	16	6.0	5.75	34.5	0.90	5.40
298	10x6	16	2.4	5.75	13.8	0.90	2.16
596	13x9	22	0.8	7.89	6.3	1.20	0.96
354	10x7	17	2.5	6.10	15.3	0.95	2.40
TOTAL					609 Kg	93m²	

LOCAL:		SALON DE USOS MULTIPLES		SERVICIO:		UMA-04	
FLUJO DE AIRE. PCM	DUCTO PLGxPLG	SEMIPER. PLG	L m	PESO Kg/m	PESO TOTAL Kg	AISL. 1" m ² /m	TOTAL m ²
INYECCION							
1060	15x9	24	3.9	8.64	33.7	1.30	5.0
530	10x7	17	3.0	6.10	18.3	0.95	2.85
265	9x6	15	6.2	5.39	33.5	0.85	5.27
RETORNO							
910	15x8	23	7.3	8.28	60.3	1.25	9.13
455	10x6	16	2.0	5.75	11.5	0.90	1.80
TOTAL					157 Kg	24m²	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	E N E P SHADON
TITULO PROFESIONAL	
SISTEMA DE ALFONSO ROSALES LEDEMA	
CALEFACCION SER. 86-90 D-CT4832284-1	
PLANTA ARQUITECTONICA	
ESC. 0100	ACOT EN MTS FECHA. PLANO. 1



NOTAS GENERALES

- 1.- LAS DIMENSIONES INDICADAS DE TODOS LOS DUCTOS SON LINEAS INTERIORES EN POLICARBONATO Y CELULSA INSULADA EN PLACAS POR PERALTE.
- 2.- LAS UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE LLENARÁN UNOSES PERFORADOS DE LARGA ANCHURA EN LA SECCION Y OBTENDRAN FORMA CUADRADA EN LOS DUCTOS.
- 3.- TODOS LOS DUCTOS DE AIRE ATENUADO SE HAN COLOCADOS EN LAMINAS GALVANIZADAS RECUBIERTAS CON ASBESTO TERCIO DE UN TOTALINO.
- 4.- LAS UNIDADES DE LOS TRAMOS DE DUCTOS SE HAN DISEÑADO PROFESIONALMENTE PARA ENTORNOS FRÍOS DE AIRE EN SU OPERACION.
- 5.- LA LOCALIZACION EXACTA DE LOS RIFADORES Y REJILLAS ESTARAN DISEÑADAS A LA NOMOLOGIA DEL PLANTIN Y LOCALIZACION DE LABORABLES.
- 6.- EL TERMINADO Y MANTENIMIENTO DE CADA UNIDAD SERAN ENCARGOS A 10 CM. DE ALTO Y, DE ACUERDO DONDE SE MUESTRE EN PLANOS DE PROYECTO.

SIMBOLOGIA



- A. AL - RIFADOR DE INYECCION
 B. REJILLA DE RETORNO
 AS - REJILLA DE EXTRACCION
 FSA - REJILLA DE TUBO DE AIRE EXTERNO
 SA - REJILLA DE INYECCION
 SA - REJILLA DE PASO
- R. D.F. - MOVIMIENTO DE VIENTO
 EC - CON CONEXION DE VOLADORS
 P.F. - MOVIDA PLATA
 RA - MOVIDA ASISTIDA
 RYMO - NO MOVIDA DUBLE BARRAS

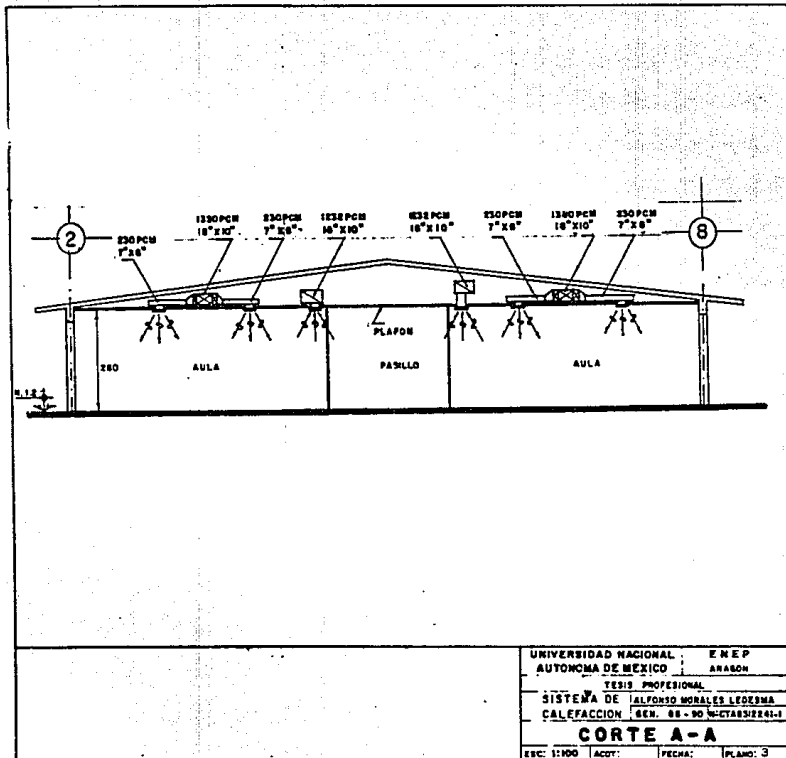
- C. CAJON DE AIRE
 D. DIMENSIONES DE POLICARBONATO
 E. - BARRERAS DE UNIDADES
 F. - TERMINADO DE CEMENTO
 G. - MOVIMIENTO DE CEMENTO
 H. - DUCTO DE INYECCION
 I. - DUCTO DE RETORNO
 J. - INYECCION
 K. - CONEXION EN DUCTO POR BALANCEO DE COMPRESION

NOMENCLATURA

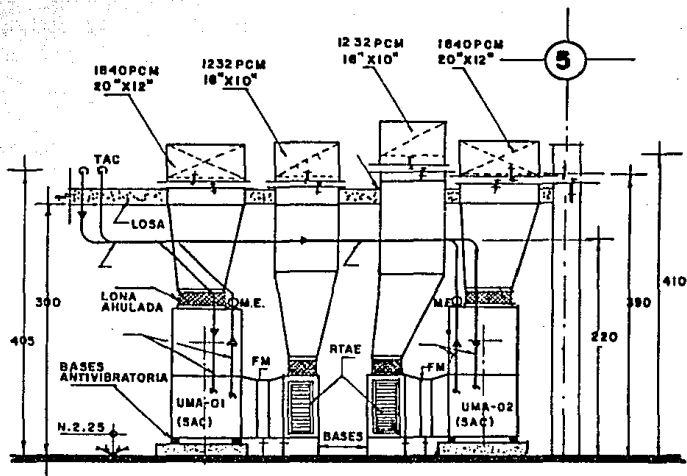
- P.C.B. - PIES CUADROS POR MINUTO
 W.B. - MOVIMIENTO ADERENTE DE AIRE
 R.F. - BARRERAS DE FLEDO
 W. - VALVULA DE MANDO
 V.S. - MOVIDA DE PASO
 T. - TERMINADO
 D.E. - REDUCCION CONEXION
 S.A. - TERMINADO DE ANEA CALIENTE
 T.A.C. - TUBERIA DE ANEA CALIENTE
- R.P.T. - NIVEL DE VIENTO FORTALECIDO
 P.F. - PANTO METALICO
 W. - MOVIDA DE COMPRESION
 W. - VALVULA DE RETORNO
 B. - BARRERAS
 T. - TUBERIA MOVIDA
 W. - MOVIDA DE RETORNO
 W.A. - MOVIDA ASISTIDA DE ANEA CALIENTE



UNIVERSIDAD NACIONAL	E R C P
AUTONOMA DE MEXICO	ABASIS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
SISTEMA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD	SISTEMA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD
CALIFICACION EN INGENIERIA EN ELECTRICIDAD	CALIFICACION EN INGENIERIA EN ELECTRICIDAD
PLANTA DUCTOS	
ESC. 100	1000



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	E N E P ARAGON
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DE CALEFACCION DE ALFONSO MORALES LEDERMA	
GEN. 88-90 W-CTAB22241-1	
CORTE A-A	
ESC: 1:100	ACOT:
FECHA:	PLANO: 3



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

ENEP
ARAGON

TESIS PROFESIONAL

SISTEMA DE CALEFACCION
ALFONSO MORALES LEDESMA
GEN. 86 - DO N:CTAB312241-1

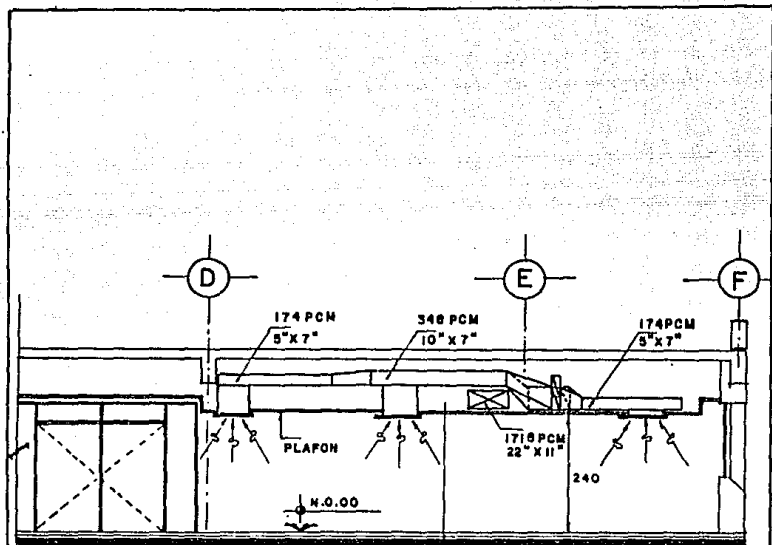
CORTE B-B

ESC: 1:100

ACOT:

FECHA:

PLANO: 4



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

ENEP
ARAGON

TESIS PROFESIONAL

SISTEMA DE CALEFACCION ALFONSO MORALES LEDESMA
GEN. 86 - 90 N:CTA8312241-1

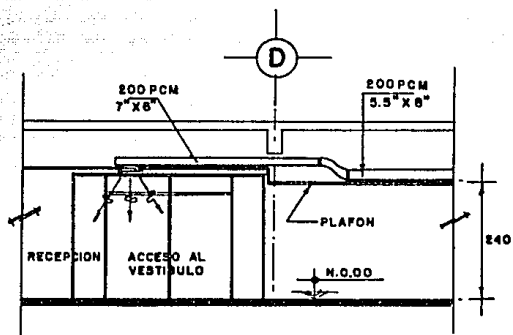
CORTE D-D

ESC: 1:100

ACOT:

FECHA:

PLANO: 5



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

ENEP
ARAGON

TESIS PROFESIONAL

SISTEMA DE CALEFACCION ALFONSO MORALES LEDESMA
GEN. 86 - 90 N:CTA8312241-1

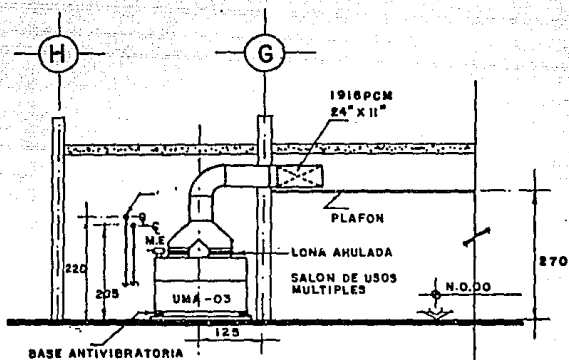
CORTE E-E

ESC: 1:50

ACOT:

FECHA:

PLANO: 6



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

ENEP
ARAGON

TESIS PROFESIONAL

SISTEMA DE
CALEFACCION

ALFONSO MORALES LEDESMA
GEN. 86 - 90 N:CTA8312241-1

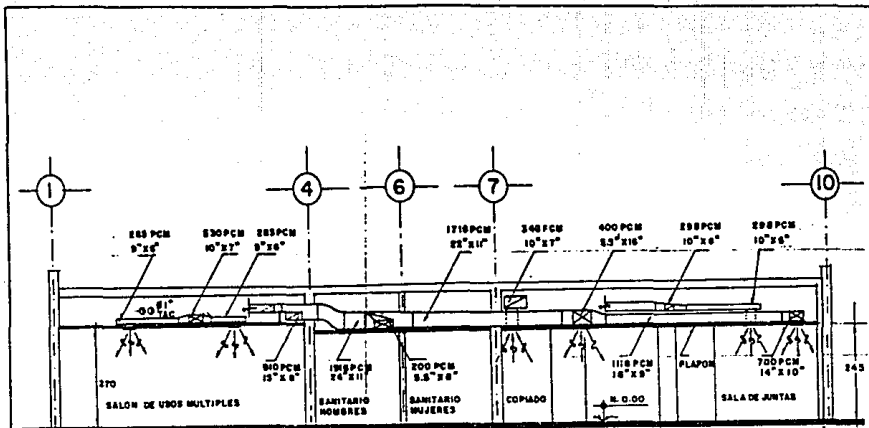
CORTE G - G

ESC: 1:100

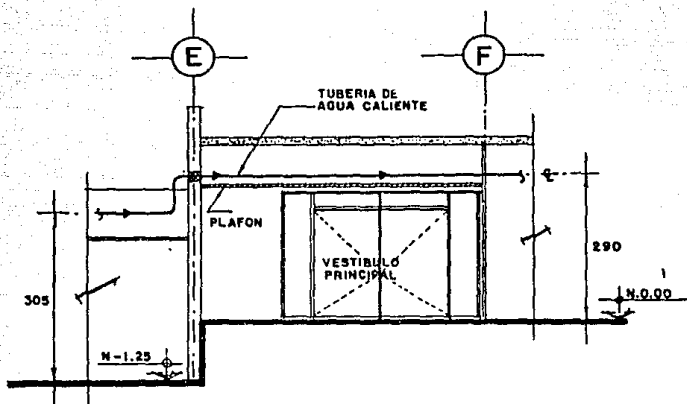
ACOT:

FECHA:

PLANO: 8



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	ENEP ARAGON
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DE CALIFACCION	
ALFONSO NORALES LEDESMA	
SEM. 88 - 90 NICTABZEEAI-1	
CORTE H-H	
ESC: 1:100	ACOT:
FECHA:	PLANO: 9



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

ENEP
ARAGON

TESIS PROFESIONAL

SISTEMA DE CALEFACCION

ALFONSO MORALES LEDESMA
GEN. 86 - 90 N:CTA032241

CORTE I-I

ESC: 1:100

ACOT:

FECHA:

PLANO: 10

IV. SELECCION DE EQUIPOS Y ACCESORIOS

IV. SELECCION DE EQUIPOS Y ACCESORIOS.

Una vez realizado el Balance Térmico y Distribución de Aire por medio de ductos y difusores, la siguiente etapa es seleccionar los equipos que cumplan con las necesidades de carga térmica y cantidad de aire requeridos por el proyecto.

El propósito de este capítulo es seleccionar los equipos como son:

- Unidades Manejadoras de Aire (y sus accesorios)*
- Rejillas y difusores*
- Unidad Generadora de Agua Caliente*
- Bomba de recirculación*
- Tanque de almacenamiento*
- Termostátos*
- Válvulas, etc.*

- 1. Esta selección deberá cumplir primeramente con las condiciones de operación especificadas en proyecto.*
- 2. Debe considerarse el tamaño de los equipos en cuarto de Máquinas para facilidad de mantenimiento.*
- 3. Disponibilidad de refacciones o partes de repuesto.*
- 4. Economizar a valor presente.*

4.1 UNIDADES MANEJADORAS DE AIRE

Nomenclatura	UMA-01	UMA-02	UMA-03	UMA-04
Tipo	Vertical	" " "	" " "	" " "
No de zonas	Una	" " "	" " "	" " "
Marca	York-Recold	" " "	" " "	" " "
Cant.	1	" " "	" " "	" " "
Modelo	AV-50 FC	AV-50 FC	AV-70 FC	AV-35 FC
Localiz. (ejes)	B-C y 3-5	B-C y 3-5	G-H y 2-4	G-H y 2-4
Peso de oper. (kg)	220	220	295	161
Servicio	Aulas	Aulas	Area Admva.	Salón Usos M.

SECCION DE VENTILACION

Inyección (PCM)	1840	1840	1918	1060
Retorno (PCM)	1232	1232	1468	910
Exterior (PCM)	608	608	448	150
Pres. Est. (Pul.c.a.)	1.00	1.08	1.15	0.95
REM	600	600	525	675
Tipo abanico	FC-Baja Presión	" " "	" " "	" " "
Material	Acero galvanizado	" " "	" " "	" " "

SERPENTINES DE CALEFACCION

Vel. de Cara (PPM)	355	355	271	295
Carga (Btu/hr)	39 556	39 556	41 388	22 853
AGUA				
T _c °C (°F)	82 (180)	" " "	" " "	" " "
T _s °C (°F)	71 (160)	" " "	" " "	" " "
AIRE				
T _e °C (°F)	14 (57)	14 (57)	16 (61)	18 (64)
T _s °C (°F)	32 (90)	" " "	" " "	" " "
Gasto Agua (GPM)	6.5	6.5	6.0	3.0
Hileras	1	" " "	" " "	" " "
Tipo	"Swirlfin"	" " "	" " "	" " "

MOTOR ELECTRICO

H. P.	1/2	1/2	3/4	1/2
REM	1750	" " "	" " "	" " "
V/F/Hz	220/3/60	" " "	" " "	" " "

SECCION DE FILTROS

Tipo de filtros	Metálicos	" " "	" " "	" " "
Cantidad	2	2	3	2
Dimensiones (pulg.)	20x25x2	20x25x2	16x25x2	16x20x2

4.2 SERPENTINES DE CALEFACCION

Proceso de selección para la UMA-01 y UMA-02

Carga de Calor	= 39 556 Btu/hr	UMAS, Marca York-Reoold
Cantidad de Aire	= 1840 Ft ³ /min	Modelo AV-50 FC
Temp. agua entrada (T ₂)	= 180°F	Vel. selecc. = 500 Ft/min
Temp. agua salida (T ₁)	= 160°F	
Temp. aire salida (T)	= 90°F	
Temp. aire entrada (T ₀)	= 57°F	

1.) Area de cara aproximada del serpentín (Ac)

$$Ac = \frac{\text{Cant. de aire}}{\text{Vel. selecc.}} = \frac{1840}{500} = 3.68 \text{ Ft}^2$$

2.) Dimensiones del serpentín de calefacción (Pag.10 del manual de selección)

Alto = 22 pulg

Largo = 33 " "

Ancho = 12 " "

Area de Cara real = 5.19 Ft²

De la pág. 7 se obtiene lo siguiente:

12 Tubos por hilera

6 Circuitos por serpentín

1 Row (hilera)

3.) Velocidad de Cara real del Serpentín (Vc)

$$Vc = \frac{\text{Cant. de Aire}}{\text{Area de Cara real}} = \frac{1840}{5.19} = 354.5 \text{ Ft/min}$$

4.) Cálculo del gasto de agua por UMA en GPM

$$Q = \frac{\text{PCM} \times 1.08 \times (T - T_0)}{(T_2 - T_1) \times 500} \quad (4.1) \text{ donde:}$$

Q = Flujo de agua requerido en el serpentín en GPM

PCM = Pies cúbicos por minuto de aire que pasan por el serpentín.

T = Temperatura de salida del aire (°F)

T₀ = Temperatura de entrada del aire (°F)

T₁ = Temperatura de salida del agua (°F)

T₂ = Temperatura de entrada del agua (°F)

$$Q = \frac{1840 \times 1.08 \times (90 - 57)}{(180 - 160) \times 500} = 6.5 \text{ GPM}$$

4.a) Gasto de agua por circuito

$$\frac{6.5 \text{ GPM}}{6 \text{ Circuitos}} = 1.0 \text{ GPM / CIRCUITO}$$

5.) Caída de presión en serpentines (Cp)

$$Cp = 0.08 \text{ Pulg. C.A.}$$

Nomenclatura	UMA-01	UMA-02	UMA-03	UMA-04
Carga de calor (Btu/hr)	39 556	39 556	41 388	22 853
Cantidad de aire (ft ³ /min)	1 840	1 840	1 916	1 060
Caida de Temp. °F	20	" "	" "	" "
Velocidad Seleccionada (Ft/min)	400	" "	" "	" "
Area de cara aprox. (Ft ²)	3.68	3.68	3.83	2.12
Dimens. Alto x largo x ancho (Pulg.)	22x33x12	22x33x12	25.5x40x14	18.5x27x10
Area de Cara real (Ft ²)	5.19	5.19	7.08	3.60
No. de tubos por hilera	12	12	14	10
Circuitos por serpentin	6	6	7	5
Hileras	1	" "	" "	" "
Vel. de cara real (Ft/min)	355	355	271	295
Gasto de agua por UMA (GPM)	6.5	6.5	6.0	2.4
Gasto de agua por circuito (GPM)	1.0	1.0	0.86	0.60
Caida de presión (Pulg. C.A.)	0.08	" "	" "	" "
Servicio	Aulas 1 y 2	Aulas 3 y 4	Area Admva.	Salón de usos múltiples.

Nota : El cálculo de Serpentes para la UMA-03 y UMA-04 es idéntico al cálculo hecho para la UMA-01 y UMA-02.

4.3 FILTROS DE AIRE

Local	AULAS 1 Y 2	AULAS 3 Y 4	AREA ADNVA.	SALON DE USOS
Servicio	UMA-01	UMA-02	UMA-03	UMA-04
Cant. de Aire (Ft ³ /min)	1840	1840	1916	1060
Tipo	Permalim-BV	" " "	" " "	" " "
Marca	York-Recold	" " "	" " "	" " "
Posición	Plana	" " "	" " "	" " "
Capac. (Ft ³ /min)	2500	2500	3500	1750
Velocidad (Ft/min)	543	543	508	487
Cantidad	2	2	3	2
Dimensiones (Pulg.)	20x25x2	20x25x2	16x25x2	16x20x2
Pes. estática (Pulg.c.a.)	0.08	0.08	0.10	0.10
Area (Ft ²)	7.00	7.00	8.40	4.40

Permalim-BV = Permanentes limpiables-Baja velocidad

4.4 REJILLAS Y DIFUSORES

DIFUSORES

MARCA : TITUS
 MODELO : CS - 277 CCV Y HA

MATERIAL : ALUMINIO BONDERIZADO
 ACABADO : SATIN

TIPO	No. VIAS	CAP. (PCM)	CAP. SELECC. (PCM)	VEL. (PFM)	DIM.	CANT.	SERVICIO.
D I	4	230	300	600	6"x12"	16	UMA-01 y 02
D I	4	265	300	600	6"x12"	4	UMA-04
D I	4	200	225	600	6"x9"	4	UMA-03
D I	3	416	500	500	12"x12"	1	UMA-03
D I	3	350	450	500	12"x12"	2	UMA-03

REJILLAS DE RETORNO

MARCA : TITUS
 MODELO : CRL -251 CCV

MATERIAL : ALUMINIO BONDERIZADO
 ACABADO : SATIN

Deflex.

R R	0°	308	375	500	16"x12"	8	UMA-01 Y 02
R R	"	455	500	500	20"x10"	2	UMA-04
R R	"	174	200	400	12"x10"	3	UMA-03
R R	"	298	300	500	14"x8"	2	UMA-03
R R	"	354	400	500	14"x14"	1	UMA-03

Nota : La Simbología y Nomenclatura se ve en el plano de planta de ductos.

4.5 UNIDAD GENERADORA DE AGUA CALIENTE NO. T-1400

	UNIDADES INGLESAS	UNIDADES METRICAS
Capacidad de salida.....	1'000,000 Btu/hr	252,000 Kcal/hr
Consumo de aceite.....	9.0 Gal/hr	34 lt/hr
Consumo de gas.....	1 136.4 Ft ³ /hr	32.2 m ³ /hr
Eficiencia térmica.....	80 %	80 %
Abastecimiento de agua.....	1 479.5 Gal/hr	5 600 lt/hr
Contenido de agua.....	10.56 Gal	40 lt
Superficie de calentamiento.....	143 Ft ²	13.3 m ²
Motores.		
Bomba de alimentación de agua.....	2 H P	2 C F
Ventilador de tiro forzado.....	2 H P	2 C F
Presión de agua.....	10 a 100 Psi	0.7 a 7.0 Kg/cm ²
Peso de embarque.....	1 650 lb	750 Kg
Dimensiones.		
Largo.....	52 Pulg	
Ancho.....	29 Pulg	
Altura.....	88 Pulg	

4.6 BOMBA DE RECIRCULACION DE AGUA CALIENTE

Marca	: Fairbanks Morse
Modelo	: 5530 - 1"
Gasto máximo	: 50 GPM (190 Lt/min)
Carga máxima	: 16 m.c.a. (52 ft.c.a)
Temperatura de operación	: 180°F (82°C)
Presión max. de operación	: 1.6 Kg/cm ²
Motor	: 1.5 H.P.
R.P.M.	: 1450
Impulsor	: CICI AI (9")
C.P.S.	: 50
Eficiencia	: 50 %
Fabricación	: Fabricada toda en hierro fundido de alta resistencia, con flecha de acero SAE 1137 y empaque de carcasa en asbesto.
Aplicación	: Recirculación del sistema de agua caliente
Cantidad	: 2

4.7 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA CALIENTE

Fabricación de un tanque cilíndrico para operar en posición horizontal con capacidad de 5000 Lt (5 m³), construido en placa de acero al carbón de 1/4 de pulg. de espesor, tanto en tapas como en envoltente.

El tanque deberá estar provisto con entradas para:

- Mezcla de agua fría y caliente
- Descarga de agua caliente
- Manómetro
- Termómetro
- Interruptor de termostato
- Rompedor de vacío
- Válvula de vacío
- Válvula eliminadora de aire
- Válvula de dren.

4.8 TERMOSTATOS DE CUARTO

Nombre : Termostato de cuarto
Aplicaciones : Calefacción / enfriamiento
Marca : Johnson Controls
Serie : T 26
Número de catálogo : T22SDA-1
Rango de operación : 40 a 90°F (5 a 30°C)
Ajuste : Perilla
Aplicación : Permite parar el sistema desde el termostato con interruptor IP2T.
Selector : Off - Auto
Diferencial
°C : 1.0
Cantidad : 4

4.9 VALVULAS DE TRES VIAS

El primer paso para encontrar el tamaño de una válvula, es determinar el coeficiente de flujo (Cv) que el sistema requiere. El factor Cv es definido como: "El número de galones por minuto de agua que pueden pasar a través de la válvula totalmente abierta."

Para encontrar el Cv de válvulas para agua en dos y tres vías, se usa la fórmula:

$$Cv = \frac{\dot{Q}}{\Delta P^{1/2}} \quad (4.2) \quad \text{donde:}$$

\dot{Q} = Flujo de agua en GPM
Cv = Coeficiente de flujo de la válvula
 ΔP = Diferencia de presión entre la entrada y la salida de la válvula.

Es recomendable que la caída de presión (ΔP) tenga un valor del 25% de la presión de entrada (P_e)

$$\Delta P = 0.25 P_e$$

UMA-01 Y UMA-02

$$\dot{Q} = 6.5 \text{ GPM}$$
$$P_e = 1.0 \text{ Kg/cm}^2 \approx 11.22 = 11.22 \text{ lb/pulg}^2$$

$$\Delta P = 0.25 \times 11.22 \text{ lb/pulg}^2 = 2.8 \text{ lb/pulg}^2$$

$$Cv = \frac{6.4}{2.8^{1/2}} = 3.8$$

De la tabla IV.1 se selecciona el valor de Cv = 3.8

Modelo : VB 5830 -1415

Diámetro: 3/4 pulg
19 mm

UMA-03

$$\dot{Q} = 6 \text{ GPM}$$
$$P_e = 11.22 \text{ lb/pulg}^2$$
$$\Delta P = 2.8$$

$$Cv = \frac{6.0}{2.8^{1/2}} = 3.6$$

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

De la tabla IV.1 se obtiene el valor de $C_v = 3.8$

Modelo : VB 5830 - 1415

Diámetro : 3/4 pulg
19 mm

UMA-04

$\dot{Q} = 3 \text{ GPM}$
 $P_e = 11.22 \text{ lb/pulg}^2$
 $\Delta P = 2.8$

$$C_v = \frac{3.0}{2.8^{1/2}} = 1.8$$

De la tabla IV.1 se obtiene el valor de $C_v = 2.3$

Modelo : VB 5830 - 1414

Diámetro : 1/2 pulg
13 mm

Las válvulas seleccionadas son para acoplarse al motor M-100,
VA 3200
conexión roscada y cuerpo de bronce
presión máxima del cuerpo: 10.5 Kg/cm² (117.81 lb/pulg²)
temperatura máxima : 137°C (280°F)

V. DISEÑO DE TUBERIA

5.1 GENERALIDADES.

En el diseño de tuberías de un sistema de calefacción con agua caliente, es conveniente considerar la siguiente secuencia general:

1. Se tiene que proporcionar al sistema completo y adecuado drenaje en los puntos bajos que más convenga, y hay que tener también ventilación de aire en los puntos más altos del sistema de tuberías.
2. Se debe considerar la expansión en tramos rectos de más de 30 pies de longitud.
3. La caída de temperatura para sistemas naturales o por gravedad se supone de 25 a 35°, y de 20° para sistemas de circulación forzada. Particularmente para sistemas de circulación forzada puede modificarse la gama de temperaturas cuando se juzgue conveniente. Para este proyecto se consideró una caída de 20°F.
4. Las velocidades recomendadas de agua son de 2 a 4 Ft/s (0.6 a 1.2 m/s).
5. Para sistemas de circulación forzada, normalmente las temperaturas de diseño varían de 170 a 220°F.
6. La pérdida total de fricción para el diseño de un sistema con circulación forzada, depende de las características de presión (o caída) de la bomba de circulación empleada.

Generalmente la secuencia a seguir para el diseño de tubería es la siguiente.

- a) Cálculo del flujo de agua requerido para el serpentín, en GPM.
- b) Seleccionar el diámetro de tubería (figura 5.a) en base al flujo en GPM, y la velocidad del agua en pulg/s.
- c) Determinar las pérdidas por fricción en tubería y accesorios.
- d) Seleccionar la bomba de recirculación de agua caliente, en base a las curvas características de flujo contra carga.
- e) Trasar un isométrico de tubería mostrando en el mismo el diámetro del tubo, de acuerdo a los cálculos obtenidos. (Fig. 5.e)

5.2 CALCULO DEL FLUJO DE AGUA

Los requerimientos de flujo en el serpentín se basan en la pérdida de temperatura y el calor total de salida, su ecuación ya se estudió en el capítulo IV, la cual establece:

$$Q = \frac{PCM \times 1.08 \times (T - T_0)}{(T_2 - T_1) \times 500} \quad (4.1)$$

Puesto que en el capítulo IV ya se calculó el flujo de agua para cada UMA, únicamente queda recalcarlos en la siguiente tabla:

Descripción	UMA-01	UMA-02	UMA-03	UMA-04
Flujo GPM	6.5	6.5	6.0	3.0
Flujo total	22.0			

TABLA V.1

5.3 CALCULO DE TUBERIA

Para seleccionar el tamaño del tubo emplearé la figura 5.a, tomando el flujo correspondiente al tramo del tubo en GPM, y la velocidad recomendada del agua en (pulg/s).

En la tabla V.2 se resumen los diámetros obtenidos para los diferentes tramos de tubo, en base a la nomenclatura empleada en el isométrico de tubería de agua caliente.

TRAMO EN	FLUJO GPM	VELOCIDAD		DIAMETRO Pulg.
		Pulg/s	m/s	
A - B	22	48	1.2	1 1/2
B' - C	3	36	0.9	3/4
B'' - D	6	36	0.9	1.0
E - F	13	48	1.2	1 1/4
F - G	6.5	36	0.9	1.0
F' - H	6.5	36	0.9	1.0

TABLA V.2

5.4 PERDIDAS POR FRICCIÓN EN TUBERÍA Y ACCESORIOS

Pérdidas por fricción. Las pérdidas por fricción en un circuito hidráulico se dividen en dos clases: primarias y secundarias.

Las pérdidas por fricción primarias, son aquellas que se producen por el rozamiento del líquido con paredes de la tubería.

Las pérdidas por fricción secundarias, son las que se producen en toda clase de accesorios de tubería.

Para el cálculo de las pérdidas por fricción primarias se emplea la ecuación de Darcy-Weisbach:

$$H_{fp} = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (5.1) \quad \text{donde:}$$

- H_{fp} = Pérdidas por fricción primarias (m)
- f = Coeficiente de fricción (adimensional)
- L = Longitud de tubería (m).
- D = Diámetro interior de tubería (m)
- V = Velocidad del líquido (m/s)
- g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

Para el cálculo de las pérdidas por fricción secundarias, también se utiliza la ecuación de Darcy-Weisbach, para este caso se cambia únicamente el término L por ΣLE , que implican las pérdidas en accesorios en forma de longitud equivalente.

De esta forma se pueden agrupar las pérdidas primarias y secundarias en una sola ecuación:

$$H_f = H_{fp} + H_{fs} \quad (5.2) \quad \text{donde:}$$

- H_f = Pérdidas por fricción totales (m)
- H_{fp} = Pérdidas por fricción primarias (m)
- H_{fs} = Pérdidas por fricción secundarias (m)

5.4.1 CALCULO DE PERDIDAS

Las pérdidas se van a calcular considerando el trayecto más largo de tubería, iniciando desde la salida del tanque de almacenamiento, hasta el servicio más alejado y el retorno al tanque.

El coeficiente de fricción f , se obtiene del diagrama universal de Moody, mostrado en la figura 5.b, este coeficiente es función de dos variables, la viscosidad del líquido y la rugosidad absoluta de la tubería.

$$f \left(Re, \frac{E}{D} \right)$$

El número de Reynolds está determinado por:

$$Re = \frac{V D}{\nu} \quad (\text{adimensional}) \quad \text{dónde:}$$

V = Velocidad media del agua (m/s)

D = Diámetro interior de tubería (m)

ν = Viscosidad cinemática del agua a una temperatura de 180°F (m²/s).
(Figura 5.c)

Sustituyendo datos:

$V = 1.2$ m/s (velocidad media en tubo principal)

$D = 1.5$ Pulg (0.0381 m)

$\nu = 3.64 \times 10^{-7}$ m²/s (figura 5.c)

$$Re = \frac{(1.2 \text{ m/s}) (0.0381 \text{ m})}{3.64 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}} = 125 \ 604$$

Para números de Reynolds menores de 2500, el flujo a través de la tubería es laminar, y para mayores de 2500 el flujo es turbulento.

Para este caso se trata de un flujo turbulento.

Para calcular f , se necesita conocer la rugosidad absoluta, la cual se toma del diagrama de Moody (figura 5.b)

$E = 1.5 \times 10^{-4}$ (seleccionado para tubo de cobre)

$D = 0.0381$ m

$$\frac{E}{D} = \frac{1.5 \times 10^{-4} \text{ m}}{0.0381 \text{ m}} = 3.94 \times 10^{-3}$$

Con estos datos se calcula el coeficiente de fricción:

$$f \left(125 \ 604, 3.94 \times 10^{-3} \right)$$

$$f = 0.029$$

Longitud del circuito más largo de tubería:

Suministro = 38 m

Retorno = 35 m

$L \text{ TOTAL} = (38 + 35) \text{ m} = 73 \text{ m}$

Pérdidas secundarias (tabla V.3)

SUMINISTRO

Cant.	Descripción	Diámetro		Longitud equivalente	
		Pulg.	Pt	m	
1	Válvula de globo	1 1/2"	36.8	11.2	
2	Codo de 90°	1 1/2"	2(3.1)	1.9	
1	Te de desviación. 25%	1 1/2"	49.3	15.0	
1	Te de desviación. 33%	1 1/4"	23.4	7.1	
1	Te de desviación. 50%	1 1/4"	10.4	3.2	
1	Válvula de tres vías	3/4"	9.2	2.8	
1	Codo de 45°	1 1/4"	1.8	0.6	
5	Codo de 90°	1 1/4"	5(2.6)	4.0	
2	Codo de 90°	1"	2(2.1)	1.3	
1	Serpentín de calefacción	1 1/2"	10.0	3.0	
6	Uniones	1 1/4"	6(1.3)	2.4	

RETORNO

2	Codo de 90°	1"	2(2.1)	1.3	
6	Codo de 90°	1 1/4"	6(2.6)	4.8	
2	Codo de 90°	1 1/2"	2(2.6)	1.6	
2	Codo de 45°	1 1/4"	2(1.8)	1.1	
1	Válvula de globo	1 1/2"	36.8	11.2	
8	Uniones	1 1/4"	8(1.3)	3.2	

$\Sigma LE = 76 \text{ m}$

$$H_f = \frac{f(L + \Sigma LE)}{D} \frac{v^2}{2g} = \frac{0.029(73+76)}{0.0381} \frac{(1.2)^2}{2(9.81)} = 8.32 \text{ m.c.a.}$$

$$f = 0.029$$

$$L = 73 \text{ m}$$

$$LE = 76 \text{ m}$$

$$v = 1.2 \text{ m/s}$$

$$D = 0.0381 \text{ m}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$F.C. = 0.75$$

$$\begin{aligned} \text{CAIDA TOTAL ESTANDAR} &= \frac{8.32 \text{ m.c.a.}}{(H_T)} \frac{0.75}{0.75} = 11.0 \text{ m.c.a.} \\ &= \frac{11.0}{10.0} = 1.1 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

5.5 SELECCION DE LA BOMBA

Una vez determinada la caída total del sistema y con el flujo total, se entra a la figura 5.d que representa las características de operación de la bomba, de aquí se obtiene la siguiente información:

Modelo : 5530 - 1"

Impulsor : CICI AI

R.P.M. : 1450

C.P.S. : 60

Motor
apropiado

H.P. : 1.5

Eficiencia : 50%

Caracterís
ticas

eléctricas : V/F/Hz - 220/3/60

Más características de la bomba seleccionada se ven en el capítulo IV.
Selección de equipo y accesorios.

VI. EVALUACION TECNICO - ECONOMICA

6.1 EVALUACION TECNICA

Antes de realizar la evaluación técnica de los equipos seleccionados, es necesario especificar las condiciones que deben cumplir cada uno de los contratistas participantes.

1. Buen precio.
2. Servicio óptimo.
3. Flexibilidad en las condiciones de pago.
4. Facilidad de mantenimiento de los equipos.
5. Disponibilidad de partes de repuesto.
6. Proporcionar manuales de operación y mantenimiento de los equipos suministrados.
7. Respetar marcas, modelos de equipos, así como material y accesorios especificados.
8. El proyecto se llevará a cabo de acuerdo al diseño original, y solo podrá sufrir modificaciones en montaje.
9. Se cobrará multa por no respetar fecha de entrega acordada con anticipación.

La tabla VI.1, muestra el costo aproximado del proyecto, de acuerdo a las ofertas recibidas por los contratistas.

En la tabla VI.2 se realiza la evaluación técnica en base a las especificaciones anteriormente mencionadas.

COSTO APROXIMADO DEL PROYECTO

No	Descripción	Cant.	x 10 ³		
			Contratista A	Contratista B	Contratista C
1	Unidad Manejadora de aire	4	\$ 30'500	\$ 32'000	\$ 31'500
2	Unidad generadora de agua caliente	1	\$ 28'700	\$ 25'500	\$ 30'600
3	Moto-Bomba de recirculación de agua caliente	2	\$ 8'000	\$ 9'000	\$ 8'600
4	Difusor	27	\$ 7'500	\$ 8'100	\$ 8'000
5	Rejilla de retorno y de toma de aire exterior	16	\$ 3'500	\$ 3'800	\$ 3'650
6	Tanque de almacenamiento de agua caliente	1	\$ 2'650	\$ 3'100	No cotizó
7	Termostato de cuarto	4	\$ 980	\$ 1'040	\$ 1'100
8	Válvula de tres vías con motor ondulante	4	\$ 8'400	\$ 8'100	\$ 8'500
9	Lámina galvanizada para conductos de aire	1430 kg	\$ 12'500	\$ 14'000	\$ 13'600
10	Aislamiento para conductos de aire	220 m ²	\$ 8'400	\$ 7'800	\$ 7'900
11	Tubería de cobre para agua caliente	76 m	\$ 1'100	\$ 1'450	\$ 1'300
12	Aislamiento para tubería de agua caliente	10 m ²	\$ 2'600	\$ 2'900	\$ 2'500
13	Materiales para soportería y fijación	2500 kg	\$ 5'000	\$ 4'200	No cotizó
14	Tablero de control	1	\$ 250	\$ 300	No cotizó

..... Continuación

No	Descripción	Cant.	$\times 10^3$		
			Contratista A	Contratista B	Contratista C
15	Equipo eléctrico	Lote	\$ 10'800	\$ 9'500	No cotizó
16	Material eléctrico	Lote	\$ 3'500	\$ 3'800	No cotizó
17	Fabricación montaje, pruebas de arranque y funcionamiento		\$ 50'000	\$ 58'000	No cotizó
18	Transporte		\$ 9'000	\$ 12'000	No cotizó
	TOTAL		\$ 193'380	\$ 204'590	No completó cotización.

TABLA VI.1

Pos.	Descripción	Contratista A	Contratista B	Contratista C
1	Precio	\$ 193'380	\$ 204'590	_____
2	Periodos de servicio	Maneja <u>perio</u> <u>dos</u> <u>razona-</u> <u>bles</u> <u>de</u> <u>ser-</u> <u>vicio</u> .	No maneja periodos de servicio.	_____
3	Flexibilidad en las condiciones de pago	Condiciones de pago <u>acep-</u> <u>tables</u> .	Lo mismo	_____
4	Facilidad de manteni- miento	Si cumple	Si cumple	_____
5	Disponibilidad de partes de repuesto	Proporciona lista <u>comple-</u> <u>ta</u> <u>de</u> <u>partes</u> <u>intercambia-</u> <u>bles</u> <u>de</u> <u>equi-</u> <u>pos</u> <u>mayores</u> .	Proporciona lista <u>incom-</u> <u>pleta</u> <u>de</u> <u>par-</u> <u>tes</u> <u>de</u> <u>re-</u> <u>puesto</u> .	_____
6	Proporciona manuales de de operación y funciona- miento de equipos	Si cumple	Si cumple	_____
7	Respetar marcas y modelos de los equipos especifica- dos.	Cotizó todos los equipos, respetando especifica- ciones.	No respetó marcas, ori- ginalmente acordadas en algunas partidas.	_____
8	El proyecto se realizará de acuerdo al diseño ori- ginal y sólo podrá sufrir modificaciones en montaje.	De acuerdo	De acuerdo	_____
9	Respetar fecha de entrega	De 26 a 30 semanas a partir de fecha de <u>pe-</u> <u>dido</u> .	35 semanas a partir de la fecha de <u>pe-</u> <u>dido</u> .	_____

TABLA VI.2

Después de analizar la tabla anterior, se concluye que:

El contratista A cumple satisfactoriamente con todos los puntos con los que fué diseñado el proyecto, además presenta un plan de trabajo completo en el que indica la secuencia a desarrollar en el transcurso de los trabajos.

El contratista B falló en algunos puntos de la lista de especificaciones del proyecto, estos son:

- No maneja periodos de servicio.*
- En algunos equipos no respetó marcas y modelos.*
- El plan de trabajo presentado fué muy escaso y con poca información.*

El contratista C fué eliminado por no cotizar el proyecto completo.

6.2 EVALUACION ECONOMICA

La evaluación económica se realiza mediante un análisis de costos. Este análisis, se realiza por el método de valor presente. Esto indica la cantidad de dinero en una fecha inicial que es equivalente de una programación particular de ingresos y/o desembolsos.

El criterio que se aplica al utilizar este método, es que, la opción con el precio más bajo es la mejor.

Para este análisis se toman en cuenta los siguientes costos:

1. Costo de inversión inicial.
2. Costos de operación.
3. Costos de partes de repuesto.

1. COSTO DE INVERSION INICIAL

Esto se toma directamente de las cotizaciones recibidas por los contratistas.

CONTRATISTA A

TOTAL \$ 193'380,000.00 M.N.

CONTRATISTA B

TOTAL \$ 204'590,000.00 M.N.

CONTRATISTA C

Eliminado por no cotizar todo lo solicitado.

2. COSTOS DE OPERACION (\$)

El período de vida útil de los equipos que intervienen, varía aproximadamente de 10 a 15 años dependiendo de las condiciones de operación. Para nuestros cálculos tomaremos un tiempo promedio de 12 años.

En un estudio hecho por el Instituto Mexicano del Petróleo en 1990, se encontró un costo de \$ 120.00/Kw-hr para uso industrial.

El costo de operación de los motores eléctricos y de la carga de alumbrado, se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$\$/ \text{ año} = (\text{Potencia consumida}) (\text{No. de horas}) (\$/\text{Kw-hr})$$

Se considera que los equipos trabajarán aproximadamente 300 días al año y 16 horas al día, lo que hace un total de 4800 horas anuales.

Para calcular la potencia consumida total, hay que sumar la potencia de todos los motores y de la carga de alumbrado, tomando como referencia los planos de diseño eléctrico.

CONTRATISTA A

Potencia consumida = 100 Kw

\$ / año = (100 Kw) (4800 horas) (\$120.00 Kw-hr)

\$ / año = \$ 57'600,000.00

CONTRATISTA B

Potencia consumida = 110 Kw

\$ / año = (110 Kw) (4800 horas) (\$120.00 Kw-hr)

\$ / año = \$ 63'360,000.00

3. COSTOS DE PARTES DE REPUESTO

Los costos de las partes de repuesto, incluyen las refacciones para un mínimo de 1 año de operación continua de los siguientes equipos:

- Unidades manejadoras de aire.
- Unidad generadora de agua caliente.
- Motobombas de recirculación de agua caliente.
- Equipo de control.

El precio de la lista de refacciones que manejan los proveedores son:

Contratista A : \$ 8'150,000.00

Contratista B : \$ 9'200,000.00

Contratista C : No cotizó

6.2.1 ANALISIS DE COSTOS

Este análisis se inicia con un cuadro, el cual muestra todos los costos calculados en el punto anterior, así como la vida de servicio de los equipos (tabla VI.3).

El análisis de costos requiere de dos fórmulas y de un diagrama de flujo para visualizar el movimiento económico. Estas fórmulas son:

1. El valor presente P cuando se conoce el futuro F

$$P = F (1 / 1+i)^N$$

2. El valor presente P cuando se conocen las anualidades A

$$P = A \frac{(1+i)^N - 1}{(1+i)^N i}$$

dónde:

N = Número de años.

P = Cantidad actual de dinero.

F = Cantidad futura de dinero.

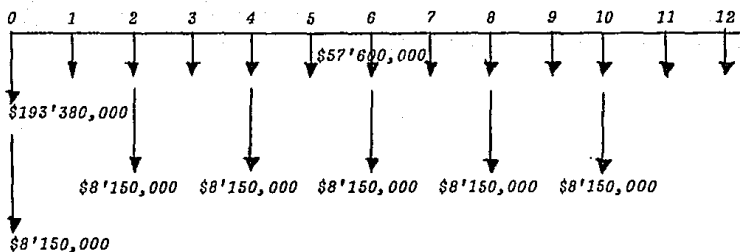
A = Movimiento de dinero al final de cada año en una serie uniforme que se prolonga por un número específico de períodos.

i = Tipo de interés. Se considera para esta evaluación igual a 40%.

CONCEPTO	CONTRATISTA A	CONTRATISTA B	CONTRATISTA C
1. Costos de inversión inicial	\$ 193'380,000	\$ 204'590,000	No cotizó
2. Costos de operación	\$ 57'000,000	\$ 63'360,000	No cotizó
3. Costos de partes de repuesto	\$ 8'150,000	\$ 9'200,000	No cotizó
4. Vida útil de Los equipos	12 años	12 años	_____

Tabla VI.3

CONTRATISTA A



$$P_1 = 193'380 + 8'150 = \$ 201'530,000$$

$$P_2 = 8'150 (1 / 1+0.4)^2 = \$ 4'158,000$$

$$P_3 = 8'150 (1 / 1+0.4)^4 = \$ 2'121,512$$

$$P_4 = 8'150 (1 / 1+0.4)^6 = \$ 1'082,404$$

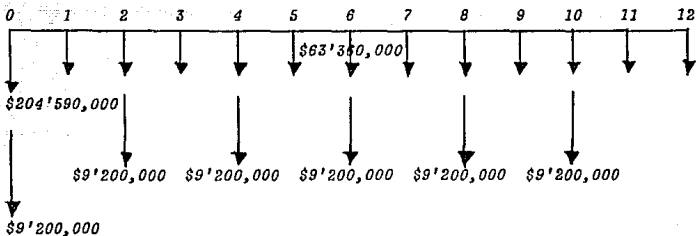
$$P_5 = 8'150 (1 / 1+0.4)^8 = \$ 552,247$$

$$P_6 = 8'150 (1 / 1+0.4)^{10} = \$ 281,759$$

$$P_7 = 57'600 \frac{(1+0.4)^{12} - 1.0}{(1+0.4)^{12} \times 0.4} = \$ 141'460,000$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 = \$ 351'186,000$$

CONTRATISTA B



$$P_1 = 204'590 + 9'200 = \$ 213'790,000$$

$$P_2 = 9'200 (1 / 1+0.4)^2 = \$ 4'693,878$$

$$P_3 = 9'200 (1 / 1+0.4)^4 = \$ 2'394,836$$

$$P_4 = 9'200 (1 / 1+0.4)^6 = \$ 1'221,855$$

$$P_5 = 9'200 (1 / 1+0.4)^8 = \$ 623,395$$

$$P_6 = 9'200 (1 / 1+0.4)^{10} = \$ 318,058$$

$$P_7 = 63'360 \frac{(1+0.4)^{12} - 1.0}{(1+0.4)^{12} \times 0.4} = \$ 155'606,000$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 = \$ 378'648,000$$

6.3 CUADRO COMPARATIVO

DESCRIPCION	CONTRATISTA A	CONTRATISTA B	CONTRATISTA C
Costo de valor presente	\$ 351'186,000	\$ 378'648,000	No cotizó

De lo anterior se concluye lo siguiente:

El equipo recomendado económicamente es el cotizado por el contratista A por ser el más bajo en comparación con los demás.

De la tabla VI.3, se observa que el contratista A tiene costos de inversión inicial más bajos, así como los costos de operación y los costos de las partes de repuesto.

Por lo tanto, de lo anterior se determina que el contratista A es el seleccionado porque cumplió tanto técnica como económicamente mejor que los demás participantes.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

De la elaboración de este trabajo se concluye lo siguiente:

Es importante verificar físicamente las bases de diseño que son el pilar en el desarrollo del presente trabajo. Este punto se llevó a cabo y se checkaron los siguientes parámetros:

- Temperatura de bulbo seco.
- Humedad relativa.
- Velocidad de aire.

Esto fue con el fin de obtener datos más precisos y asegurar un mejor servicio de cada uno de los equipos.

Es necesario recalcar que las bases teóricas son indispensables en cualquier proyecto, en función de éstas y de los cálculos requeridos, se puede asegurar una óptima selección de los equipos que van a cubrir las necesidades que el diseñador requiere.

En el capítulo referente al diseño de tubería, se le trato por separado, por la importancia que ésta representa en la industria ingenieril.

En la parte de la evaluación técnico-económica, se busca determinar cuál va a ser el costo del proyecto, además de buscar las características técnicas requeridas en los equipos.

Los puntos anteriores se lograron comparando a diferentes contratistas de acuerdo a las ofertas y propuestas recibidas. Finalmente se hace la elección para determinar qué contratista se va a hacer cargo del proyecto.

Considero, con la elaboración de este trabajo, haber cumplido con los objetivos planteados al inicio y que fueron:

- Hacer un proyecto de un sistema de calefacción, mencionando las ventajas que este sistema representa sobre otros.
- Satisfacer las necesidades climatológicas del edificio didáctico-administrativo para capacitación a ejecutivos, del Instituto Mexicano del Petróleo.
- Determinar el costo total del proyecto.

APENDICE

ESTADO	DATOS SITUACION			DATOS VERANO					DATOS INVIERNO			
	POSICION	GEORAFICA	ALTURA	PRESION		TEMP.	TEMP. DE BRADOS-DIA		TEMP. DE BRADOS-DIA		ANUALES	
	LATITUD	LONGITUD	S.N.M.	BAROMETRICA	MAX.EXT.	°C	BB	BH'	°C	°C		
N	W	M	Nd	NM	Hg	°C	BB	BH'	°C	°C		
AQUASCALIENTES	21° 23'	102° 18'	1679	816	612	30.8	34	19	248	-4.7	0	330
BAJA CALIFORNIA												
ENSENADA	31° 23'	116° 22'	19	1012	739	32.2	34	26	1109	+1.1	+5	682
MERICALI	32° 29'	118° 30'	1	1013	760	47.8	43	28	1680	-3.7	+1	372
LA PAZ	24° 10'	110° 07'	18	1011	788	38.0	36	27	1827	+9.0	+19	356
TIJANA	32° 29'	117° 02'	28	1010	788	38.2	36	26	754	-3.5	+2	358
CAMPECHE												
CAMPECHE	18° 31'	90° 32'	26	1010	788	38.9	38	28	2087	+12.7	+18	
CIUDAD DEL CARMEN	18° 38'	91° 49'	3	1013	790	41.0	37	26	2126	+10.6	+14	
COAHUILA												
MOCTLOVA	26° 25'	101° 26'	988	948	711	42.0	38	21	1169	-7.8	-3	326
NUOVA ROSITA	27° 39'	101° 17'	430	989	724	43.0	41	25	1839	-8.5	-3	491
PIEDRAS NEGRAS	26° 42'	100° 31'	220	988	741	43.9	40	26	1847	+11.8	-6	479
SALTILLO	26° 28'	101° 00'	1009	848	632	35.0	38	22	208	-9.6	-4	5
COLIMA												
COLIMA	18° 14'	103° 48'	494	928	719	35.8	36	26	1682	+8.8	+12	
MANZANILLO	18° 04'	104° 20'	3	1013	790	38.8	35	27	2239	+12.1	+19	
CHIAPAS												
TAPACHULA	16° 54'	92° 18'	168	934	748	37.4	34	25	2081	+12.8	+16	
TUXTELA GUTIERREZ	16° 45'	92° 08'	836	933	718	38.8	36	26	1901	+7.2	+11	
CHIHUAHUA												
CHIHUAHUA	26° 38'	106° 04'	1423	860	648	38.8	38	25	681	-11.8	-8	792
CIUDAD JUAREZ	31° 44'	106° 29'	1137	889	667	41.2	37	24	899	-16.0	-10	1280
DISTRITO FEDERAL												
MEXICO CHAPULTEPEC	19° 28'	99° 10'	2240	780	686	33.8	30	17	78	-4.8	0	847
DURANGO												
DURANGO	24° 01'	104° 40'	1828	814	610	36.8	33	17	100	-8.0	0	860
CIUDAD LERDO	23° 30'	103° 32'	1140	889	667	39.0	36	21	1082	-4.2	+1	287
GUANAJUATO												
CELAYA	20° 53'	100° 45'	1784	928	610	41.8	38	20	687	-6.8	0	1
GUANAJUATO	21° 01'	101° 18'	2057	801	601	38.6	32	18	48	+0.1	+8	248
LEON	21° 07'	101° 41'	1809	822	617	38.8	34	20	182	-2.8	+2	176
SALVATIERRA	20° 13'	100° 53'	1781	927	620	38.0	36	19	267	-2.0	+3	-40
GUERRERO												
ACAPULCO	16° 20'	98° 28'	3	1013	790	38.0	33	27	2619	+16.8	+19	
CIUDAD BRAVO	17° 33'	99° 30'	1280	978	688	38.2	33	23	434	+8.0	-9	
(CHILCALCINOO)	18° 33'	98° 58'	1778	838	621	38.9	34	20	919	-8.0	+12	
TAJCO												
HIDALGO												
ACTOPAN	20° 08'	98° 48'	2448	784	673	31.4	29	18		-8.8	-1	1007
TULACINCO	20° 03'	98° 22'	2181	767	690	34.7	32	19	12	-8.8	-1	849
JALISCO												
SHADALAMARA	20° 41'	103° 20'	1669	844	633	36.0	33	20	204	-3.7	+1	184
LAGOS	21° 22'	101° 54'	1680	818	612	43.2	39	20	874	-7.2	+8	162
PUERTO VALLARTA	20° 37'	104° 18'	2	1013	790	38.0	36	26	2090	+11.0	+14	
MEXICO												
TEHOCO	19° 31'	98° 32'	2216	744	688	34.0	32	19	178	-8.0	-1	800
TOLUCA	19° 17'	98° 39'	2578	748	687	28.0	26	17		-8.0	+2	1870
MICHOACAN												
APATZINGAN	19° 08'	104° 19'	882	937	768	48.0	39	28	2018	+11.5	+18	270
MORLIA	19° 43'	101° 07'	1823	812	608	31.3	30	18	188	+1.6	+6	270
ZAMORA	19° 59'	101° 19'	1633	840	630	37.8	36	20	920	-0.2	+4	28
ZACAPU	19° 49'	101° 46'	2000	804	603	34.8	32	19	188	-8.0	-1	878

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO	E N E P ARAGON
TESIS PROFESIONAL	
SISTEMA DE CALEFACCION	ALFONSO MORALES LEDESMA GEN. 86 - 90 N-CTAB312241-1

TABLA II. I

ESC:	ACOT:	FECHA:	PLANO:
------	-------	--------	--------

ESTADO	DATOS SITUACION			DATOS VERANO				DATOS INVIERNO				
	POSICION	COORDINADA	ALTURA	PRESION	TEMP.	TEMP. DE GRADOS-DIA	TEMP.	TEMP. DE GRADOS-DIA	TEMP.	TEMP. DE GRADOS-DIA		
	LATITUD	LONGITUD	S.N.M.	BAROMETRICA	MAX. EXT.	ANUALES	MIN. EXT.	ANUALES	ANUALES	ANUALES		
	N	W	M	Mb	NM	Nc	°C	BS	BN	°C	°C	
MORELOS												
CUAUTLA	18° 46'	98° 57'	1281	874	858	47.4	42	22	828	+8.3	+9	
GUERRAVACA	18° 55'	99° 14'	1356	849	837	32.6	31	20	200	+6.9	+11	
NAYARIT												
SAN BLAS	21° 32'	105° 18'	7	1018	760	39.0	33	28	1482	+7.3	+11	
TEPIC	21° 31'	104° 53'	918	912	824	36.9	36	26	600	+1.9	+8	
NUEVO LEON												
MONTENORELOS	28° 13'	99° 50'	432	965	724	42.8	39	23	1926	+0.3	+8	99
MONTERREY	25° 40'	100° 18'	824	964	718	41.8	38	28	1181	-5.4	0	178
OAXACA												
OAXACA	17° 04'	96° 42'	1363	846	835	36.0	38	22	230	+2.4	+7	
SALINAS CRUZ	16° 12'	95° 12'	88	1007	785	36.9	34	26	2403	+18.0	+19	
PUEBLA												
PUEBLA	19° 02'	98° 11'	2150	790	893	30.8	29	17	144	-1.8	+8	416
TEHUACAN	18° 28'	97° 23'	1676	896	827	37.0	34	20	196	-8.0	0	80
QUERETARO												
QUERETARO	20° 25'	100° 23'	1642	819	814	36.2	33	21	168	-4.9	0	248
SAN LUIS POTOSI												
SAN LUIS POTOSI	23° 09'	100° 28'	1977	818	812	37.3	34	19	88	-2.7	+2	348
SINALOA												
SULIACAN	24° 48'	107° 24'	83	1007	738	40.9	37	27	1689	+9.1	+7	
VAZATLAN	23° 11'	106° 22'	78	1004	785	35.4	31	26	1373	+11.2	+16	
TOPOLOBAMPO	25° 36'	105° 03'	8	1019	760	41.1	37	27	1784	+6.0	+12	
SONORA												
GUAYMAS	27° 59'	110° 23'	4	1019	760	47.0	42	22	1809	+7.0	+11	
HERMOSILLO	29° 03'	110° 30'	211	929	742	48.0	41	28	1078	+2.0	+8	84
MOALES	30° 21'	110° 28'	1117	823	864	41.0	37	26	899	-9.0	-4	979
CIUDAD OGBOSON	27° 28'	109° 55'	40	1009	787	48.0	43	28	2445	-1.1	+4	
TABASCO												
VILLANERMOBA	17° 49'	92° 55'	10	1012	788	41.0	37	26	2208	+12.2	+18	
VERACRUZ												
JALAPA	18° 32'	95° 55'	1399	888	847	34.6	32	21	248	+2.2	+6	208
FOJA RICA	18° 31'	97° 05'	1248	878	859	37.0	34	21	184	+1.2	+6	136
PRIZABA	18° 12'	96° 08'	16	1011	758	35.8	33	27	1763	+9.6	+13	
VERACRUZ												
YUCATAN												
MERIDA	20° 58'	89° 36'	22	1011	766	41.0	37	27	2145	+11.6	+18	
PROGRESO	21° 17'	89° 40'	14	1012	789	38.8	36	27	1906	+18.0	+16	
ZACATECAS												
FRESNILLO	23° 10'	102° 39'	2290	781	848	39.0	36	19	238	-4.5	0	794
ZACATECAS	23° 47'	102° 34'	2612	784	881	29.0	28	17		-7.8	-2	1288
QUINTANA ROO												
COZUMEL	20° 31'	86° 37'	3	1013	790	39.8	35	27	1969	+10.3	+14	
PAYO OBIPO	18° 30'	82° 20'	4	1013	790	37.2	34	27	2120	+9.9	+13	
TAMAULIPAS												
MATAMOROS	26° 32'	87° 20'	12	1012	789	39.3	36	26	1818	-4.7	0	47
NUERO LAREDO	27° 29'	89° 30'	140	987	748	45.0	41	32	3042	-7.0	-2	116
TAMPICO	22° 18'	97° 31'	18	1011	728	39.8	36	28	1631	-2.6	+2	
CIUDAD VICTORIA	23° 44'	99° 08'	221	977	733	41.7	38	26	1397	-2.3	+2	87
TLASCALA												
TLASCALA	19° 32'	98° 19'	2282	781	686	229.4	39	17	34	-1.4	+3	812

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

ENEP
ARAGON

TESIS PROFESIONAL

SISTEMA DE
CALEFACCION

ALFONSO MORALES LEDESMA
GEN. 86 - 90 N:CTA8312241-I

ESC:

ACOT:

FECHA:

PLANO:

**TEMPERATURA DE BULBO SECO INTERIOR, GENERALMENTE
ESPECIFICADAS PARA CALEFACCION (INVIERNO).**

TIPO DE ESPACIO	ESCALA DE TEMPERATURAS (°F)
AUDITORIOS ←	68 - 72 ←
AULAS EN ESCUELAS	70 - 72
BANOS DE VAPOR	110
CASAS	70 - 72
COCINAS Y LAVANDERIAS	66
COMEDORES Y MERENDEROS	65 - 70
CUARTOS DE BANOS EN GENERAL	70 - 80
EDIFICIOS PUBLICOS	68 - 72
ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES	65 - 68
FABRICAS	
TRABAJO LIGERO	60 - 65
TRABAJO PESADO (FUNDICIONES Y TALLERES)	50 - 60
GIMNASIOS	55 - 65
HOSPITALES	
CUARTOS DE OPERACION	70 - 95
CUARTOS DE PACIENTES	70 - 72
HOTELES, RECAMARAS Y BANOS	70
PASILLOS EN TEATROS	68
PISCINAS	75
RETRETES	68
SALONES DE BALE	65 - 68
TALLERES DE PINTURA	80

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

ENEP
ARAGON

TESIS PROFESIONAL

SISTEMA DE CALEFACCION | ALFONSO MORALES LEDESMA
GEN. 86 - 90 | N:CTA8312241-I

TABLA II.E

ESC: ACOT: FECHA: PLANO:

CALCULO ALEJONSO MORALES LEDESMA PROYECTO _____ O.T. _____
 LUGAR MINERAL DEL "CHICO" HIDALGO
 LATITUD GEOGRAFICA 20° 08' NORTE
 ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR... 2445 MTS 8022 PIES
 PRESION BAROMETRICA..... 573 MM HG. 22.6 PULG. HG.
 FACTOR DE CORRECCION DE DENSIDAD..... % 780 %

CONDICIONES EXTERIORES-VERANO

TEMPERATURA DE BULBO SECO..... °C _____ °F
 TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO..... °C _____ °F
 TEMPERATURA DE ROCIO..... °F
 VARIACION DIARIA DE TEMPERATURA..... °F
 VARIACION ANUAL DE TEMPERATURA..... °F
 MES MAS CALUROSO..... TEMP MAXIMA _____ °C
 HUMEDAD ESPECIFICADA..... GRANOS POR LIBRA DE AIRE SECO.
 ENTALPIA..... BTU POR LIBRA DE AIRE SECO.

CONDICIONES EXTERIORES-INVIERNO

TEMPERATURA DE BULBO SECO..... -1 °C 30 °F
 HUMEDAD RELATIVA..... 80 %
 TEMPERATURA DE ROCIO..... 25 °F
 HUMEDAD ESPECIFICA..... 26 GRANOS POR LIBRA DE AIRE SECO.

CONDICIONES INTERIORES

VERANO

INVIERNO

	VERANO	INVIERNO
TEMPERATURA DE BULBO SECO..... °C	21	70
HUMEDAD RELATIVA..... %	50	50
TEMPERATURA DE ROCIO..... °F	50	50
HUMEDAD ESPECIFICA..... GR/LB AIRE SECO	7.3	6.8
ENTALPIA..... BTU/LB AIRE SE.	28	BTU/LB AIRE SECO.

CONDICIONES PARTICULARES

TIEMPO DE OPERACION DEL EQUIPO..... HORAS POR DIA _____ DE _____ A _____
 VOLTAJE DISPONIBLE..... VOLTS.
 PESO DE MURDOS EXTERIORES..... LIBRAS POR PIE²
 PESO DEL TECHO EXTERIOR..... LIBRAS POR PIE²
 PESO DEL AREA DE PISO..... LIBRAS POR PIE²
 TIPO DE CRISTAL..... NOTAS:
 TIPO DE BOMBRA.....
 PERSIANAS.....
 CORTINAS.....
 CARGA DE ALUMBRADO.....
 NO. DE PERSONAS.....
 EQUIPO ADICIONAL.....

UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

ENEP
ARAGON

TESIS PROFESIONAL

SISTEMA DE ALFONSO MORALES LEDESMA
CALEFACCION GEN. 86 - 90 N:CTA8312241-1

TABLA II.3

ESC: _____ ACOT: _____ FECHA: _____ PLANO: _____

TABLA II.4

COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CALOR

$$U(\text{Btu}/\text{ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}), \quad K(\text{Btu in}/\text{ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}) = C, \quad R(\text{Ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}/\text{Btu})$$

CONCEPTO	U	K	C	R
PELICULAS DE AIRE				
Aire tranquilo			1.65	0.61
Flujo de calor subiendo				
Horizontal			1.63	0.61
Pendiente 45°			1.60	0.63
Flujo de calor bajando				
Horizontal			1.08	0.93
Pendiente 45°			1.46	0.68
Flujo de calor Horiz/vert.			1.46	0.68
Viento (15 MPH)			6.00	0.17
Viento (7.5 MPH)			4.00	0.25
ESPACIOS DE AIRE				
Flujo de calor subiendo				
Horizontal de 3/4 a 4 "			1.18	0.85
Pend. de 45° 3/4 a 4 "			1.11	0.90
Flujo de calor horia.				
Esp. vert. de 3/4 a 4 "			1.03	0.97
Flujo de calor bajando				
Pendiente 45° 3/4 a 4 "			0.97	1.03
Horizontal 3/4 "			0.98	1.02
Horizontal 1 1/2 "			0.87	1.15
Horizontal 4 "			0.81	1.23

COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CALOR

$$U(\text{Btu}/\text{ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}), \quad K(\text{Btu in}/\text{ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}) = C, \quad R(\text{Ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}/\text{Btu})$$

CONCEPTO	U	K	C	R
PISOS				
Capa de hule de 1/8 "			42.40	0.02
Pino blanco (duela)	0.78			
Pino amarillo (duela)	0.91			
Loseta asfáltica de vinilo o lenoleu			20.00	0.05
Alfom. con bajo alf. de fibra			0.48	2.08
Alfom. con bajo alf. de hule-esp.			0.81	1.23
Losa de corcho de 1/8 "			3.60	0.28
Terrazo 1"			12.50	0.08
Subsuelo de madera 25/32 "			1.02	0.98
Suelo de madera 3/4"			1.47	0.68
Ladrillo de cerámica				1.23
Granito, mármol	20.16			
Firme de concreto (2")				0.40
Concreto armado (6")				0.48
Parquet de madera dura				0.68
Mortero de cemento	12.10			
Terrazo y piso de cemento	12.10			
Tezontle (relleno o terrazo seco)	12.90			
TECHOS				
Cubiertas asbesto-cemento			4.76	0.21
Cubiertas de asfalto			2.27	0.44
Cubiertas de madera			1.06	0.94
Tezontle	12.50			
Impermeabilizante				0.08
Ladrillo 1"				0.20
Firme de mortero	12.10			0.19
Concreto pre-fabricado				0.32
Losa de concreto 6"				0.48
Capa de asfalto (impermeabil.)				0.15
Tejas de madera			1.06	0.94
Concreto celular (siporex), 12.5 cm	3.22			
Asfalto				0.15
Firme de concreto (1")				0.20
Plafón de yeso (1/2"), 55x55 cm				0.45

COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CALOR

$$U(\text{Btu}/\text{ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}), \quad K(\text{Btu in}/\text{ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}) = C, \quad R(\text{Ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}/\text{Btu})$$

CONCEPTO	U	K	C	R
MUROS				
Ladrillo comprimido	8.87			
Ladrillo sin cocer			0.89	1.12
Ladrillo común 4"	5.00		1.25	0.80
Ladrillo de yeso				
3" celda 3 divisiones			0.74	1.35
4" celda 3 divisiones			0.60	1.67
3" celda hueca			0.61	1.64
4" celda hueca			0.46	2.17
Ladrillo 1"				0.20
Adobe al exterior			6.45	
Adobe al interior			4.03	
Ladrillo para fachada 4"			0.44	0.91
Muro siporex 10 cm			1.24	
Block de concreto con 3 celdas				
de 3"			0.40	
de 4"			0.71	
de 6"			0.91	
de 8"			1.11	
de 12"			1.28	
Block de barro vitrificado				
Una celda de 3"			0.80	
Una celda de 4"			1.11	
Dos celdas de 6"			1.52	
Dos celdas de 8"			1.85	
Tres celdas de 10"			2.22	
Tres celdas de 12"			2.50	

COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CALOR

$$U(\text{Btu}/\text{ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}), \quad K(\text{Btu in}/\text{ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}) = C, \quad R(\text{Ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}/\text{Btu})$$

CONCEPTO	U	K	C	R
ACABADOS PARA MUROS				
Loseta de barro				0.22
Teja de ladrillo				0.05
Azulejos y mosaicos (exteriores)	7.26			
Azulejos y mosaicos (interiores)	8.45			
Aplanado de yeso 5/8"				0.55
Aplanado de yeso 3/8"				0.33
Aplanado de yeso 1/2"	2.25			0.44
Aplanado yeso sobre met desp				0.13
Tirol planchado				0.19
Aplanado (1/2")				0.09
Aplanado (5/8")				0.11
Aplanado (3/4")				0.13
Placa de asbesto cemento 1"				0.25
Aislamiento de fibra de vidrio 5cm				8.00
Pintura vinilica				0.06
LAMINADOS				
Tablaroca alta densidad				0.32
Tablaroca 3/8"				0.40
Aislam fib vidrio alta den.				3.38
Lámina metálica cal.18 (1/20")				1.50
Placa de yeso 5/8"				0.39
Placa de yeso 3/8"	3.10			0.32
Placa de yeso 1/2"	2.25			0.44
Triplay 1/4"	3.21			0.31
Triplay 5/16"	2.56			0.39
Triplay 3/8"	2.12			0.47
Triplay 1/2"	1.60			0.63
Acrylico				1.17
Aislam fibra vidrio 1"				4.00
Tejado de asbesto	1.53			
Fibracel	1.40			
Lámina de asbesto corrugado	4.48			
Revestimiento de madera 1"				2.63
Fibracel 1"				0.72

COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CALOR

$$U(\text{Btu}/\text{ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}), \quad K(\text{Btu in}/\text{ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}) = C, \quad R(\text{Ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}/\text{Btu})$$

CONCEPTO	U	K	C	R
MADERAS				
<i>Madera biselada de (1/8")</i>				0.81
<i>Arce, roble, madera dura 1"</i>				0.91
<i>Abeto, pino, madera blanda 1"</i>				1.25
CRISTALES				
<i>Cristal vertical</i>				
<i>Sencillo</i>	1.13			
<i>Doble</i>				
1/4"		0.61		
1/2"		0.55		
3/4 a 4"		0.53		
<i>Triple</i>				
1/4"		0.41		
1/2"		0.36		
3/4 a 4"		0.34		
<i>Cristal horizontal</i>				
<i>Sencillo</i>				
<i>Verano</i>		0.86		
<i>Invierno</i>		1.40		
<i>Doble (1/4")</i>				
<i>Verano</i>		0.50		
<i>Invierno</i>		0.70		

COEFICIENTES DE TRANSFERENCIA DE CALOR

$$U(\text{Btu}/\text{ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}), \quad K(\text{Btu in}/\text{ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}) = C, \quad R(\text{Ft}^2\text{hr}^\circ\text{F}/\text{Btu})$$

CONCEPTO	U	K	C	R
MUROS DE BLOCK DE CRISTAL				
Tamaño nominal 6x6x4	0.60			
Tamaño nominal 8x8x4	0.56			
Tamaño nominal 12x12x4	0.52			
Con pant. de fibra de vidrio	0.48			

PUERTAS

Sencilla	
1"	0.69
1 1/4"	0.59
1 1/2"	0.52
1 3/4"	0.51
2"	0.46
2 1/2"	0.38
3"	0.33
Cristal (3/4 herculita)	
Sencilla	
1"	0.35
1 1/4"	0.32
1 1/2"	0.30
1 3/4"	0.30
2"	0.28
2 1/2"	0.25
3"	0.23

VIDRIOS

Vidrio plano sencillo	1.87
Vidrio aislante doble	2.04
Vidrio aislante triple	2.63
Ventanas de tormenta	2.27
Vidrio filtrasol	0.10

VENTANAS Y TRAGALUCES

Sencillos	0.75
Dobles	0.68
Triples	0.29

VENTILACION RECOMENDADA PARA DIFERENTES LUGARES

APLICACION	HUMO DE CIGARRO	FT ³ /MIN. POR PERSONA RECOMENDADO MINIMO		FT ³ /MIN. MINIMO DE AIRE POR FT ² DE TECHO	
DEPARTAMENTO	NORMAL	POCO	20	15	—
	DE LUJO	POCO	30	25	0.33
BANCOS	OCASIONAL	10	7.5	—	
PELUQUERIAS	CONSIDERABLE	15	10	—	
BALONES DE BELLEZA	OCASIONAL	10	7.5	—	
BARES	MUCHO	30	25	—	
CORREDORES	—	—	—	0.25	
SALA DE JUNTAS	EXCESIVO	50	30	—	
DEPARTAMENTOS DE TIENDAS	NADA	7.5	5	0.05	
TOCADORES	—	—	—	2.0	
GARAJES	—	—	—	1.0	
FABRICAS	NADA	10	7.5	0.10	
FUNERARIAS (SALONES)	NADA	10	7.5	—	
CAFETERIA	CONSIDERABLE	10	7.5	—	
HOSPITALES	QUIROFANOS	NADA	—	2.0	
	CUARTOS PRIVADOS	NADA	30	25	0.33
	SALAS DE ESPERA	NADA	20	15	—
HABITACIONES DE HOTEL	MUCHO	30	25	0.33	
COCINAS	RESTAURANTES	—	—	4.0	
	RESIDENCIAS	—	—	2.0	
LABORATORIOS	POCO	20	15	—	
SALONES DE REUNION	MUCHO	50	30	1.25	
OFICINAS	GENERALES	POCO	15	10	—
	PRIVADAS	NADA	25	15	0.25
SALONES DE CLASES	PRIVADAS	CONSIDERABLE	30	25	0.25
	CAFETERIA	—	—	—	—
RESTAURANTES	COMEDOR	CONSIDERABLE	12	10	—
	COMEDOR	CONSIDERABLE	15	12	—
TEATROS	POCO	15	10	—	
TEATROS	—	—	—	2.0	
		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO		E N E P ARAGON	
		TESIS PROFESIONAL			
		SISTEMA DE CALEFACCION		ALFONSO MORALES LEDESMA GEN. 86 - 90 N:CTAB312241-1	
		TABLA II.5			
ESC:	ACOT:	FECHA:	PLANO:		

TABLA II.7 CONTENIDO DE HUMEDAD EN LIBRAS POR MIL PIES CUBICOS

TEMP. °F	HUMEDAD RELATIVA %											
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
-20	.005	.006	.007	.008	.009	.011	.012	.013	.014	.017	.019	.021
-18	.005	.007	.008	.009	.011	.012	.013	.014	.018	.018	.021	.024
-16	.006	.007	.009	.010	.012	.013	.015	.016	.018	.021	.023	.026
-14	.007	.008	.010	.011	.013	.015	.016	.018	.020	.023	.026	.029
-12	.007	.009	.011	.013	.015	.016	.018	.020	.022	.025	.029	.033
-10	.008	.010	.012	.014	.016	.018	.020	.022	.024	.028	.032	.036
- 8	.009	.011	.013	.016	.018	.020	.022	.025	.027	.031	.036	.040
- 6	.010	.012	.015	.017	.020	.022	.025	.027	.030	.035	.040	.045
- 4	.011	.014	.017	.019	.022	.025	.028	.030	.033	.039	.044	.050
- 2	.012	.015	.018	.021	.024	.027	.031	.034	.037	.043	.049	.055
0	.014	.018	.020	.024	.027	.030	.034	.037	.041	.047	.054	.061
2	.015	.019	.022	.026	.030	.034	.037	.041	.045	.052	.060	.067
4	.016	.021	.025	.029	.033	.037	.041	.045	.049	.058	.066	.074
6	.018	.023	.027	.032	.036	.041	.045	.050	.055	.064	.073	.082
8	.020	.025	.030	.035	.040	.045	.050	.055	.060	.070	.080	.090
10	.022	.028	.033	.039	.044	.050	.055	.061	.066	.077	.088	.092
12	.024	.030	.036	.043	.049	.055	.061	.067	.073	.085	.097	.109
14	.027	.033	.040	.047	.053	.060	.067	.073	.080	.093	.107	.120
16	.029	.037	.044	.051	.059	.066	.073	.081	.088	.103	.117	.132
18	.032	.040	.048	.056	.064	.072	.081	.089	.097	.113	.129	.145
20	.035	.044	.053	.062	.071	.079	.088	.097	.106	.124	.141	.159

TEMP.

HUMEDAD RELATIVA %

°F

	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
22	.039	.048	.058	.068	.077	.087	.097	.106	.116	.136	.155	.174
24	.042	.053	.064	.074	.085	.095	.106	.117	.127	.148	.170	.191
26	.046	.058	.070	.081	.093	.104	.116	.128	.139	.167	.186	.209
28	.051	.063	.076	.083	.101	.114	.127	.139	.152	.178	.203	.228
→ 30	.055	.069	.083	.097	.111	.125	.139	.152	.166	.194	<u>.212</u>	.249
32	.061	.076	.091	.106	.121	.136	.151	.166	.182	.212	.242	.272
34	.065	.082	.098	.114	.135	.147	.163	.180	.196	.229	.261	.294
36	.070	.088	.106	.123	.141	.159	.176	.194	.211	.247	.282	.317
38	.076	.095	.114	.133	.152	.171	.190	.209	.228	.266	.304	.342
40	.082	.102	.123	.143	.164	.184	.204	.225	.245	.286	.327	.368
42	.088	.110	.132	.154	.176	.198	.220	.242	.264	.308	.352	.396
44	.095	.118	.142	.166	.189	.213	.237	.260	.284	.331	.379	.426
46	.102	.127	.153	.178	.204	.229	.254	.280	.305	.356	.407	.458
48	.109	.137	.164	.191	.219	.246	.273	.301	.328	.383	.437	.492
50	.117	.147	.176	.205	.235	.264	.293	.323	.352	.411	.469	.528
52	.126	.157	.189	.220	.252	.283	.315	.346	.378	.441	<u>.504</u>	.567
54	.135	.169	.202	.236	.270	.304	.337	.371	.406	.472	.540	.607
56	.145	.181	.217	.253	.289	.325	.362	.398	.434	.506	.578	.651
58	.155	.194	.232	.271	.310	.348	.387	.426	.465	.542	.619	.697
60	.166	.207	.249	.290	.331	.373	.414	.456	.497	.580	.663	.746
62	.177	.221	.266	.310	.354	.399	.443	.487	.532	.620	.709	.797
64	.189	.237	.284	.331	.379	.426	.473	.521	.568	.663	.758	.852
66	.202	.253	.303	.354	.405	.455	.506	.556	.607	.708	.809	.910

TEMP.

HUMEDAD RELATIVA %

°F

	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
68	.216	.270	.324	.378	.432	.486	.540	.594	.648	.756	.864	.972
→ 70	.230	.288	.346	.403	.461	.518	<u>.576</u>	.634	.691	.808	.922	1.037
72	.246	.307	.369	.430	.491	.553	.614	.676	.737	.860	.983	1.106
74	.262	.327	.393	.458	.524	.589	.655	.720	.780	.917	1.04	1.178
76	.279	.349	.418	.488	.558	.628	.697	.767	.837	.976	1.11	1.255
78	.297	.371	.455	.520	.594	.668	.742	.817	.891	1.03	1.18	1.336
80	.316	.395	.474	.553	.632	.711	.790	.869	.948	1.10	1.26	1.422
82	.336	.420	.504	.588	.672	.756	.840	.924	1.06	1.17	1.34	1.512
84	.357	.446	.536	.625	.714	.803	.893	.982	1.07	1.25	1.42	1.607
86	.379	.474	.569	.664	.759	.854	.948	1.04	1.13	1.32	1.51	1.707
88	.403	.503	.604	.705	.806	.906	1.00	1.10	1.20	1.41	1.61	1.813
90	.427	.534	.641	.748	.855	.962	1.06	1.17	1.28	1.49	1.71	1.923
92	.453	.567	.680	.793	.907	1.02	1.13	1.24	1.36	1.58	1.81	2.040
94	.481	.601	.721	.841	.961	1.08	1.20	1.32	1.44	1.68	1.92	2.163
96	.509	.637	.764	.891	1.01	1.14	1.24	1.40	1.52	1.78	2.03	2.292
98	.535	.674	.805	.944	1.07	1.21	1.34	1.48	1.61	1.88	2.15	2.428
100	.571	.714	.857	.999	1.14	1.28	1.42	1.57	1.71	1.99	2.28	2.570
102	.604	.755	.906	1.05	1.20	1.36	1.51	1.66	1.81	2.11	2.41	2.719
104	.639	.799	.959	1.11	1.27	1.43	1.59	1.75	1.91	2.23	2.55	2.876
106	.676	.844	1.01	1.18	1.35	1.52	1.68	1.85	2.02	2.36	2.70	3.040
108	.714	.892	1.07	1.24	1.42	1.60	1.78	1.96	2.14	2.49	2.85	3.212
110	.754	.942	1.13	1.31	1.50	1.69	1.88	2.07	2.26	2.63	3.01	3.393
112	.796	.955	1.19	1.39	1.59	1.79	1.99	2.18	2.38	2.78	3.18	3.582

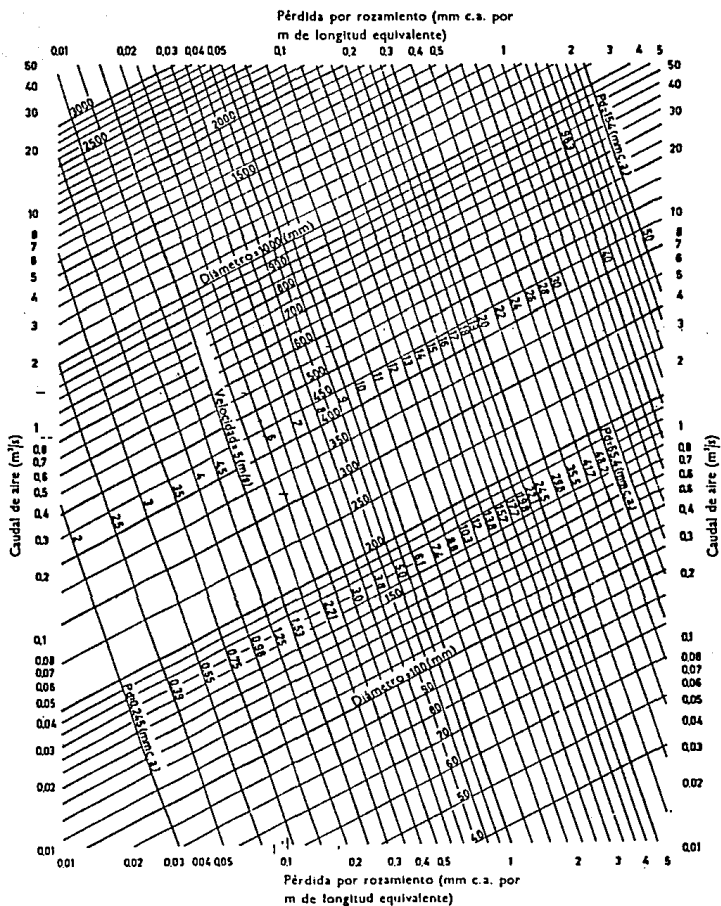
TABLA III.1

VELOCIDADES RECOMENDADAS Y MAXIMAS EN DUCTOS

Designación	Velocidades recomendadas Ft/min			Velocidades máximas Ft/min	
	Resi- dencias	Escuelas teatros, edificios públicos	Edificios indus- triales	Resi- dencias	Escuelas teatros, edificios públicos.
Tomas de aire exterior	700	800	1000	800	900
Filtros	250	300	350	300	350
Serpentines de Calefacción	450	500	600	500	600
Lavadoras de aire	500	500	500	500	500
Conexión a succión	700	800	1000	900	1000
Salidas de ventiladores	1000- 1600	1300- 2000	1600- 2400	1700	1500- 2200
Ductos prin- cipales	700- 900	1000- 1300	1200- 1800	800- 1000	1100- 1600
Ductos ra- males	600	600- 900	800- 1000	700- 1000	800- 1300
Ductos ver- ticales	500	600- 700	800	650- 800	800- 1200

Nota: Valores sólo para sistemas de baja velocidad

FIG. 3.b Pérdida por rozamiento en conductos de aire.



SEMIPERIMETRO		KG. POR METRO LINEAL DE DUCTO					AISLAMIENTO	
PULGADAS	CMS	26	24	22	20	18	1° ESP M ² /M	2° ESP M ² /M
6	15	1.78	—	—	—	—	—	—
7	18	2.00	—	—	—	—	—	—
8	20	2.23	2.89	—	—	—	0.50	0.60
9	23	2.53	3.25	—	—	—	0.55	0.65
10	25	2.81	3.60	4.39	—	—	0.60	0.70
11	28	3.11	3.95	4.81	—	—	0.65	0.75
12	30	3.4	4.31	5.35	—	—	0.70	0.80
13	33	3.68	4.68	5.7	—	—	0.75	0.85
14	35	4	5.05	6.15	—	—	0.80	0.90
15	38	4.24	5.39	6.58	—	—	0.85	0.95
16	40	4.53	5.75	7	—	—	0.90	1.00
17	43	4.8	6.1	7.45	—	—	0.95	1.05
18	45	5.09	6.48	7.89	—	—	1.00	1.10
19	48	5.37	6.82	8.2	—	—	1.05	1.15
20	51	5.66	7.21	8.76	—	—	1.10	1.20
21	53	5.96	7.53	9.2	—	—	1.15	1.25
22	56	6.12	7.89	9.63	—	—	1.20	1.30
23	58	6.43	8.26	10.1	—	—	1.25	1.35
24	61	6.79	8.64	10.5	—	—	1.30	1.40
25	63	7.09	8.96	11	—	—	1.35	1.45
26	66	7.37	9.35	11.39	—	—	1.40	1.50
27	68	7.63	9.71	11.84	—	—	1.45	1.55
28	71	7.92	10.	12.27	—	—	1.50	1.60
29	73	8.19	10.42	12.72	—	—	1.55	1.65
30	76	8.5	10.78	13.13	—	—	1.60	1.70
31	78	8.78	11.12	13.58	—	—	1.65	1.75
32	81	9.08	11.5	14.	—	—	1.70	1.80
33	83	9.32	11.84	14.44	—	—	1.75	1.85
34	86	9.62	12.2	14.9	—	—	1.80	1.90
35	89	9.89	12.58	15.34	—	—	1.85	1.95
36	91	10.18	12.9	15.78	—	—	1.90	2.00
37	94	10.47	13.32	16.23	—	—	1.95	2.05
38	96	10.77	13.67	16.68	—	—	2.00	2.10
39	99	11	14	17	—	—	2.05	2.15
40	101	—	14.37	17.57	20.55	—	2.10	2.20
41	104	—	14.74	18	21.14	—	2.15	2.25
42	106	—	15.11	18.4	21.59	—	2.20	2.30
43	109	—	15.5	18.84	22.19	—	2.25	2.35

TABLA III.2 Factores de oculo para lámina galvanizada y aislamiento

SEMIPERIMETRO		KG. POR METRO LINEAL DE DUCTO					AISLAMIENTO	
PULGADAS	CM	26	24	22	20	18	1° ESP M ² /M	2° ESP M ² /M
44	111	—	15.78	19.36	22.7	—	2.30	2.40
45	114	—	16.16	19.73	23.22	—	2.35	2.45
46	117	—	16.53	20	23.68	—	2.40	2.50
47	119	—	17	20.55	24.2	—	2.45	2.55
48	121	—	17.27	21	24.7	—	2.50	2.60
49	124	—	17.57	21.44	25.3	—	2.55	2.65
50	127	—	18	21.9	25.76	—	2.60	2.70
51	129	—	18.32	22.34	26.36	—	2.65	2.75
52	132	—	18.7	22.78	26.8	—	2.70	2.80
53	134	—	19	23.23	27.25	—	2.75	2.85
54	137	—	19.36	23.68	27.84	—	2.80	2.90
55	139	—	19.73	24.	28.29	—	2.85	2.95
56	142	—	20	24.57	28.9	—	2.90	3.00
57	145	—	20.47	25	29.48	—	2.95	3.05
58	147	—	20.85	25.46	29.78	—	3.00	3.10
59	149	—	21.22	25.9	30.38	—	3.05	3.15
60	152	—	21.59	26.36	31	—	3.10	3.20
61	155	—	21.9	26.8	31.42	—	3.15	3.25
62	157	—	22.34	27.25	32	—	3.20	3.30
63	160	—	22.63	27.55	32.46	—	3.25	3.35
64	163	—	23	28	33	—	3.30	3.40
65	165	—	23.38	28.44	33.5	—	3.35	3.45
66	168	—	23.58	28.9	34	—	3.40	3.50
67	170	—	24	29.33	34.55	—	3.45	3.55
68	173	—	24.42	29.78	35	—	3.50	3.60
69	176	—	24.87	30.23	35.59	—	3.55	3.65
70	178	—	—	30.53	36	47	3.60	3.70
71	180	—	—	31	36.63	47.65	3.65	3.75
72	183	—	—	31.42	37.	48.24	3.70	3.80
73	185	—	—	31.86	37.67	49	3.75	3.85
74	188	—	—	32.46	38	49.58	3.80	3.90
75	191	—	—	32.76	38.71	50.32	3.85	3.95
76	193	—	—	33.2	39.16	51	3.90	4.00
77	196	—	—	33.65	39.3	51.67	3.95	4.05
78	198	—	—	34	41	52.26	4.00	4.10
79	201	—	—	34.55	40.65	52.86	4.05	4.15
80	203	—	—	35	41.25	53.75	4.10	4.20
81	206	—	—	35.44	41.69	54.35	4.15	4.25

SEMIPERIMETRO		KG. POR METRO LINEAL DE DUCTO					AISLAMIENTO	
PULGADAS	CMS	26	24	22	20	18	1" ESP M ² /M	2" ESP M ² /M
82	200	—	—	35.9	42.29	55	4.20	4.30
83	211	—	—	36.33	42.73	55.7	4.25	4.35
84	213	—	—	36.78	43.18	56.28	4.30	4.40
85	216	—	—	37.23	43.78	57	4.35	4.45
86	218	—	—	37.67	44.37	57.77	4.40	4.50
87	221	—	—	38.1	44.82	58.37	4.45	4.55
88	224	—	—	38.4	45.27	59	4.50	4.60
89	226	—	—	38.86	45.86	59.56	4.55	4.65
90	229	—	—	39.3	46.3	60.3	4.60	4.70
91	231	—	—	39.76	47	61	4.65	4.75
92	234	—	—	40.5	47.5	61.79	4.70	4.80
93	236	—	—	40.8	48	61.54	4.75	4.85
94	239	—	—	41	48.39	63.13	4.80	4.90
95	241	—	—	41.54	49	63.73	4.85	4.95
96	244	—	—	42	49.44	64.47	4.90	5.00
97	246	—	—	42.44	50	65	4.95	5.05
98	249	—	—	42.88	50.63	65.8	5.00	5.10
99	251	—	—	43.33	51	66.25	5.05	5.15
100	254	—	—	44	52.13	67.4	5.10	5.20
102	260	—	—	45	52.88	68.6	5.20	5.30
104	264	—	—	45.84	54	70	5.30	5.40
106	269	—	—	46.73	55	71.3	5.40	5.50
108	274	—	—	47.5	56	72.65	5.50	5.60
110	279	—	—	48.4	57	74	5.60	5.70
112	284	—	—	49.3	58	75.35	5.70	5.80
114	290	—	—	50.2	59	76.7	5.80	5.90
116	295	—	—	51	60.3	78	5.90	6.00
118	300	—	—	52	61.3	79.4	6.00	6.10
120	305	—	—	52.88	62.3	81	6.10	6.20

DIMENSION MAYOR DEL DUCTO

CALIBRE 26	_____	HASTA 12"	} NORMAS AMICA
CALIBRE 24	_____	13" a 30"	
CALIBRE 22	_____	31" a 60"	
CALIBRE 20	_____	61" a 90"	
CALIBRE 18	_____	91" EN ADELANTE	

NOTAS: NO AGREGAR 10% DESPERDICIO YA ESTA INCLUIDO

Válvulas para agua o vapor de dos o tres vías

Para acoplarse al motor M-100, VA 3200.

Conexión roscada, cuerpo de bronce.

 Presión máxima del cuerpo: 10.5 Kg/cm² (150 lb/plg²).

 Presión máxima diferencial (vapor): 2.4 Kg/cm² (35 lb/plg²).

Temperatura máxima: 137° C (280° F).

Dos vías (para agua o vapor)

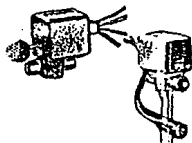
NÚMERO DE CATALOGO	DIÁMETRO		C.V.
	mm	plg.	
VB5430-1412	13	1/2	0.9
VB5430-1413	13	1/2	1.5
VB5430-1414	13	1/2	2.3
VB5430-1415	19	3/4	3.8
VB5430-1416	25	1	7.0
VB5430-1417	32	1 1/4	12.0
VB5430-1418	38	1 1/2	18.0
VB5430-1419	51	2	30.0
VB3970-11	63	2 1/2	54.0
(V90AA-7)			
VB3970-14	76	3	80.0
(V90AA-8)			
VB3970-17	102	4	157.0
(V90AA-9)			

Tres vías (para agua)

NÚMERO DE CATALOGO	DIÁMETRO		C.V.
	mm	plg.	
VB5830-1413	13	1/2"	1.5
VB5830-1414	13	1/2	2.3
VB5830-1415	19	3/4	3.8
VB5830-1416	25	1	7.0
VB5830-1417	32	1 1/4	12.0
VB5830-1418	38	1 1/2	18.0
VB5830-1419	51	2	30.0
VB4322-9,	63	2 1/2	54.0
(V900B-7)			
VB4322-11	76	3	80.0
(V900B-8)			
VB4322-13	102	4	157.0
(V900B-9)			

Las válvulas de dos vías VB5430 regulan el flujo de vapor o agua para un sistema de aire acondicionado y calefacción. Están disponibles de 1/2" a 2" de diámetro y de 2 1/2" a 4" de diámetro (modelo VB3970).

Las válvulas mezcladoras de tres vías VB5830 están diseñadas para control de agua caliente o fría; tienen características de flujo lineal. Están disponibles de 1/2" a 2" de diámetro y de 2 1/2" a 4" de diámetro (VB4322).



Serie V70

Válvulas para Fan & Coil de dos y tres vías

MODELO		DIÁMETRO	NO. DE VÍAS
V7DAA-1	Válvula motorizada para Fan & Coil	1/2"	2
V70DA-1	120 VCA		3

La válvula de Fan & Coil V70 N.C. funciona para acción motorizada de dos posiciones o de desviación con tres vías, conexión 1/2" NPT y 120 VCA.

TABLA IV. 1

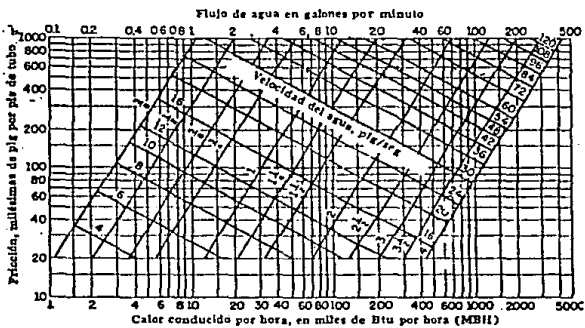


Fig. 5.a Pérdida por fricción para flujo de agua caliente en tubo de cobre.

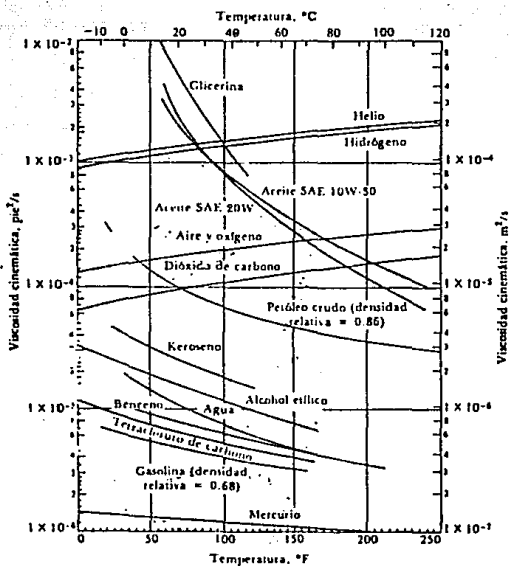


Fig. 5.c Viscosidades cinemáticas de algunos gases y líquidos.

Uniones	Tubo de cobre (pulg.)						Tubo de hierro (pulg.)					
	1	1	1 1/2	1 1/2	2	2	1	1	1 1/2	1 1/2	2	
Codos												
90°	1.6	3.1	2.6	3.1	4.2	6.5	1.6	2.1	2.0	3.1	4.2	
45°	1.1	1.5	1.8	2.2	2.9	4.5	1.1	1.5	1.8	2.2	2.9	
90° radio grande de curvatura	0.8	1.0	1.3	1.6	2.1	3.0	0.8	1.0	1.3	1.6	2.1	
Tes												
100% de desviación	2.8	3.8	4.7	5.6	7.5	13	1.9	2.5	3.1	3.7	5.0	
50% de desviación	6.3	8.3	10.4	12.5	16.7	25	6.3	8.3	10.4	12.5	16.7	
33% de desviación	14.3	18.7	23.4	28.1	37.5	50	18.7	23.5	29.4	35.2	46.9	
25% de desviación	25.0	33.3	41.6	49.8	66.7	100	31.2	41.6	52.0	62.5	83.4	
Válvulas												
Globo (totalmente abierto).....	18.7	25.0	31.8	36.8	50.0	66	26.6	35.4	44.2	53.0	70.8	
Compuerta (totalmente abierta)	0.6	1.0	1.3	1.6	2.1	3.0	1.1	1.5	1.8	2.2	2.9	
Grifo (totalmente abierto).....	1.6	2.1	2.6	3.1	4.2	6.5	1.6	2.1	2.6	3.1	4.2	
Angulo (totalmente abierto)....	3.6	4.2	5.2	6.2	8.3	12.5	4.7	6.3	7.6	9.4	12.5	
Unión reducción	0.6	0.8	1.0	1.3	1.7	2.5	0.6	0.8	1.0	1.3	1.7	
Caldera o radiador	4.7	6.3	7.8	9.4	12.5	19	6.3	8.3	10.4	12.5	16.7	

TABLA V.3 Pérdidas por fricción en accesorios
(en pies equivalentes de tubo recto)

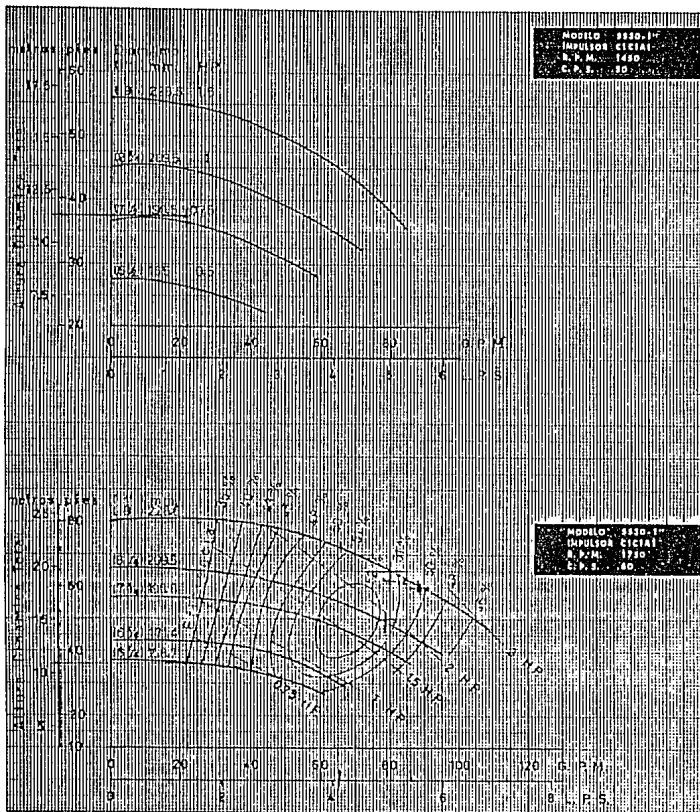


Fig. 5.d Curvas características de operación de bomba seleccionada.

GLOSARIO

GLOSARIO

1. AIRE ACONDICIONADO

Es la técnica que comprende el control simultáneo y continuo de los factores (temperatura, humedad, movimiento, distribución y pureza) que afectan las condiciones físicas y químicas de la atmósfera dentro de cualquier recinto destinado a ocuparse por personas o destinado a fines industriales.

2. VENTILACION

Es crear un ambiente confortable por una recirculación de aire.

3. AIRE

Es una mezcla de oxígeno, nitrógeno y otros gases (Argón, Neón, Hidrógeno, etc.) y una cantidad de vapores de agua en cantidades variables. El aire contiene también en cantidades más o menos grandes y según sea la zona geográfica, el clima, la estación del año, el tiempo y otros factores, lo siguiente:

3.1 Gases y vapores contaminantes (ozono, monóxido de carbono, etc.).

3.2 Polvos.

3.3 Gérmenes.

3.4 Humedad. La cantidad promedio de humedad en el aire, es algo menor que 1% en volumen, puede llegar a 4% en los climas húmedos.

4. HUMEDAD

La humedad es un término usado para describir la presencia de vapor de agua en el aire. La cantidad de humedad que el aire deberá contener dependerá de la temperatura del aire. El aire caliente deberá contener más humedad que el aire frío.

5. CALOR

Es una forma de energía, la cual es transferida o transmitida en virtud de un diferencial de temperatura existente.

6. CALOR LATENTE

El calor latente es el producido por la condensación o evaporación del agua. Cuando estas no producen cambio alguno en la temperatura de bulbo seco.

7. CALOR SENSIBLE

Es el que produce cambio en la temperatura de bulbo seco, pero no en la cantidad de vapor de agua presente en el aire (humedad específica). Este cambio aparece como una línea horizontal en la carta.

8. CONDUCCION

Es un proceso en el cual el calor es transmitido de una molécula adyacente hacia la otra a lo largo de la trayectoria del fluido, pasando de las moléculas más calientes a las moléculas más frías adyacentes.

9. CONVECCION

Es la transferencia de calor entre un fluido en movimiento (líquido o gas) y una superficie.

10. RADIACION

Es un proceso en el cual el cuerpo caliente da energía radiante en todas direcciones, si a un cuerpo frío le llega esta energía, absorbe algo de ella aumentando su energía interna y se tiene como consecuencia un aumento de su temperatura.

11. COEFICIENTE COMBINADO DE TRANSMISION DE CALOR " U "

El coeficiente combinado de transmisión de calor U , dado en $\text{Btu/hrft}^2\text{°F}$, se puede definir como el flujo de calor por hora a través de 1 pie^2 de barrera, cuando la diferencia de temperatura entre el aire interior y el exterior es de 1°F .

12. PROPIEDADES ESPECIFICAS DEL AIRE

12.1 TEMPERATURA DE BULBO SECO (B. S.)

Es la temperatura que registra un termómetro ordinario.

12.2 TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO (B. H.)

La temperatura que indica un termómetro cuyo bulbo está cubierto por una mecha húmeda y expuesto a una corriente rápida de aire.

12.3 TEMPERATURA DE ROCIO (T. r.)

La temperatura a la cual empieza la condensación de humedad cuando el aire se enfría.

12.4 HUMEDAD RELATIVA (ϕ)

Relación entre la presión de vapor de agua contenido en el aire y la presión de vapor saturante a la misma temperatura.

12.5 HUMEDAD ESPECIFICA O CONTENIDO DE HUMEDAD (w)

El peso de vapor de agua expresado en gramos por kilo de aire seco.

12.6 ENTALPIA (h)

Cantidad de calor contenida en el aire, contada a partir de los -10°C .

12.7 VOLUMEN ESPECIFICO (v)

Los m^3 de aire húmedo que corresponden a 1 kilo de aire seco.

12.8 FACTOR DE CALOR SENSIBLE (F. C. S.)

Relación entre los calores sensible y total.

12.9 PUNTO DE REFERENCIA

Situado a los 26.7°C y 50% de humedad relativa, y que se emplea junto con la escala de factores de calor sensible para dibujar las líneas del proceso de aire acondicionado.

13. PSICROMETRIA

Es la ciencia que trata de las propiedades termodinámicas del aire húmedo y del efecto de la humedad atmosférica sobre los materiales y sobre el confort humano. Tal como se aplica en este capítulo, la definición debe ser ampliada, para incluir el método de controlar las propiedades térmicas del aire húmedo.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- 1.- " Fundamentos del Acondicionamiento de Aire. " Carrier Air Conditioning Company 1962.
- 2.- " Aire Acondicionado y Refrigeración. " Jennings-Lewis, 13a edición, editorial Continental.
- 3.- " Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración. " Eduardo Hernández Goribar, edición de 1985, edit. Limusa.
- 4.- " Handbook of Air Conditioning Systems Design. " Carrier Air Conditioning Company, editorial Mc Graw Hill Book Company 1965.
- 5.- " Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas. " Claudio Metaiz, edición de 1980, editorial del Castillo.
- 6.- " Mecánica de fluidos e hidráulica. " Renald V. Giles, edición de 1979, Serie de Compendios Schaum.