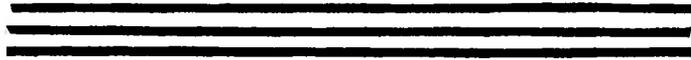


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

28
106



PROYECTO DE INSTALACION DE AIRE ACONDICIONADO PARA USO DIDACTICO EN LOS LABORATORIOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA.

T E S I S

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

VICTOR ROMERO CORREA
J. MANUEL LARA VALENCIA
ALFREDO AGUILAR ORAJALES
FRANCISCO JOSE L. GOMEZ TINAJERO

MEXICO, D. F.

1982



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

		Pág.
	INTRODUCCION	
I	GENERALIDADES	6
II	CARGA TERMICA	
	PARA VERANO	10
	PARA INVIERNO	24
III	EQUIPO	31
IV	ESPECIFICACIONES GENERALES AL PROYECTO	63
V	COSTOS	71
	CONCLUSION	

I N T R O D U C C I O N

Uno de los problemas principales que afrontan los egresados de las Instituciones de Educación Superior es la falta de experiencia en cuanto a la aplicación práctica de los conocimientos teóricos adquiridos.

Ante esta situación, sería utópico pensar en una solución radical a dicho problema, sin embargo, es factible colaborar para que los estudiantes puedan compaginar de mejor manera la teoría con el ejercicio profesional.

Dentro del Area de Fluidos y Térmica, el estudio de Aire Acondicionado presenta una gran importancia, debido a que dicha especialidad no abarca únicamente la Procuración y Producción del confort humano, sino la implementación del equipo al sistema deseado en el proceso industrial y/o comercial.

Además, detrás de esto existe toda una Industria que provee el equipo y material que es necesario conocer para el arreglo de Sistemas.

De aquí nace la idea de proyectar una Instalación de Aire Acondicionado para uso Didáctico en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería.

GENERALIDADES

Se ha proyectado un Sistema de Aire Acondicionado en el salón L-11 de la Sección de Laboratorios de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Este salón se consideró apropiado debido a la ubicación y disponibilidad de los servicios ahí existentes, además, tradicionalmente ha sido asignado al Area de Fluidos y Térmica.

El Sistema mencionado funcionará como una instalación de tipo didáctico, para lo cual fué necesario considerar que se ejemplificarían los cuatro Procesos Básicos, a saber:

- a) Calentamiento
- b) Humidificación
- c) Enfriamiento
- d) Deshumidificación.

Para este fin, se inició el Proyecto con la obtención de datos referentes a temperaturas, humedad, datos arquitectónicos - civiles, ubicación, orientación y fuentes de servicio hidráulico y eléctrico.

Con la información obtenida se procedió al cálculo de cargas térmicas; después se continuó con la selección del equipo, - controles y materiales requeridos.

El cálculo de cargas es fundamental, básico para poder continuar con selección de equipo.

De la Selección del equipo se concluyó lo siguiente:

Se instalará una unidad manejadora de aire para cubrir las necesidades del proyecto. Esta manejadora tendrá un serpentín de enfriamiento por agua, la cual es llevada a la temperatura requerida por una unidad paquete de enfriamiento por agua con intercambiador de calor que emplea refrigerante Freón 22 y condensador con el mismo refrigerante, enfriado por aire.

Tendrá serpentín de Expansión Directa, acoplado a una unidad paquete de enfriamiento con intercambiador de calor, empleando Freón 22 y condensador, con el mismo, enfriado por aire.

Constará,asimismo, de un serpentín de agua caliente acoplado a un calentador,y,una unidad Lavadora de Aire.

Para la circulación del agua refrigerada se empleará una bomba centrífuga acoplada a motor eléctrico, el circuito de la tubería será de Cu. aislado térmicamente.

Para distribución del aire acondicionado se proyectan ductos contruidos de lámina galvanizada, aislados térmicamente y recubiertos con una barrera de vapor.

El aire se descargará hacia los espacios acondicionados -- por medio de difusores colocados en el plafond, previsto en el mismo proyecto; el retorno del aire se hará a través del pleno formado entre el plafond y la losa, conectado -- con el espacio acondicionado mediante rejillas. El pleno se conectará a la manejadora por medio de ductos de lámina galvanizada. Permanentemente se tomará del exte-

rior la cantidad de aire requerido para la ventilación del interior.

En los controles se instalarán termostatos del tipo proporcional y dos posiciones, humidostatos, de tal manera que su rango sea adecuado para las condiciones de operación -- del Sistema, siendo éstos del tipo eléctrico a bajo voltaje (24 v.)

La señal de los termostatos y humidostatos será recibida -- por motores modulantes de acción reversible, los cuales, -- de acuerdo con dicha señal, actuarán para asegurar que las condiciones del aire que se inyecta a la zona sean las adecuadas.

En general, en el proyecto se especificará el material correspondiente y se sugerirá el suministro del mismo, y equipo necesario; así como planos y normas correspondientes.

Está elaborado como un listado de material y equipo, que -- conjuntamente con la estimación de la mano de obra, se empleará para la obtención del Presupuesto Global del Proyecto, presentando posteriormente las conclusiones pertinentes.

CARGA TERMICA PARA VERANO E INVIERNO

CALCULO DE CARGA TERMICA PARA VERANO

A) Descripción del salón:

Salón L-11 de la Facultad de Ingeniería (U.N.A.M.) Ciudad de México. 19.62 latitud norte.

Se encuentra ubicado en la planta baja de la Sección de Laboratorios de la Facultad. Edificio Principal.

Descripción de materiales de construcción:

Pisos de terrazo y mortero cemento.

Muros de tabique aparente.

Ventanas de estructura metálica.

Losa de concreto (0.10 m.)

Vigas de concreto.

Puerta de acceso de doble hoja, en madera.

Columnas visibles de concreto.

Pretil al frente de concreto.

16 lámparas fluorescentes de 2 x 74 watts.

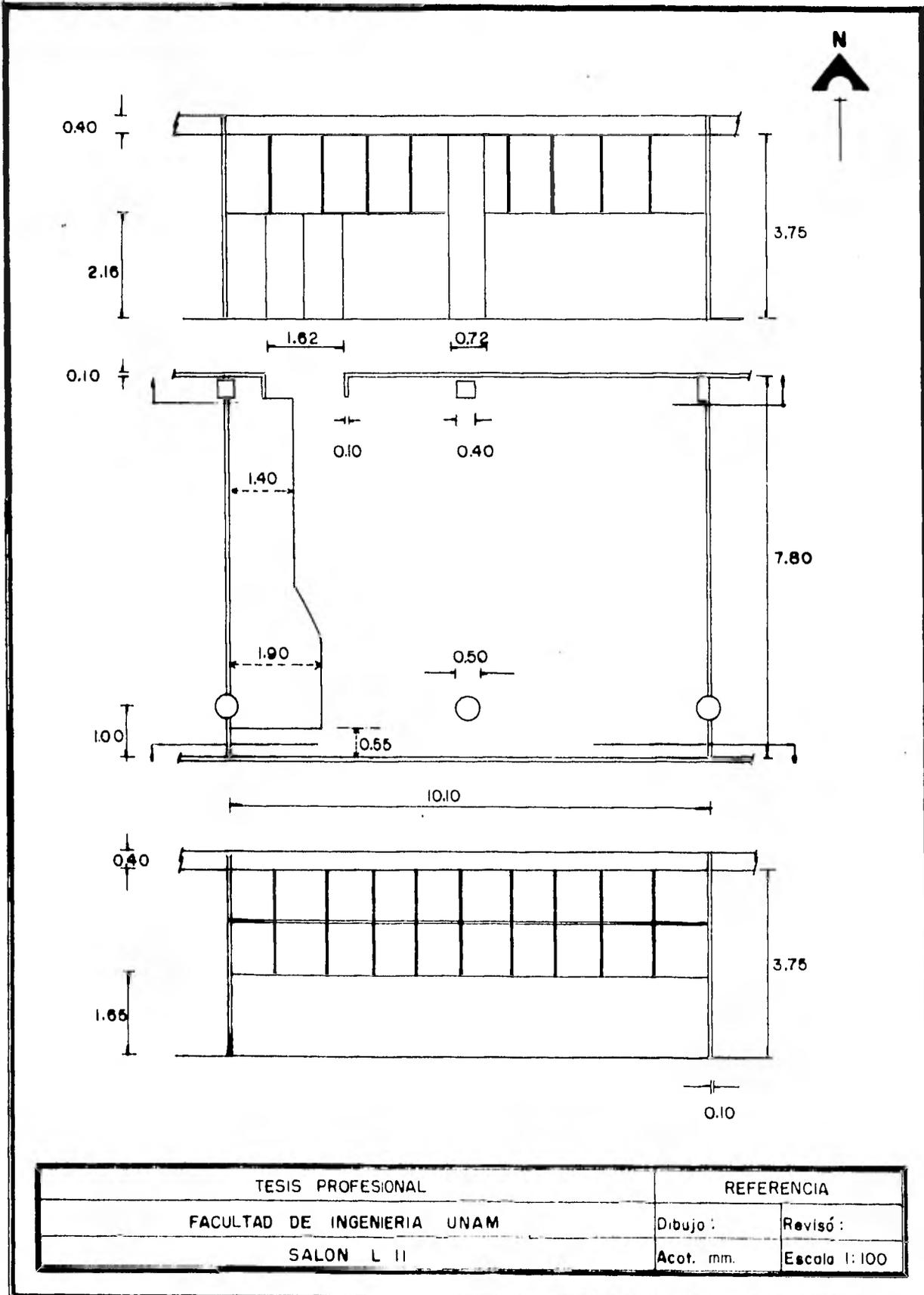
Al norte, pasillos de los laboratorios.

Al sur, jardín interno de la Facultad.

Al oriente y poniente y en el primer piso, salones de --
clase.

B) Conductividades térmicas empleadas.

Concepto	K	Unidad
Muros	1.10	$\frac{\text{K cal}}{\text{m } ^\circ\text{C Hr}}$
Vidrios	0.70	"
Losa	1.50	"
Piso	1.50	"
Plafond	0.300	"



TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo :	Revisó :
SALON L II		Acot. mm.	Escala 1:100

C) Condiciones exteriores:

Jardín (lado sur)	T.B.S.	32 C	
	T.B.H.	17 C	
Pasillo (lado norte)	T.B.S.	26.5 C	(considerado)
Salones contiguos	T.B.S.	28.5 C	(promedio)

D) Condiciones interiores:

Obtenidos de la carta de confort.

T.B.S.	25 C	(Temp. efectiva)
Ø	50 %	(21.1 C)

A1. Ganancia Térmica por efecto solar.

En vidrios (lado sur)

$$q_v = q' A f \times 2.7125 \frac{\text{K cal}}{\text{Hr}}$$

en donde:

q_v = ganancia térmica a través de vidrios por radiación

q' = ganancia térmica por efecto solar por unidad de área (tablas).

A = Área vidrios.

f = Factor de forma.

2.7125 = Factor de conversión $\left(\frac{\text{BTU}}{\text{Hr ft}^2} \text{ a } \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr m}^2} \right)$

$$q_v = q' \times 21.21 \times 2.7125 \times 1$$

$$= q' \times 57.53$$

Se considera un factor adicional de f_1 , por tener en la -- ventana más de 85% de área de vidrio. ($f_1 = 1.17$)

$$q_v = q' \times 67.30$$

En muros (lado sur)

$$q_m = U A T_e^*$$

en donde:

q_m = ganancia térmica a través de muros.

U = coeficiente global de transmisión de calor

A = área muros (1.65 x 10.10 m)

$$T_e^* = \frac{T_e}{1.8} + (T_R - 8.3) \text{ C}$$

T_e = incremento de temp. equivalente. (tablas)

T_R = incremento de temperatura de diseño. C

8.3 = P/corrección por temperaturas diferenciales. C

1.8 = factor de conversión.

teniéndose:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_o} + \frac{1}{h_i} + \frac{x}{k}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{29.3} + \frac{1}{8.05} + \frac{0.10}{1.10}}$$

$$U = 4.01 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr C m}^2}$$

$$T_R = T_e - T_i$$

$$T_R = 32 - 25$$

$$= 7$$

siendo h_o y h_i los coeficientes de transmisión de calor para películas exterior e interior respectivamente.

x = el espesor del muro.

k = coef. de transmisión del muro.

T_e = Temp. exterior

T_i = Temp. interior.

		Ganancia Térmica a través de Vidrios (qv) Kcal/Hr.												
Fecha	Orientación	6 A.M.	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6 P.M.
Jun. 21	Sur	201.9	605.7	807.6	942.2	942	942	942	942	942	942	808,	606	202
Jul. 23 May. 21	Sur	201.9	438.4	807.6	874.9	942	942	942	942	942	875	808	639	202
Ago. 24 Abr. 20	Sur	134.6	471.1	740.3	942.2	1346	1615	1750	1615	1346	942	740	471	135
Sept. 22 Mar. 22	Sur	0	538.4	1480.6	2557.4	3500	4240	4375	4240	3500	2557	1480	938	0
Oct. 23 Feb. 20	Sur	0	1413.3	3365	5114.9	6259	7134	7470	7134	6248	6115	3365	1413	0
Nov. 21 Ene. 21	Sur	0	1884.4	4644	6730	8228	9153	9489	9153	8278	6730	4644	1884	0
Dic. 22	Sur	0	1682.5	4980	7470.3	8884	9826	10028	9826	8883	7470	4980	1683	0

TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo :	Revisó:
		Acot.	Escala -sin-

$$T_e = \frac{T_e}{1.8} + (T_R - 8.3)$$

$$= \frac{T_e}{1.8} - 1.3$$

$$q_m = 4.01 \times 16.665 \left(\frac{T_e}{1.8} - 1.3 \right)$$

$$= 37.13 T_e - 86.87$$

Ganancia térmica a través de muros

Latitud	A. M.					P. M.				
	8	10	12	1	2	4	6	8	10	12
norte.										
Orientación --										
sur.	- 235	- 161	359	690	978	879	656	359	210	62

La ganancia por efecto solar será:

$$q_v + q_m$$

$$q_v = 9826 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}}$$

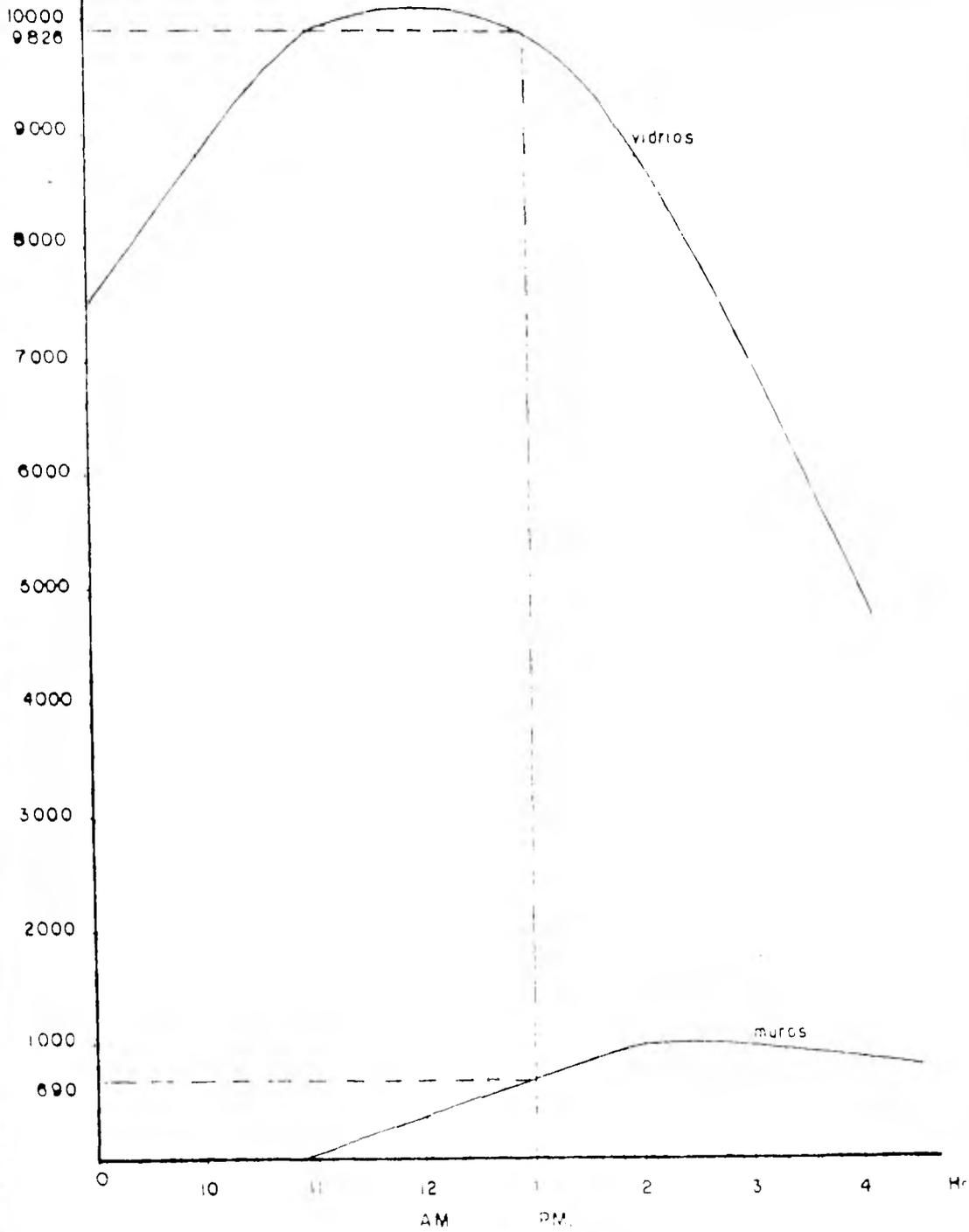
$$q_m = \frac{690}{10516} "$$

Nota: Los valores considerados de q_v y q_m no son los mayores, sin embargo, son los que corresponden a la 1 P.M., hora a la cual se presenta la mayor suma.

La fecha de máxima carga está dada para:

22 de diciembre a la 1 P.M.

Ganancia
Térmica
Kcal/Hr



TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujó:	Revisó:
Gráfico de Ganancias Térmicas por Efecto Solar en Vidrios y Muros		Acat.	Escala

A2 Ganancia Térmica por transmisión.

En vidrios (lado sur)

$$q_v = U A T_R$$

$$\begin{aligned} U &= \frac{1}{\frac{1}{h_o} + \frac{1}{h_i} + \frac{x}{k}} \\ &= \frac{1}{\frac{1}{29.3} + \frac{1}{8.05} + \frac{0.004}{0.7}} \\ &= 6.09 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr C m}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_v &= 6.09 \times 21.21 \times 7 \\ &= 904.0 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}} \end{aligned}$$

En vidrios (lado norte)

$$q_v = U A T$$

$$U = 6.09 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr C m}^2}$$

$$A = 15.42 \text{ m}^2$$

$$T = 26.5 - 25$$

$$= 1.5$$

$$q_v = 140 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}}$$

En muros (lado norte)

$$q = U A T$$

$$\begin{aligned} U &= \frac{1}{\frac{2}{h_i} + \frac{x}{k}} \\ &= \frac{1}{\frac{2}{8.05} + \frac{0.10}{1.10}} \end{aligned}$$

$$= 2.95 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr C m}^2}$$

$$A = 18.36 \text{ m}^2$$

$$T = 26.5 - 25$$

$$= 1.5 \text{ C}$$

$$q = 81 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}}$$

En muros (oriente y poniente)

$$q = U A T$$

$$U = \frac{1}{\frac{2}{h_i} + \frac{x}{k}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{2}{8.05} + \frac{0.10}{1.10}}$$

$$= 2.95 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr C m}^2}$$

$$A = 26 \text{ m}^2$$

$$q = 268 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}}$$

En techo

$$q = U A T$$

$$U = \frac{1}{\frac{2}{h_i} + \frac{x_L}{h_L} + \frac{x_P}{k_P} + \frac{x_T}{k_T}}$$

$$U = \frac{1}{\frac{2}{8.05} + \frac{0.10}{1.50} + \frac{0.05}{0.30} + \frac{0.05}{1.50}}$$

$$= 0.8967 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr C m}^2}$$

$$A = 89 \text{ m}^2$$

$$T = 28.5 - 25$$

$$q' = 279 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}}$$

A través de la puerta

$$q = U A T$$

$$U = 1.953 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr C m}^2} \quad (\text{de tablas})$$

$$A = 3.5 \text{ m}^2$$

$$T = 26.5 - 25$$

$$= 1.5 \text{ C}$$

$$q = 10 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}}$$

A3 Ganancia generada por personas

De la tabla con Temp. interior (25 C) para Escuela:

$$q_g = 54.16 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}} \quad (215 \frac{\text{BTU}}{\text{Hr}})$$

$$q_L = 46.61 \quad " \quad (185 \quad " \quad)$$

por persona.

Considerando un promedio de 30 personas.

$$q_g = 1625 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}}$$

$$q_L = 1398 \quad "$$

Ganancia por iluminación

De la tabla* por cada kw y con 16 lámparas de 2 x 74 watts

$$q_g = 860 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}}$$

* Se considera como referencia al texto del Ing. Hernández Goribar.

Las tablas consideradas son: IX-7, IX-8.

En total

$$q_s = 2383 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}} ; \text{ Nota: se aplica un factor de utilizaci3n de 1.17.}$$

Ganancia T3rmica Total

$$q_{\text{Total}} = 17\ 874 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}} \quad (70\ 924 \frac{\text{BTU}}{\text{Hr}})$$

A4 C3lculo del Factor de Calor Sensible.

Calor Sensible Total.

$$q_s = 16\ 475 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}}$$

Calor Latente Total

$$q_L = 1\ 398 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}}$$

$$\begin{aligned} \text{F. C. S.} &= \frac{q_s}{q_{\text{Total}}} \\ &= 0.92 \end{aligned}$$

A5 C3lculo de Masa de Aire Total

$$q_T = m (h_{\text{int.}} - h_{\text{iny}})$$

en donde:

q_T = ganancia t3rmica de calor total

$h_{\text{int.}}$ = entalp3a interior $\frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}_m}$

Ambas entalp3as se obtienen de la carta psicrom3trica.

m_T = masa de aire total Kg_m / Hr

Despejando:

$$\begin{aligned} m_T &= \frac{q_T}{h_{int.} - h_{iny.}} \\ &= \frac{17\ 874}{16.3 - 13.2} \\ &= 5\ 766 \text{ Kg}_m / \text{Hr} \\ &= 6\ 267 \frac{\text{m}^3}{\text{Hr}} \end{aligned}$$

A6 Cálculo de Masa de Aire Exterior

Volumen de aire por persona $V = 55 \text{ m}^3 / \text{Hr}$

Densidad del aire para la Cd. de México $0.92 \text{ kg}_m / \text{m}^3$

$$m_E = 1\ 518 \text{ Kg}_m / \text{Hr}$$

A7 Cálculo de Masa de Aire de Recirculación

$$m_R = m_T - m_E \quad \text{en donde:}$$

m_R = masa de aire de recirculación
 kg_m / Hr

m_T = masa de aire total Kg_m / Hr

m_E = masa de aire exterior "

$$m_R = 4\ 248 \text{ Kg}_m / \text{Hr}$$

A8 Cálculo de Condiciones de Mezcla

$$m_1 h_1 + m_2 h_2 = m_3 h_3$$

$$h_3 = \frac{m_1 h_1 + m_2 h_2}{m_3}; \quad \text{en donde:}$$

$$m_1 = m_E$$

$$m_2 = m_R$$

$$m_3 = m_T$$

h_1 = entalpía exterior Kcal/kg_m

h_2 = entalpía interior "

h_3 = entalpía de mezcla

$$\begin{aligned} h_3 &= \frac{1\ 518 (15.8) + 4\ 248 (16.3)}{5\ 766} \\ &= 16.17 \text{ Kcal/kg}_m \end{aligned}$$

A9 Cálculo de capacidad de equipo. .

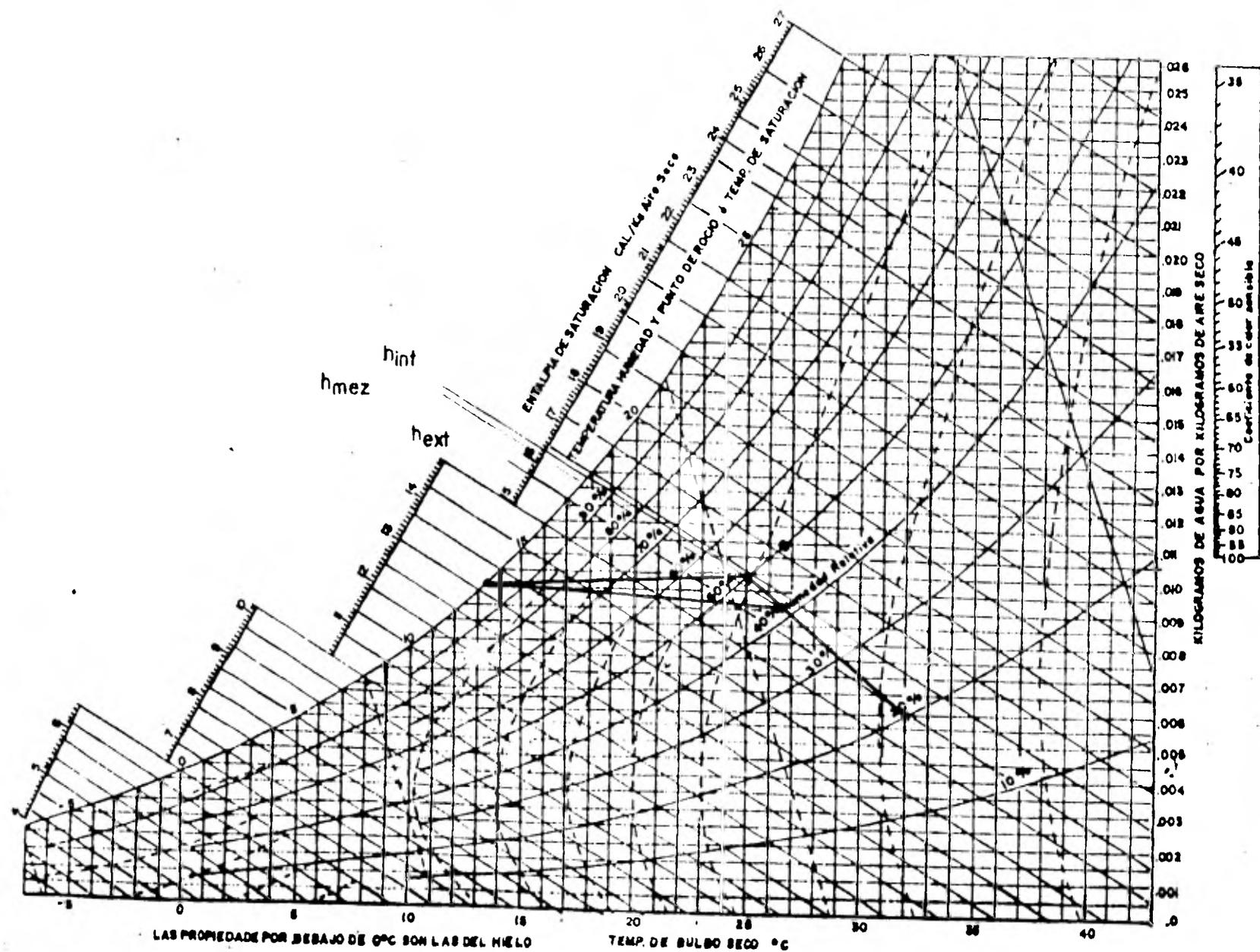
$$\begin{aligned} q_E &= m_T (h_{mez} - h_{iny,}) \\ &= 5\ 766 (16.17 - 13.2) \\ &= 17\ 124 \text{ Kcal/Hr} \end{aligned}$$

Ahora bien, la capacidad requerida para el equipo será:

$$1 \text{ Ton de Refrigeración} = 3\ 023 \text{ Kcal/Hr}$$

$$CAP = \frac{17\ 124}{3\ 023}$$

$$\dot{=} 6 \text{ Ton.}$$



CALCULO DE CARGA TERMICA PARA INVIERNO

A) CONDICIONES DE DISEÑO INTERIORES

De tabla para salón de clases.

$$TBS = 21 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (70 \text{ F})$$

$$\phi = 40 \text{ } \%$$

NOTA: se obtuvo de la carta de comodidad.

B) CONDICIONES DE DISEÑO EXTERIORES

$$TBS = 0 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (32 \text{ F})$$

$$\phi = 90 \text{ } \% \quad \text{Jardín}$$

$$TBS = 7 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad \text{Pasillo}$$

$$TBS = 10 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad (50 \text{ F}) \quad \text{salones contiguos}$$

C.1) CALCULO POR CONVECCION EN VIDRIOS

LADO SUR

$$Q_{cvl} = U_1 A_1 AT_r$$

donde:

Q_{cvl} = Pérdida térmica a través de vidrios.

A_1 = Area vidrios lado sur.

AT_r = Incremento de temperatura

U = Coef. global de calor.

Se considera como referencia al texto del Ing. Hernández Goribar. La tabla considerada es: VIII-I

x = espesor vidrio

k = coeficiente de transm.

$$t = (T_1 - T_e)$$

$$1 = \frac{1}{\frac{1}{29.3} + \frac{1}{8.05} + \frac{0.004}{0.7}} = 6.09 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$t = 21 - 0 = 21 \text{ (38 F)}$$

$$A = 2.10 \times 10.10 = 21.21 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} Q_{cv1} &= 6.09 \times 21.21 \times 21 \\ &= 2712.54 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}} \end{aligned}$$

LADO NORTE

$$Q_{cv2} = U_2 A_2 t$$

$$U_2 = \frac{1}{\frac{1}{2(8.05)} + \frac{0.004}{0.7}} = 3.93 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$A = (1.59 \times 10.10) - (0.40 \times 1.59) = 15.42$$

$$t = 21 - 7 = 14 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} Q_{cv2} &= 3.93 \times 15.42 \times 14 \\ &= 848.40 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}} \end{aligned}$$

C.2 PERDIDA TERMICA A TRAVES DE MUROS

$$Q = A U (T_1 - T_e)$$

donde:

U = coeficiente global de transm. de calor.

T_e = Temperatura exterior.

T₁ = Temperatura interior.

LADO SUR

$$Q_{ms} = A_B U_1 (T_1 - T)$$

$$A_B = 1.65 \times 10.10 = 16.66 \text{ m}^2$$

$$U_1 = \frac{1}{\frac{1}{h_o} + \frac{1}{h_1} + \frac{x}{k}} = \frac{1}{\frac{1}{29.3} + \frac{1}{8.05} + \frac{0.10}{1.10}}$$

$$U = 4.01 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$T_1 - T = 21 - 0 = 21 \text{ C}$$

$$Q_{ms} = \frac{16.66 \times 4.01 \times 21}{\text{Hr}} = 1402.9 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}}$$

LADO NORTE

$$Q_{mn} = A_n U_2 (T_1 - T)$$

$$A_n = (10.10 - 1.60) \times 2.16 = 18.36 \text{ m}^2$$

$$U_2 = \frac{1}{\frac{2}{h_1} + \frac{x}{k}} = \frac{1}{\frac{2}{8.05} + \frac{0.10}{1.10}}$$

$$= 2.95 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$T_1 - T = 21 - 7 = 14 \text{ C}$$

$$Q_{mn} = 18.36 \times 2.95 \times 14 = 758.3 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}}$$

LADOS ORIENTE Y PONIENTE

$$Q_{mo} = Q_{mp} = A_{op} U_2 (T_1 - T)$$

$$A = 7.8 \times 3.3 + 0.25 \times 0.5 \times 2 = 26 \text{ m}^2$$

$$T_1 - T = 21 - 10 = 11 \text{ C}$$

$$U_2 = 2.95 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$\begin{aligned} Q_{mo} = Q_{mp} &= 26 \times 2.95 \times 11 \\ &= 843.7 \end{aligned}$$

C.3 PERDIDA TERMICA A TRAVES DEL TECHO

$$Q_t = A_t U_t (T_1 - T)$$

$$A_t = 7.8 \times 10.10 + 0.5 \times 10.10 \times 2 = 88.88 \text{ m}^2$$

$$U = \frac{1}{\frac{2}{h_1} + \frac{x_1}{k_1} + \frac{x_t}{k_t}} = 2.9 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$T_1 - T = 21 - 10 = 11 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} Q_t &= 88.88 \times 2.9 \times 11 \\ &= 2835.3 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}} \end{aligned}$$

PERDIDA TERMICA TOTAL

$$Q_t = 10245 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}} \quad (40 \ 652 \ \frac{\text{BTU}}{\text{Hr}})$$

C.4 FACTOR DE CALOR SENSIBLE

$$F_{cs} = \frac{q_s}{q_t} = 1 \quad \text{Considerando que el equipo arranca a las 6.30 hrs. y sin ocupantes.}$$

C.5 TEMPERATURA DE INYECCION

Masa total = 5950 $\frac{\text{Kgm.}}{\text{Hr}}$ es la masa necesaria para vera no.

$$Q = MC_p \Delta t$$

$$\Delta t = T_{iny} - T_{int}$$

$$T_{iny} = \frac{Q}{M_t C_p} + T_{int} = \frac{10\,245}{5\,950 \times 0.24} + 21 = 28 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_t = M_t (H_{iny} - H_{int})$$

$$H_{iny} = \frac{Q_t}{M_t} + H_{int} = \frac{10\,245}{5\,950} + 13$$

$$= 1.722 + 13 \quad \text{Se comprueba con la - carta}$$

$$= 14.72 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kgm.}}$$

C.6 MASA EXTERIOR

$$V = 55 \text{ m}^3/\text{Hr} \times \text{persona}$$

$$P = 0.92 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Ocupantes} = 30 \text{ personas}$$

$$M_{ext} = 1\,518 \text{ Kgm/Hr}$$

$$= 1\,397 \text{ m}^3/\text{Hr}$$

C.7 CONDICIONES DE MEZCLA

$$M_{\text{ext}} h_{\text{ext}} + M_{\text{Re}} h_{\text{int}} = M_{\text{t}} h_{\text{mez}}$$

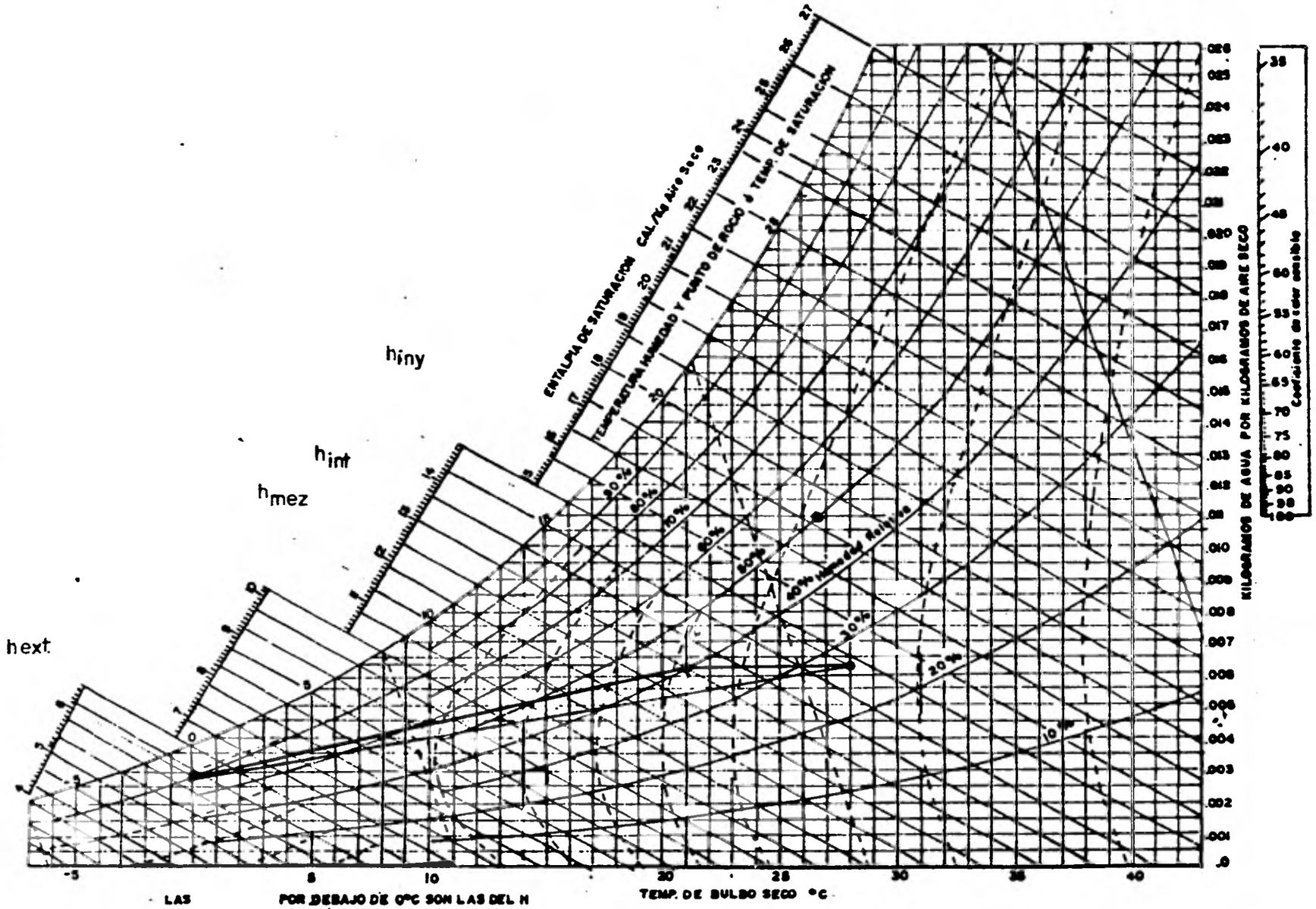
$$\begin{aligned} h_{\text{mez}} &= \frac{M_{\text{ext}} h_{\text{ext}} + M_{\text{Re}} h_{\text{int}}}{M_{\text{t}}} \\ &= \frac{1\ 518\ (6) + 4\ 885\ (13)}{6\ 403} \\ &= 11.34\ \frac{\text{Kcal.}}{\text{Kgm}} \end{aligned}$$

C.8 CAPACIDAD

$$\begin{aligned} Q_{\text{eq}} &= M_{\text{Re}} (h_{\text{iny}} - h_{\text{mez}}) \\ &= 4\ 885\ (14.7 - 11.34) \\ &= 16\ 511\ \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}}\ (60\ 516\ \frac{\text{BTU}}{\text{Hr}}) \end{aligned}$$

$$1\ \text{caballo de caldera} = 8\ 450\ \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}} - (33\ 500\ \text{BTU/Hr})$$

$$\text{Capacidad} = 2\ \text{o.o.}$$



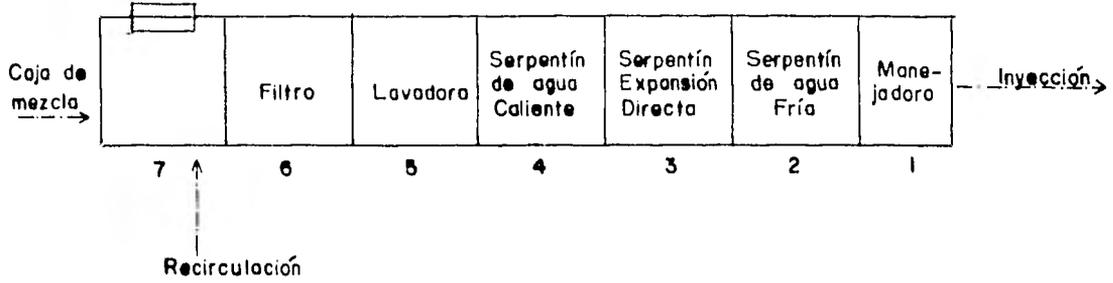
SELECCION DE EQUIPO

DATOS GENERALES

	TBS	TBH	HR
CONDICIONES DE DISEÑO EXTERIORES VERANO	32 °C (89.6 F)	17 °C (62.6 F)	20 %
CONDICIONES DE DISEÑO EXTERIORES INVIERNO	0 °C (32 F)	0 °C (32 F)	100 %
CONDICIONES DE MEZCLA VERANO	26.5 °C (79.7 F)		42 %
CONDICIONES DE MEZCLA INVIERNO	17.0 °C (62.6 F)		
CONDICIONES DE INYECCION VERANO	15.0 (59.0 F)		90 %
CONDICIONES DE INYECCION INVIERNO	28.0 °C (82.4 F)		
CARGA DE REFRIGERACION	17 874.00 Kcal/Hr (70 924.00 BTU/ Hr)		
CARGA DE CALEFACCION	10 245.00 Kcal/Hr		
VOLUMEN DE AIRE VERANO	6 267.00 m ³ /Hr (3 688.00 Ft ³ /min)		
VOLUMEN DE AIRE INVIERNO	"		

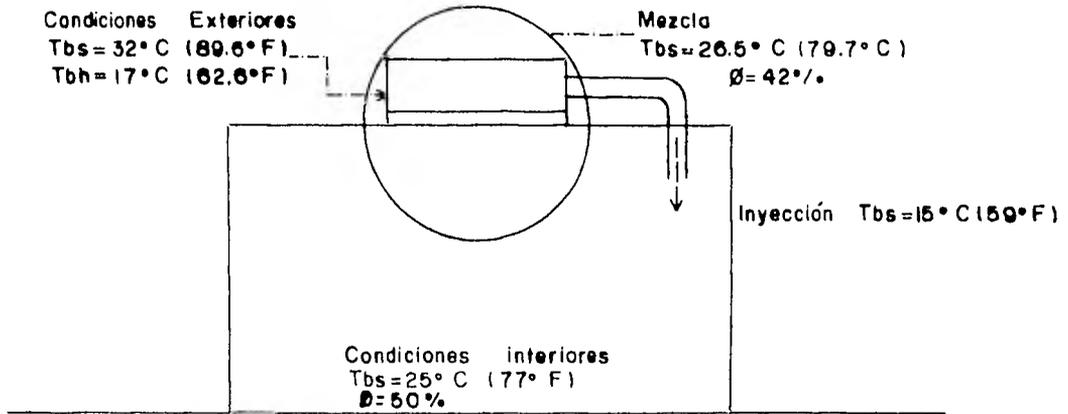
DETALLE ARREGLO EQUIPO

Compuerta de
aire exterior



Condiciones Exteriores
Tbs = 32° C (89.6° F)
Tbh = 17° C (62.6° F)

Mezcla
Tbs = 26.5° C (79.7° C)
Ø = 42%



TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo :	Revisó :
EQUIPO Y CONDICIONES DE TRABAJO		Acot. sin	Escola

UNIDAD ACONDICIONADORA

Al seleccionar el equipo de acondicionamiento, en especial la manejadora, se ve afectada por las características de la carga de refrigeración del área de servicio y control de la temperatura y humedad necesaria.

En este caso tenemos un área caracterizada por una carga relativamente constante o uniformemente variable, a la cual podemos aplicar una unidad para dicha área denominada Unizona.

Ahora bien, la unidad permite únicamente el control de la temperatura. La manera de incrementar humedad cuando sea necesario -- será mediante una humidificadora.

SELECCION

Datos :

Cantidad de aire 6 267 $\frac{m^3}{Hr}$ (3 688 $\frac{ft^3}{min}$)

Velocidad del aire 2.82 $\frac{m}{seg.}$ (527 $\frac{ft}{min}$)

Manejadora mca. Recold

Modelo 70 FC H

PRESION ESTATICA DEL SISTEMA DUCTOS

DATOS:

Capacidad 6 267 m³/Hr (3 688 C F M)
 Bocas de impulsión 4
 Caída de presión en - ductos. 2.54 MM C.A. por 328.1 mts. de longitud equivalente.
 (0.1 pulg. C.A. por 100 Ft de longitud equivalente.)

Sección del ducto	Capacidad	A P	Velocidad
432 x 229 mm. (17" x 7")	26.1 m ³ /min. (922 CFM)	2.54 mm. (0.1")	290 MPM (950 FPM)
432 x 381 mm. (17" x 15")	52.2 m ³ /min. (1844 CFM)	2.54 mm. (0.1")	343 MPM (1125 FPM)
533 x 508 mm. (21" x 20")	m ³ /min. (3688 CFM)	2.54 mm. (0.1")	442 MPM (1450 FPM)

Longitud equivalente

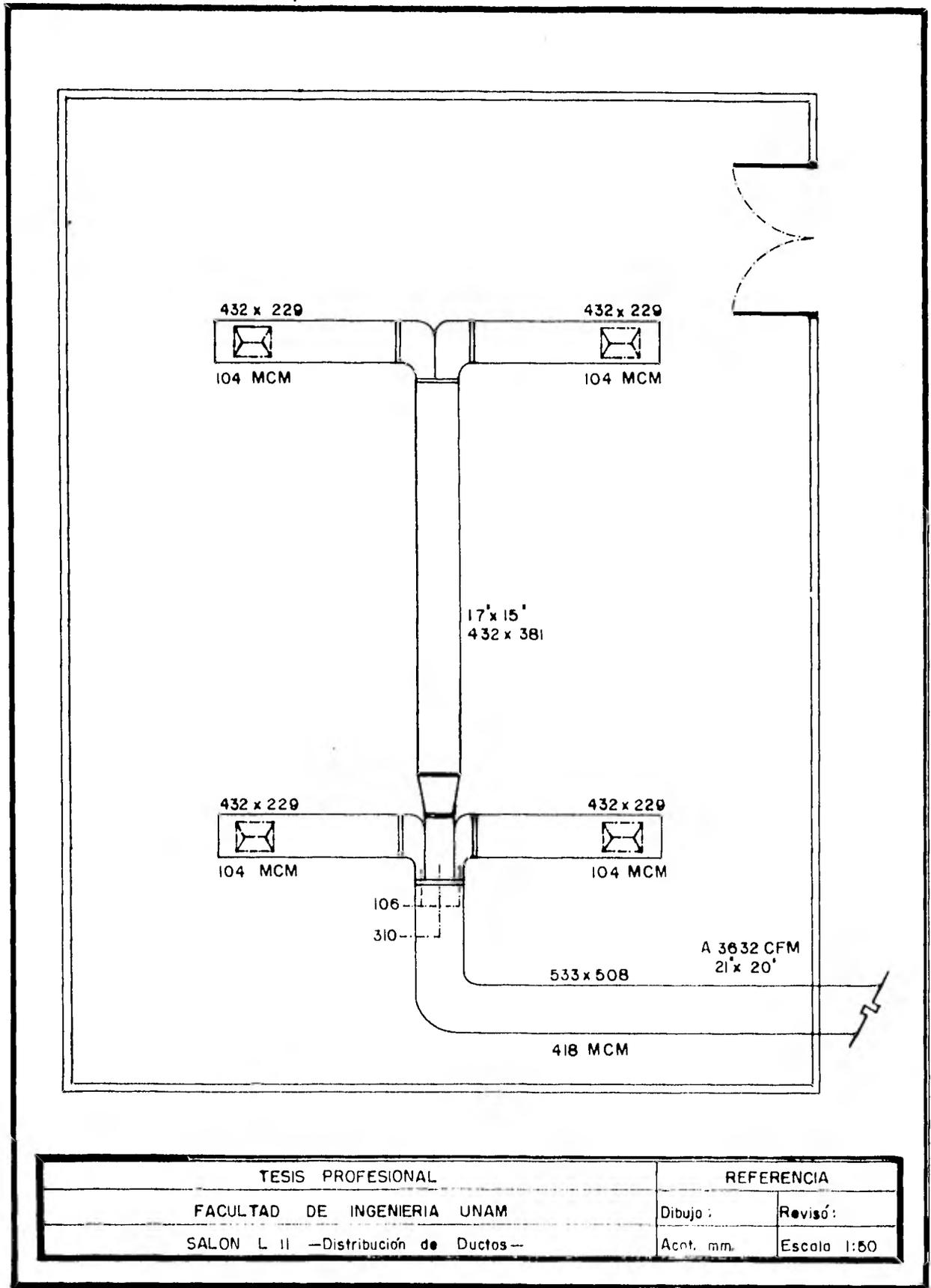
Longitud de ductos = 14.0 m (46 Ft)
 Codos A 0.508 x 0.533 m = 3.55 m (11.7 Ft)
 B 0.508 x 0.533 m = 3.55 m (11.7 Ft)
 21.10 m (69.4 Ft)

Caída de presión

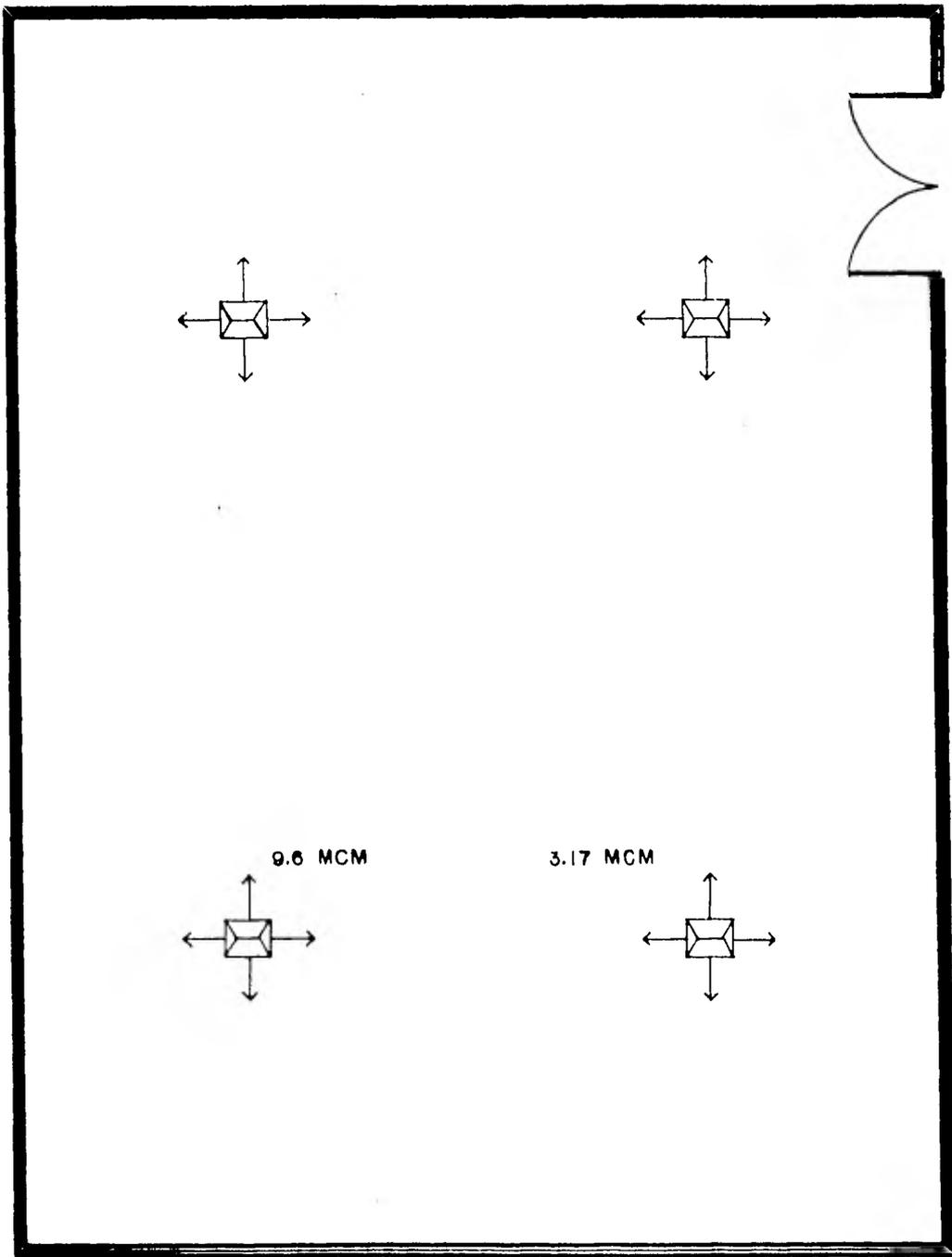
AP = 1.76122 mm. c.a. (0.0694 pulg. c.a.)

Caída de presión total

P.F. ductos	1.76122 mm. c.a.	(0.069 pulg. c.a.)
+ P.E. interna	0.88561 mm. c.a.	(0.0345 " ")
P.E. succión	50.8 mm. c.a.	(2.005 " ")
P.E. TOTAL	53.44683 mm. c.a.	(2.1085 " ")



TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo:	Revisó:
SALON L II --Distribución de Ductos--		Acont. mm.	Escala 1:50



TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo:	Revisó:
LOCALIZACION DE DIFUSORES		Acot. mts.	Escala 1:50

P.E. Succión:

P.E. serpentín agua helada	(0.36)
P.E. serpentín Exp. Directa	(0.66)
P.E. serpentín Agua caliente	(0.14)
P.E. Lavadora	(0.47)
P.E. Filtro	(0.375)

SERPENTIN

La selección de un serpentín se hace de tal manera que produzca el efecto deseado sobre el aire, de acuerdo con la carga de refrigeración sensible, latente y total, calculada para el local.

En la elección se presentan dos aspectos que se pueden considerar como independientes: Las características en el lado del aire y en el lado del refrigerante; éstas se consideran por separado y luego se adaptan para la elección final.

Existen dos métodos para la elección del serpentín:

- a) Método del punto de rocío del aparato.
- b) Método modificado de datos básicos, el cual implica el cálculo de las características del serpentín por los datos básicos de transferencia de calor mediante ecuaciones. Combina la determinación de las características, tanto del aire como del refrigerante, en una sola operación.

Los diversos tipos de especificaciones de serpentín y las técnicas de selección hacen uso de ambos o de uno solo.

El serpentín puede ser seleccionado sin tener en cuenta la elección de la máquina de refrigeración como una aproximación.

En serpentines de agua enfriada es necesaria la determinación -

Cond. de Entrada
 TBS TBH
 20.5 C 18 C
 (79.7 F) (64.4 F)

H.R.
 42%

Flujo de aire
 Entrada

Volumen de Aire
 5765 $\frac{\text{Kgm}}{\text{Hr}}$
 (12480 $\frac{\text{Lbm}}{\text{Hr}}$)



Entrada
 agua

Salida
 agua

Cond. de Salida
 TBS TBH H.R.
 15 C 14 C
 (59 F) (57.2 F)

Cond. de Entrada
 T AT
 10 C 5.55 C
 (50 F) (10 F)

1 f13 = 7.47943 Gal.
 (U.S.)

TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo:	Revisó:
Datos Para El Calculo De Gasto De Agua Helada		Acot.	Escola

de los circuitos apropiados. Para el caso de uno de expansión directa, el fabricante incorpora en el serpentín su circuito - óptimo.

Cuando las características dadas del serpentín en el lado del aire son las requeridas, cuanto mayor sea la diferencia entre el punto de rocío del aparato y la temperatura del agua enfriada, menor será el caudal de agua necesario. La temperatura -- del agua no es arbitraria, la experiencia ha demostrado que una temperatura que sea aproximadamente 3 °C inferior al punto de rocío del aparato es la máxima temperatura del agua que se debe adoptar.

Con un serpentín, una carga y un punto de rocío del aparato da dos, cuando se reduce la temperatura del agua enfriada, el cau dal de agua disminuye y la temperatura aumenta.

En un serpentín que requiere menor caudal de agua con mayor au mento de temperatura, se obtienen las siguientes ventajas:

Se puede elegir una máquina de refrigeración más pequeña.

Se puede reducir la potencia necesaria para una máquina del -- mismo tamaño que funcione con mayor temperatura de evaporador.

Se puede reducir la tubería del condensado.

La velocidad necesaria impone una limitación sobre el mínimo - caudal de agua enfriada; para que la transferencia sea efectiva se recomienda un Número de Reynolds de 3500 mínimo.

CONTROL

Si un aparato de acondicionamiento de aire tiene que funcionar satisfactoriamente con carga parcial en el local acondicionado, es necesario disponer de medios para que pueda reducir su capacidad proporcionalmente a la carga instantánea requerida.

Existen varios métodos, que son:

CONTROL DE AIRE DESVIADO (BAYPASS)

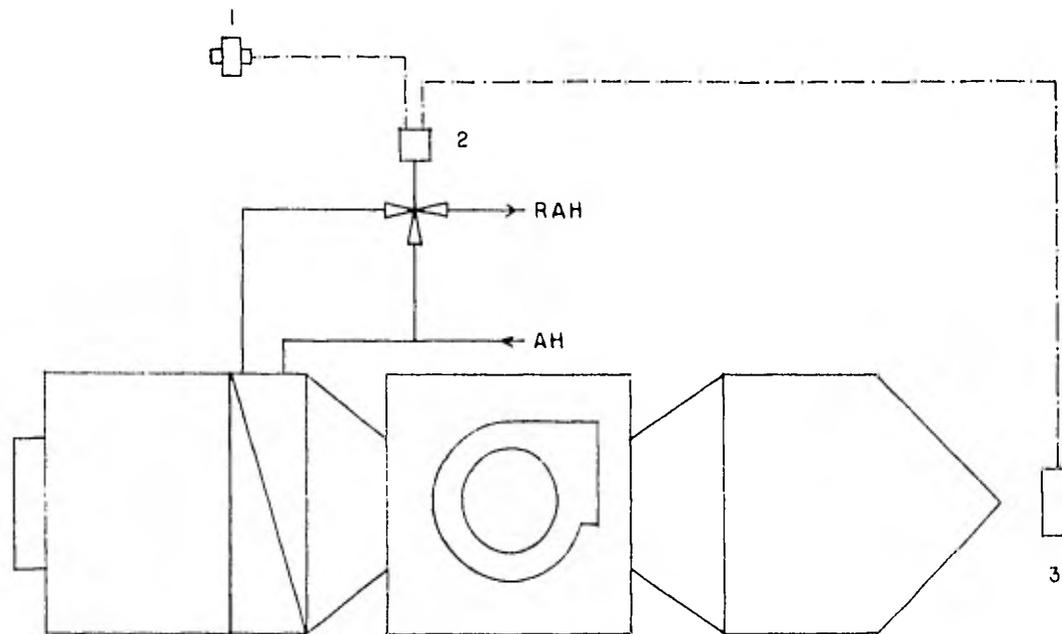
CONTROL DE AGUA ENFRIADA

CONTROL DE VOLUMEN DE AIRE

Cuando disminuye la carga en la habitación, normalmente disminuye la relación de calor sensible, puesto que la carga de calor latente permanece constante.

A fin de mantener las condiciones del local con cargas parciales y con relaciones disminuidas de calor sensible, la temperatura efectiva de la superficie fría para un serpentín dado debe ser menor que la temperatura de superficie compatible con las condiciones de plena carga.

Al disminuir el caudal de agua enfriada a través del serpentín como medio de controlar la capacidad, hace que la temperatura efectiva de la superficie del serpentín se eleve cuando la carga disminuye. Por consiguiente, también aumenta la humedad de la habitación; por esta razón, es preferible mantener el caudal de agua adoptado a través del serpentín, en todo momento.



- 1 Transformador
- 2 Válv. de 3 vías
- 3 Termostato

TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo :	Revisó :
Diagrama Control Sistema De Enfriamiento Agua Helado		Acot.	Escala

CALCULO Y ELECCION DE SERPENTIN AGUA HELADA

Area del Serpentín.

$$A = \frac{m}{V_B}$$

donde: $m = \text{flujo del aire } \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \quad \left(\frac{\text{Ft}^3}{\text{min}} \right)$

$V_B = \text{velocidad del aire en la cara del serpentín.}$

$$\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad \left(\frac{\text{Ft}^3}{\text{min}} \right)$$

$$m = 6267 \frac{\text{m}^3}{\text{Hr}} \quad (3688 \frac{\text{Ft}^3}{\text{min}})$$

$$V = 2.82 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (527 \frac{\text{Ft}}{\text{min}})$$

$$A = 0.65 \text{ m}^2 \quad (7 \text{ Ft}^2)$$

CANTIDAD DE CALOR POR UNIDAD DE AREA.

$$Q = \frac{Q_t}{A}$$

$Q = \text{cantidad de calor por unidad de área}$
 $\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2} \quad \left(\frac{\text{BTU}}{\text{Ft}^2} \right)$

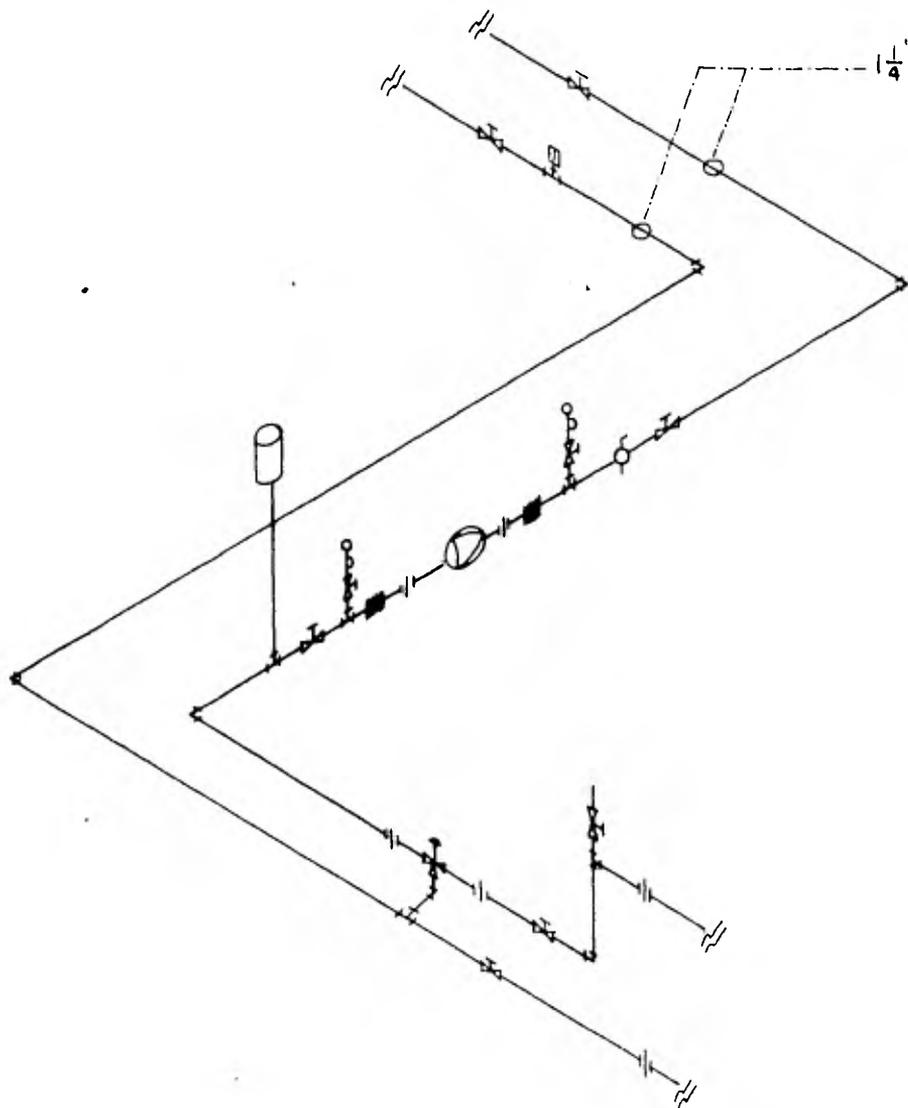
$Q_t = \text{cantidad de calor total}$

$A = \text{Area serpentín}$

$$Q_t = 17\,874 \frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}} \quad (70\,924 \frac{\text{BTU}}{\text{Hr}})$$

$$A = 0.65 \text{ m}^2 \quad (7\text{Ft}^2)$$

$$Q = 27\,498 \frac{\text{Kcal}/\text{Hr}}{\text{m}^2} \quad (10\,132 \frac{\text{BTU}/\text{Hr}}{\text{Ft}^2})$$



TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo:	Revisó:
Isométrico de Tubería y Accesorios para Agua Helada		Acot.	Escala

$$\begin{aligned}
 m_A &= 1\,038.7 \frac{m^3}{Hr} \quad (6\,315 \frac{ft^3}{Hr}) \\
 &= 47.7 \text{ LPM} \quad (12.6 \text{ GPM})
 \end{aligned}$$

CALCULO DE CAIDA DE PRESION EN TUBERIAS

En la determinación de la pérdida de fricción en un sistema de tubería para agua se considera :

Tramos rectos de tubería y
 Accesorios (acoplam., válv., etc.)

Tipo de tubería elegida : L

Longitud de la tubería = 12.8 m (42 ft)
 Accesorios = 7.62 m (25 ")
 Longitud Total = 20.42 m (67 ")

Fricción considerada : 7 pies/100 pies

AP (tubería) = $67 \text{ ft} \times \frac{7}{100}$ = 1.43 m de agua (4.69 ft agua)
 AP (enfr.) = 0.80 m de agua (2.62 " ")
 AP (sep.) = 0.06 m " " (0.20 " ")
 Total = 2.29 m " " (7.51 " ")

Gasto de agua : 49 LPM (13 GPM)

Selección bomba:

Potencia 1/2 H.P.
 Tipo 1 1/4 x 1 1/2 x 7
 Modelo 344 A
 RPM 1750

DATOS NECESARIOS PARA LA ELECCION

ENTRADA AIRE

TBS	TBH	VELOCIDAD
26.5 °C (79.7 F)	18 °C (64.4 F)	2.82 M/S (527 Ft/min)

SALIDA AIRE

15 °C (59 F)	14 °C (57.2 F)	2.82 M/S (527 Ft/min)
-----------------	-------------------	--------------------------

ENTRADA AGUA

ENTRADA AGUA	RANGO
7.23 °C (45 F)	5.55 °C (10 F)

Considerando además la altura sobre el nivel del mar para la Cd. de México, se selecciona el serpentín con características:

Serie	MC	
Gasto	Lts/circuito	(1 Gal/circuito)
Capacidad	Kcal/Hr	(12 400 BTU/Hr)
Rango agua	4.44 °C	(8 °F)

Dimensiones:

Long. cara	1066.8 mm.	(42 pulg.)
ancho cara	647.7 mm.	(25.5 pulg.)
Prof. de los tubos	355.4 mm.	(14 pulg.)
conexión	31.75 mm. Ø	(1.25 pulg.) Ø
Hileras	4	
Número de circuitos	14	
Total tubos	56	

Caída de presión

Flujo aire 9 mm. c.a. (0.36 pulg. C.A.)

Flujo agua (0.20 Ft C.A.)

Número de pasos 4

$$Q = m C_p T \quad \text{donde:}$$

Q = Cantidad de calor por unidad de tiempo

$$\frac{\text{Kcal}}{\text{Hr}} ; \frac{(\text{BTU})}{\text{Hr}}$$

m = Rapidez de flujo de aire

$$\frac{\text{Kgm}}{\text{Hr}} ; \frac{(\text{Lbm})}{\text{Hr}}$$

C_p = Calor específico a P = cte.

$$\frac{\text{Kcal}}{\text{Kgm C}} ; \frac{\text{BTU}}{\text{Lbm F}}$$

T = Diferencias de temperaturas del fluido

$$\text{C} ; (\text{F})$$

En el lado del aire

$$Q_a = m_a C_{pa} \Delta T_a$$

En el lado del agua

$$Q_A = m_A C_{pA} \Delta T_A$$

$$Q_a = Q_A \quad \text{y despejando } m_A$$

$$m_a = m_a C_{pa} \Delta T_a \quad \frac{\text{Kgm}}{\text{Hr}} ; \frac{(\text{Lbm})}{\text{Hr}}$$

Análisis dimensional

$$\frac{\text{Lbm}}{\text{Hr}} = \frac{\frac{\text{Lbm}}{\text{Hr}} \frac{\text{BTU}}{\text{Lbm F}} \text{ F}}{\frac{\text{BTU}}{\text{Lbm F}} \text{ F}}$$

SELECCION ENFRIADORA DE LIQUIDO

Datos

Capacidad	5.67 Ton. de refrig.
Temperatura del aire en el condensador	29.4 C (85 F)
Temperatura del agua a la salida del evap.	5.5 C (42 F)

Selección

Unidad CAW-91 Mca. York

Capacidad	5.60 Tons.
Energía absorbida	8.9 K.W.
Vol. de agua	50.87 Kgm.
Caída de presión	0.07 Kgs/cm ²

Datos eléctricos

Compresor	220/3f/60 ciclos
Abanico	220/1f/60 ciclos
Compr. amp. plena carga	31.5
Rotor bloqueado	124.0
Abanico amp. P.C.	3.1
R.B.	13.2
Máx. tamaño del interruptor término amp.	60.0
Máx. long. de la línea en una sola dirección (metros)	8
Carga aprox. de refrigerante Freón 22	8.8 Kgs.
Peso aprox. en operación (Unidad)	340 Kgs.

Dimensiones

Largo	1.75 Mts.
Ancho	1.175 Mts.
Alto	0.90 Mts.

SELECCION SERPENTIN EXPANSION DIRECTA

Los datos necesarios para la selección son idénticos a los empleados en agua helada (aire)

Serie	MC
Hileras	4
Capacidad	3167 Kcal/Hr (12 553 BTU/Hr)
Temp. de succión	10 °C (50 F)

Caída de presión

Flujo de aire mm. c.a. (0.66 pulg. c.a.)

UNIDAD CONDENSADORA ENFRIADA POR AIRE

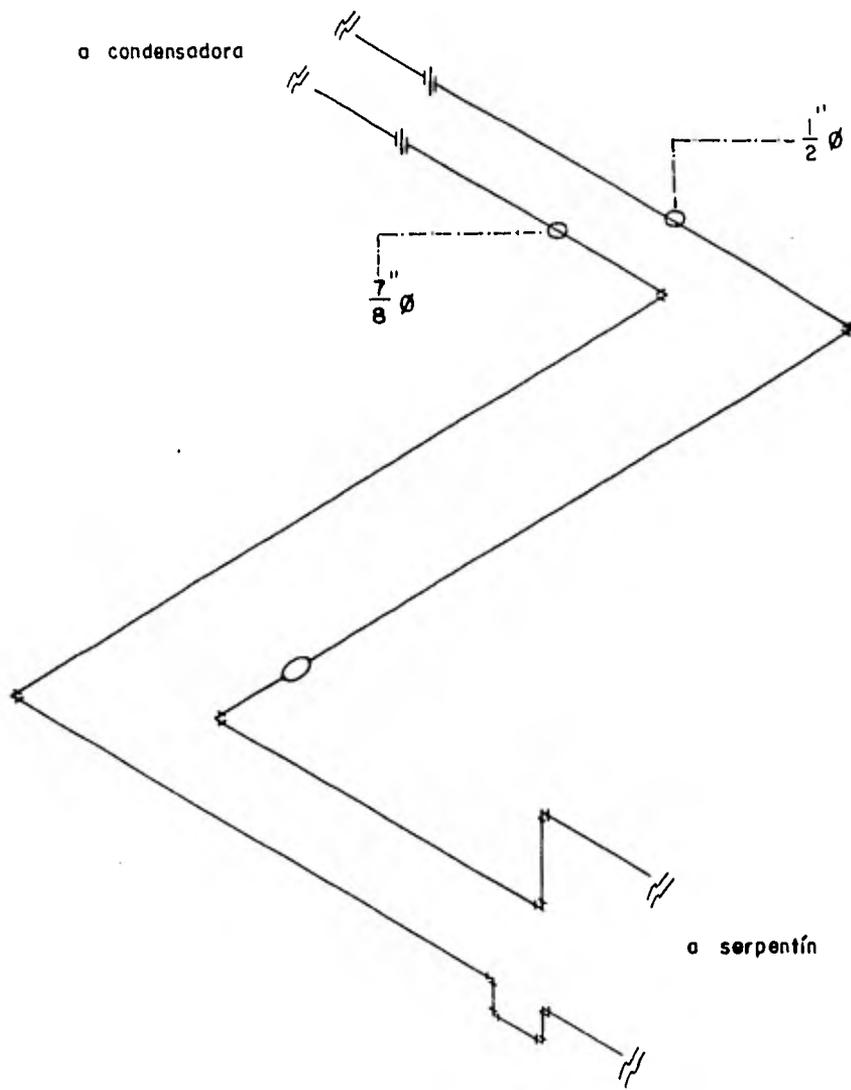
Selección

Datos

Carga térmica	17 874 Kcal/Hr (70 924 BTU/Hr)
Temp. de saturación de aspiración en el compresor	(50 F)
Temp. del aire entrando al condensador	(85 F)

Datos de rendimiento (con los datos anteriores)

Unidad modelo	38 BA 006
Capacidad	(76 200 BTU/Hr) 19 204 Kcal/Hr
Energía requerida	8 KW.
Refrigerante	R-22



TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo :	Revisó :
Isométrico de Tubería y Accesorios para Expansión Directa		Acot.	Escala

Datos básicos

Peso de oper.	(435 lb)	162.4 Kgm.
Refrigerante	R-22	
Carga de oper.	10 lb.	3.73 Kgm.
Compresor	06RC248	
Cilindros	4	
R.P.M. (60 ciclos)	3 450	
Aceite (pintas)	5	
Vent. del conden.	Tipo hélice conectado directamente	
Descarga	Vertical	
P C M de aire	(4 100 PCM)	1 250 PPM
Motor	1/3 H.P.	
R.P.M. motor	825	
Serpentín condensador	15 aletas por pulg.	
Area	9.75 pies cuadrados	
Hileras	2	
Dimensiones	A	Largo 1.0509 Mts. (3-5-3/8)
	B	Ancho 0.9716 Mts. (3-2-1/4)
	C	Alto 0.7557 Mts. (2-5-3/4)
Conexiones	Succión 1 1/8"	
	Líquido 1/2"	

Datos eléctricos

Fases	3	
Voltaje	220	
Amp. rotor bloqueado	100	Compr.
" plena carga	21.6	"
" " "	2.1	Vent.

El gasto de agua requerido es:

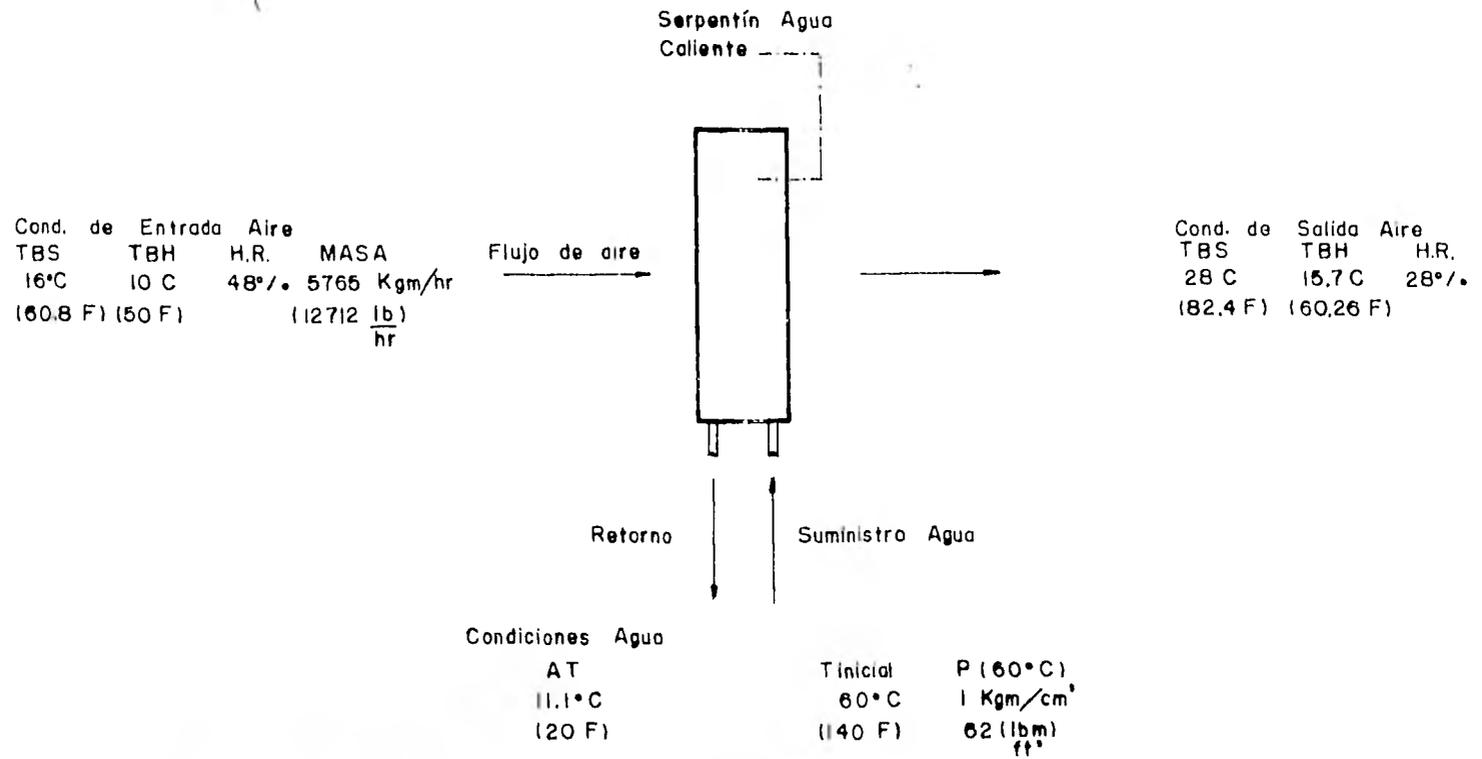
$$V = 26 \text{ LPM (7.6 PM)}$$

SELECCION SERPENTIN DE AGUA CALIENTE

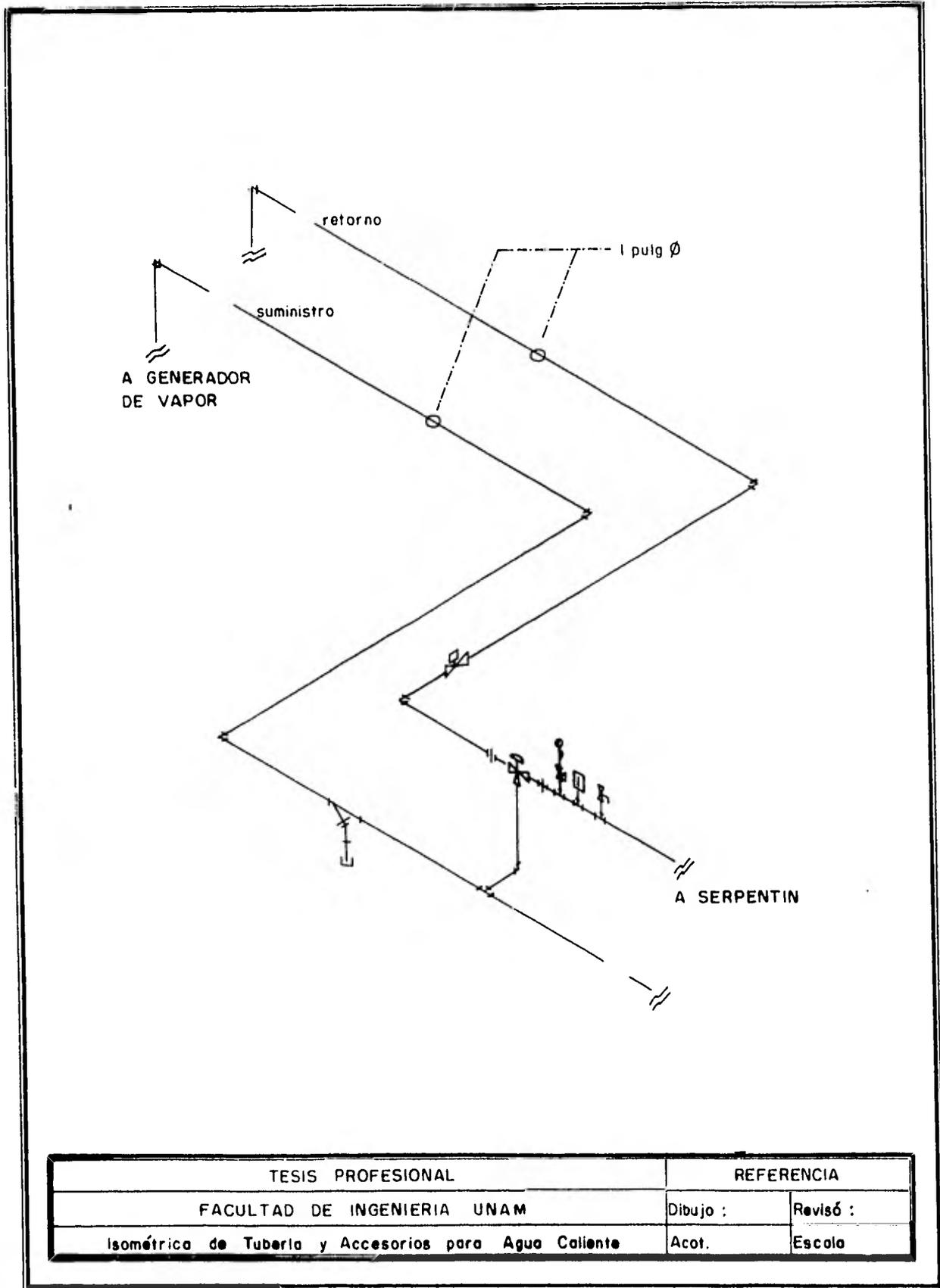
Area requerida	0.65 m ² (7 Ft ²)
Cantidad de calor por unidad de área	25 402 Kcal/Hr/m ² (8 645 BTU/Hr/Ft ²)

Características del serpentín:

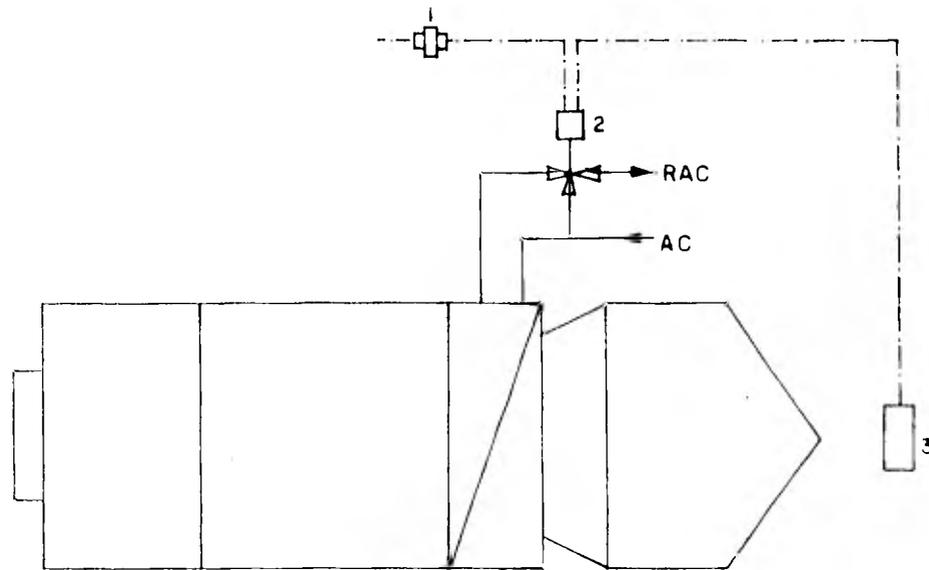
Serie	MC
Hileras	1
Conexión	25.4 mm. (1 pulg.)
Pasos	6
Circuitos	2
Caída de presión	
Flujo de aire	mm. c.a. (0.08 pulg. c.a.)
Flujo de agua	mm. c.a. (2.10 Ft de agua)



TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo :	Revisó :
Diagrama Condiciones Serpentin Agua Caliente		Acot.	Escala

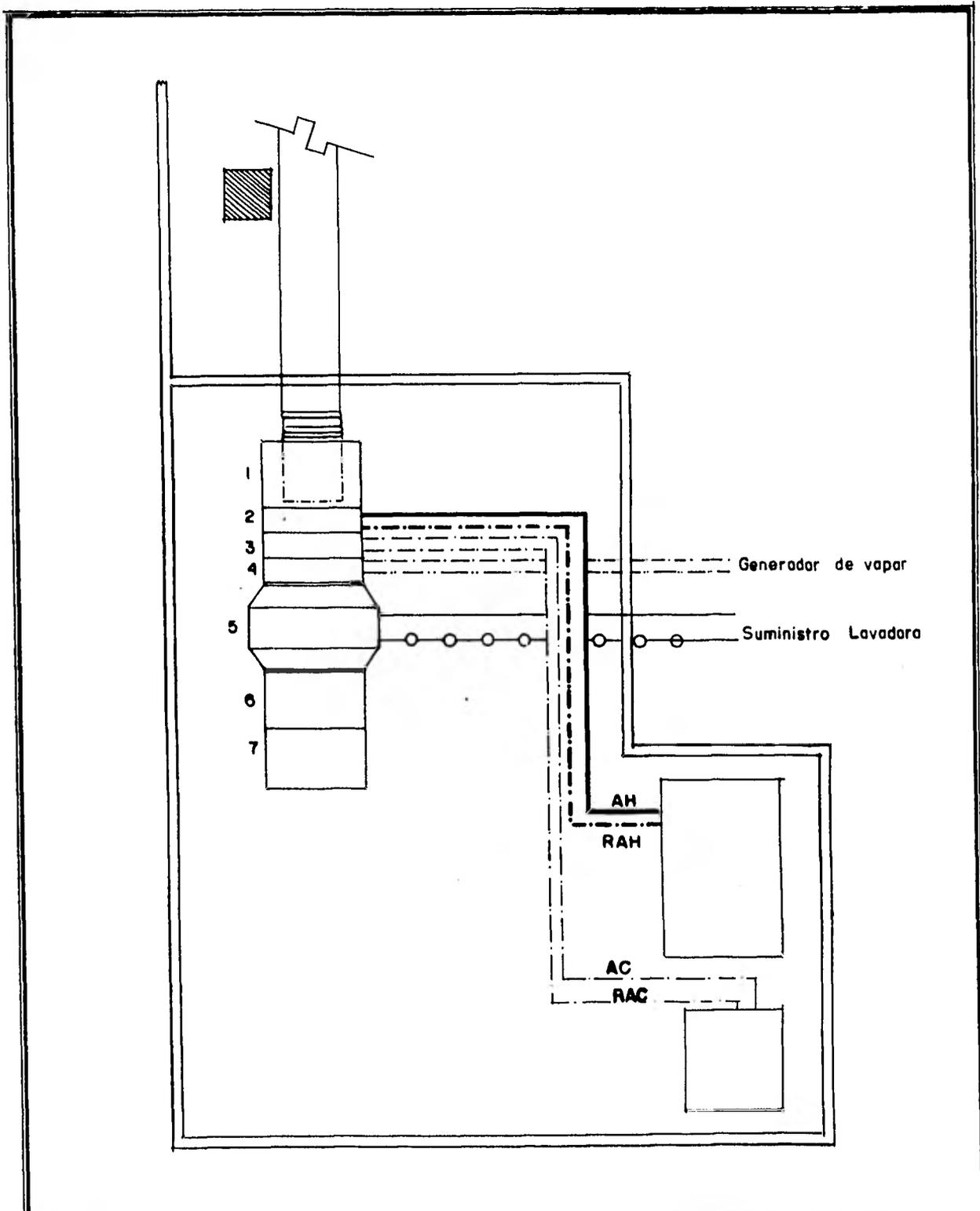


TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo :	Revisó :
Isométrica de Tubería y Accesorios para Agua Caliente		Acot.	Escala

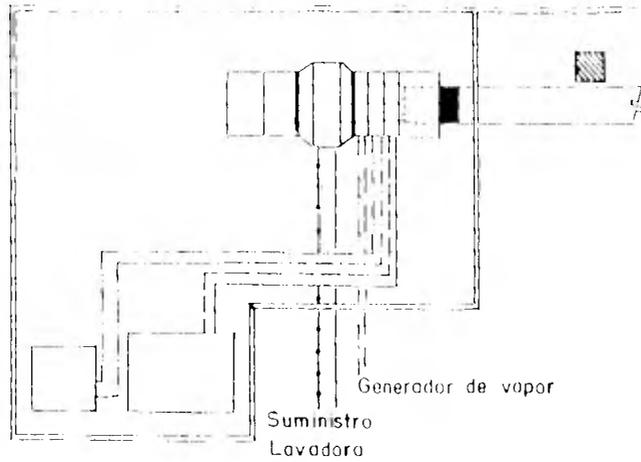


- 1._Transformador
- 2._Valv. 3 vías
- 3._Termos tato

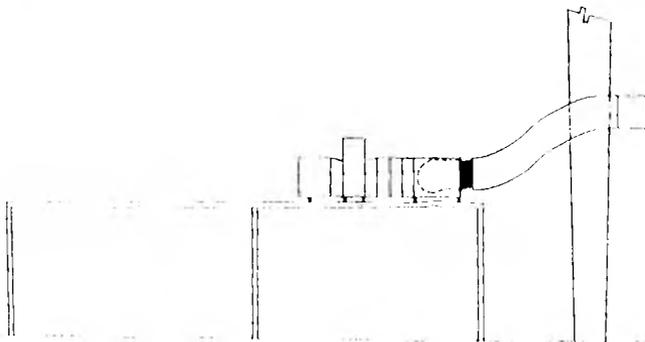
TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo:	Revisó:
Diagrama de Control Sistema de Calentamiento por Agua Caliente		Acot.	Escola



TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo :	Revisó :
DISTRIBUCION DE EQUIPO -Planta-		Acot. mts.	Escala 1:100

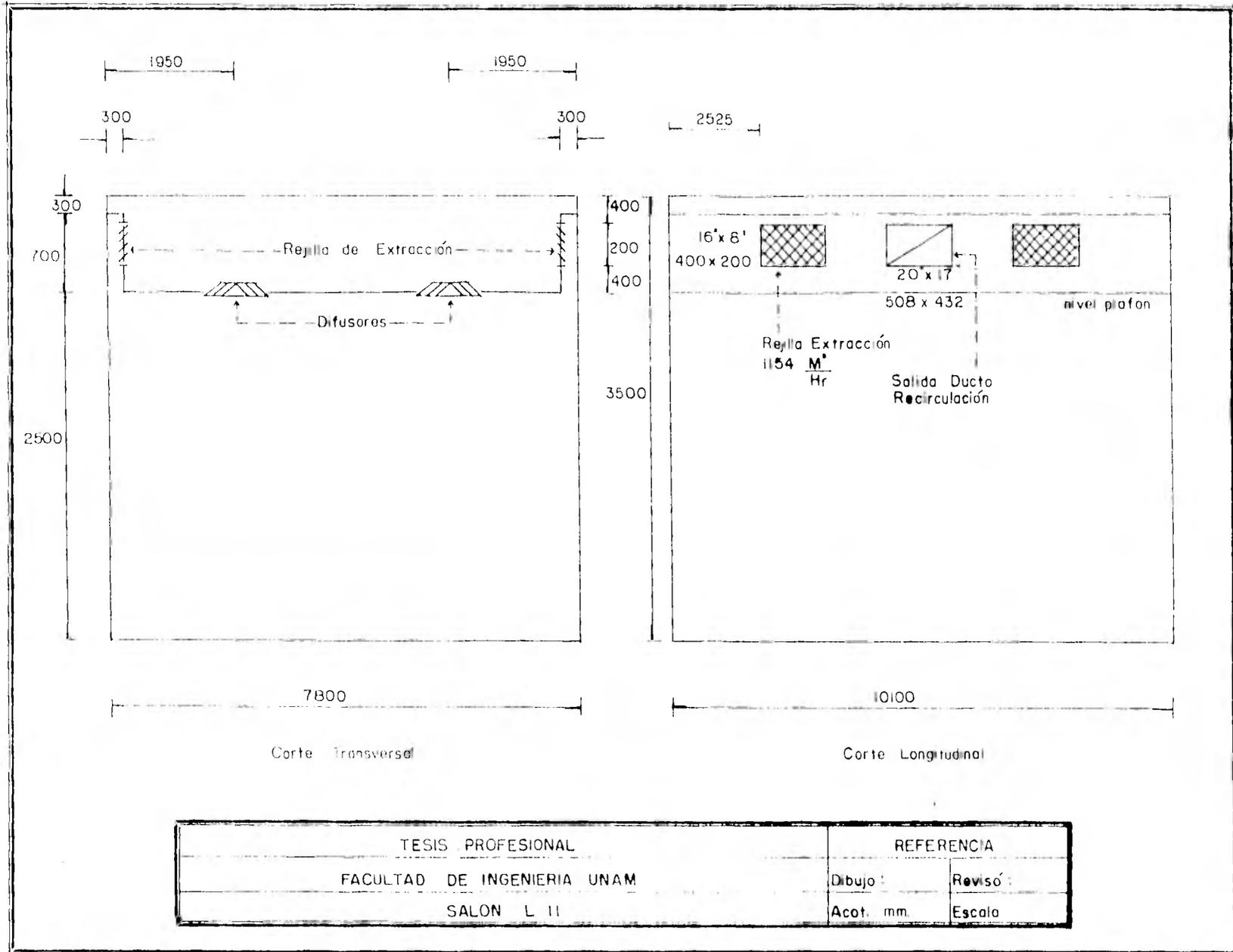


Planta

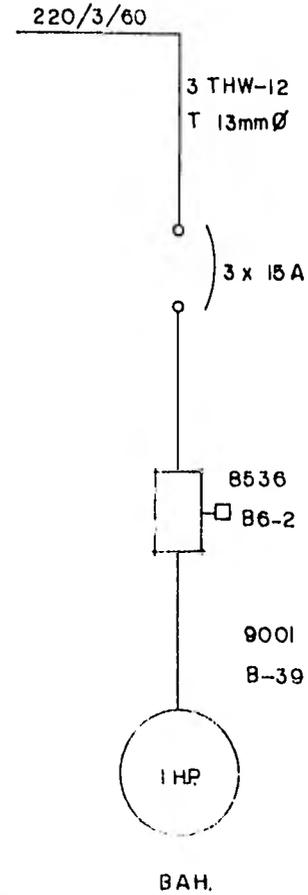
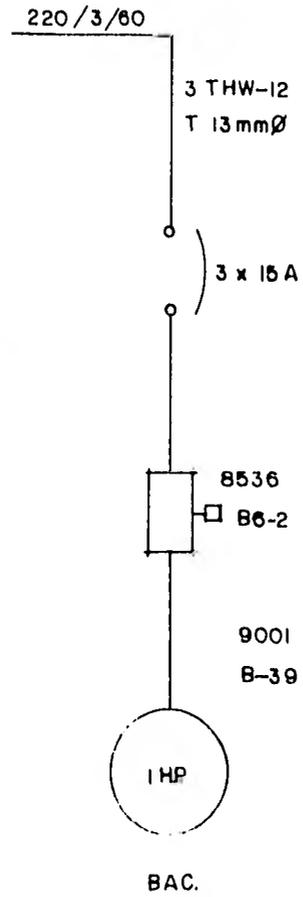
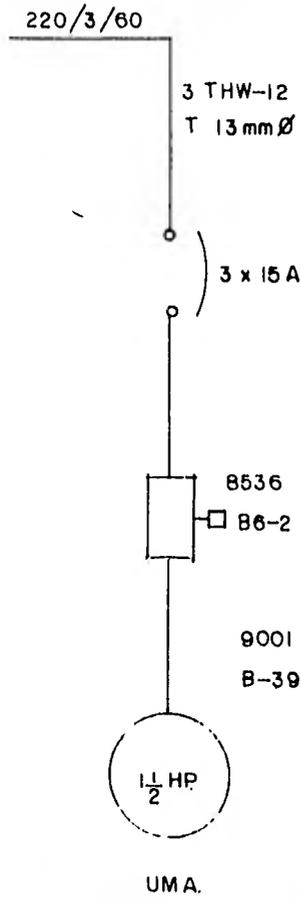


Corte

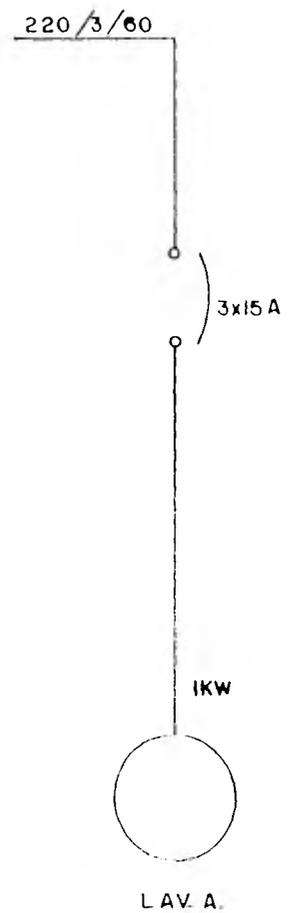
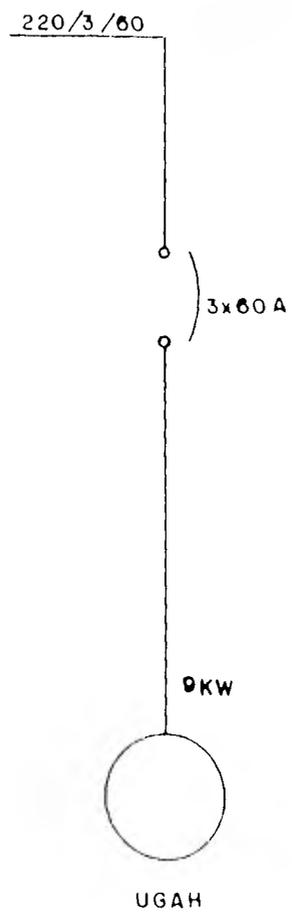
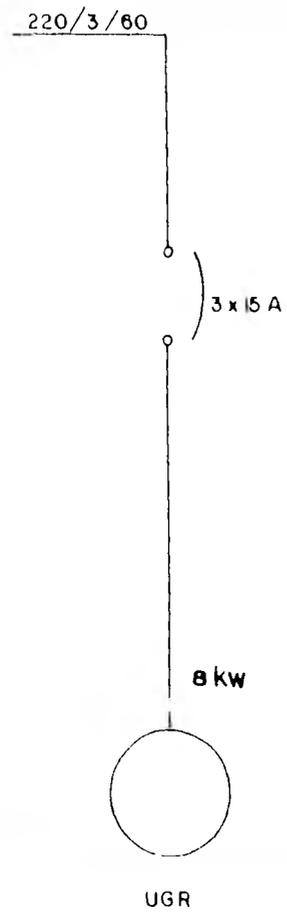
TESIS PROFESIONAL FACULTAD DE INGENIERIA UNAM Distribución de Equipo		REFERENCIA Dibujo: Reviso: Acot.: Escola:	
--	--	---	--



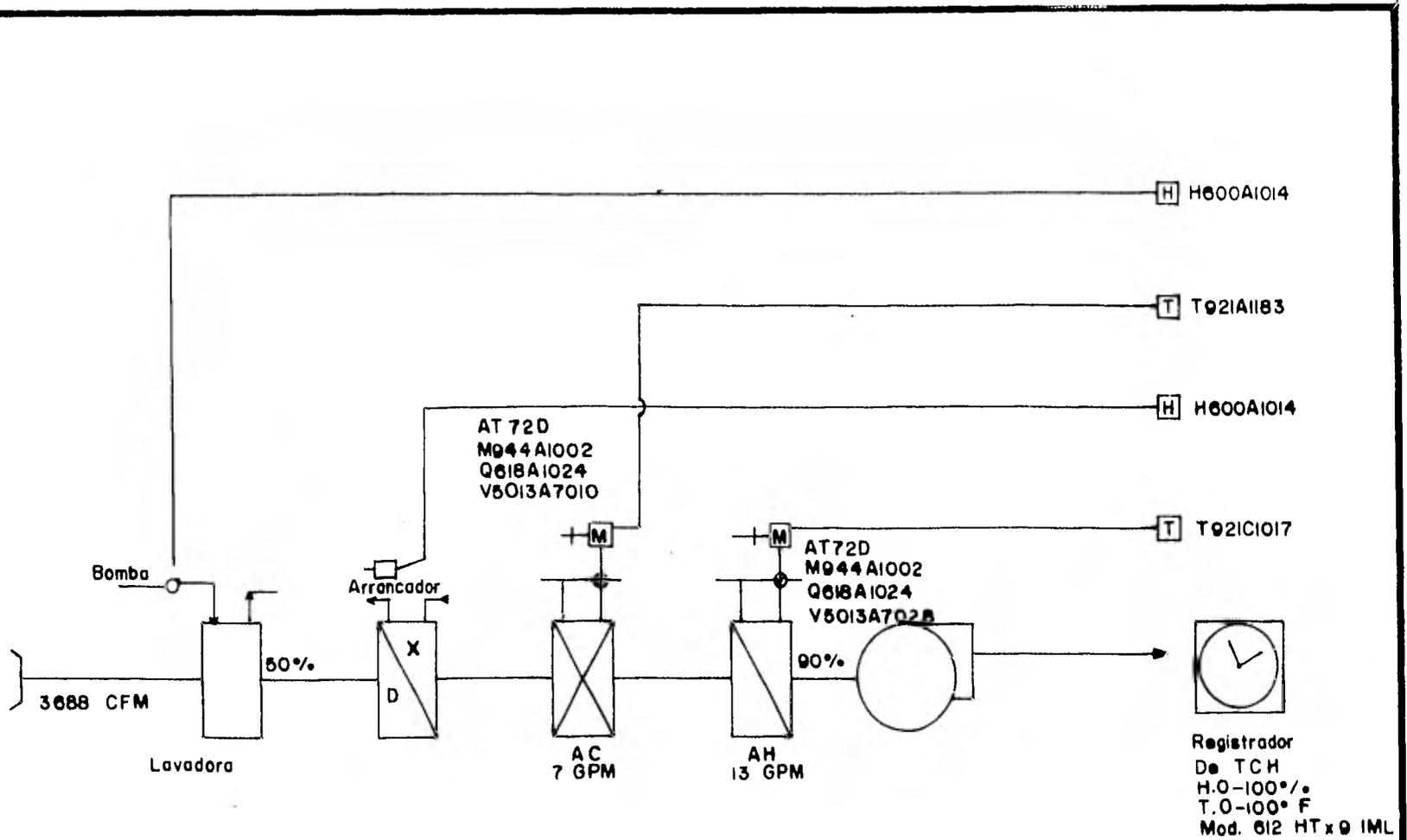
TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo :	Revisó :
SALON L 11		Acot. mm.	Escala



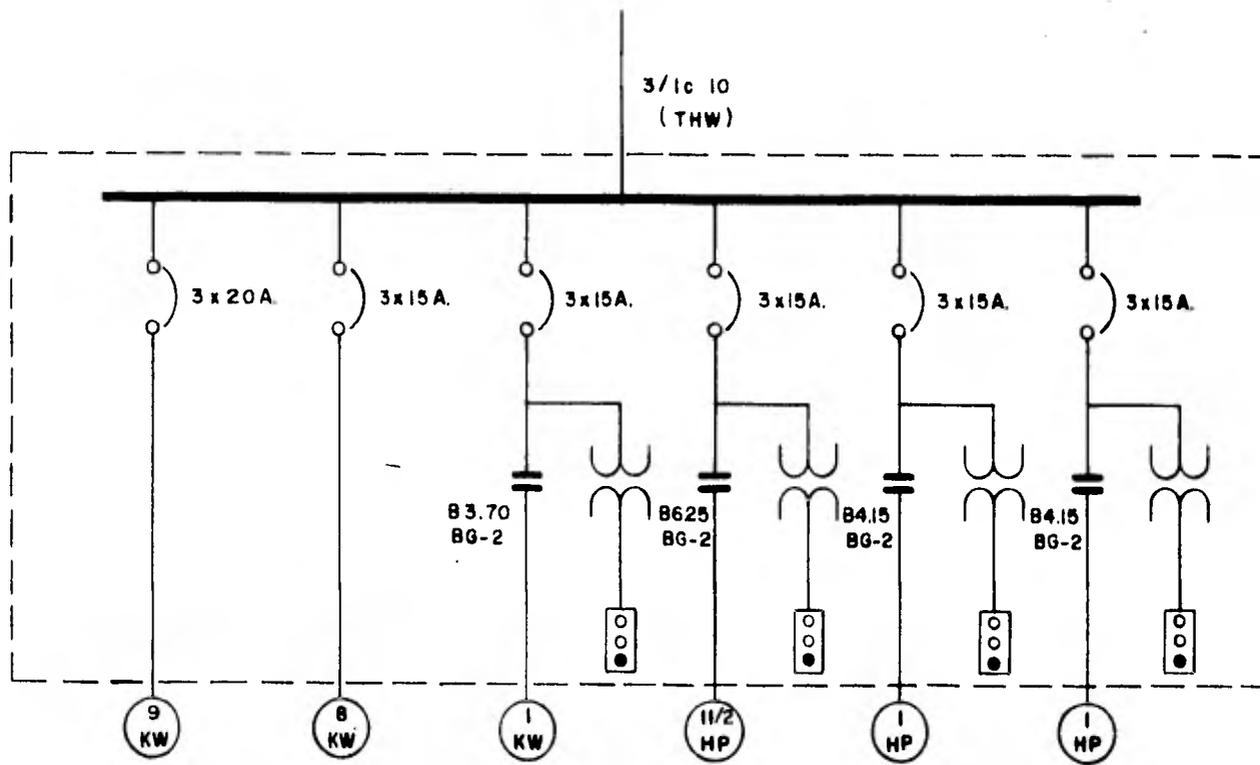
TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo :	Revisó :
Diagrama Eléctrico de Equipo		Acot.	Escala



TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo :	Revisó :
Diagrama Eléctrico de Equipo		Acot.	Escala



TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo:	Revisó:
Diagrama de Control de Equipo		Acot.	Escala



TESIS PROFESIONAL		REFERENCIA	
FACULTAD DE INGENIERIA UNAM		Dibujo :	Revisó :
Diagrama Eléctrico de Equipo		Acot.	Escala :

ESPECIFICACIONES GENERALES AL PROYECTO

Su realización debe apegarse a normas ya establecidas, las cuales serán de gran ayuda para el correcto funcionamiento del Sistema; como son las recomendadas, tanto por organizaciones privadas, como estatales; por ejem.:

ASOCIACION MEXICANA DE INGENIEROS EN CALEFACCION Y ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.

SOCIADAD AMERICANA DE INGENIEROS EN CALEFACCION, REFRIGERACION Y ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.

SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL.

COMPANIA FABRICANTE.

Se involucra a:

Materiales, accesorios y equipo de los diferentes procesos:

Enfriamiento

Calefacción

Humidificación

Deshumidificación

La alimentación de agua, de refrigerante, instalación eléctrica y control para los mismos. Es importante hacer mención de marca o modelos comerciales, para indicar la calidad; por lo cual se puede emplear el material y equipo especificado en las hojas de datos o similar, solicitando la autorización a la Dirección de la Obra para su aprobación.

Para la instalación del Sistema de Aire Acondicionado, como son -

los equipos, la fabricación de ductos, el tendido de tuberías y los trabajos que lo complementan: plomería, electricidad, aislamiento, pintura, etc., es conveniente y adecuado que lo realice un especialista en cada ramo. Este detalle redundará en la optimización del Sistema. La supervisión es otro aspecto importante para la buena ejecución, que será realizada por un Ingeniero competente.

Al llevar a cabo la instalación, ésta debe apegarse a lo proyectado.

Las pruebas son necesarias para ajuste de los equipos, evitando así los ruidos molestos, vibraciones excesivas, corrientes de aire desagradables, sobrecargas, etc. .

En el interior del local se debe comprobar:

Temperatura de Bulbo Seco

Temperatura de Bulbo Húmedo

Humedad relativa

con un psicrómetro.

Volumen de aire exterior

con un anemómetro.

Materiales

Tubería y accesorios.

Toda la tubería para circulación de agua y refrigerante es de cobre, con sus extremos biselados y soldable.

Debe instalarse agrupada paralelamente y en un mismo plano, la vertical estará aplomada, y , evitar los cambios bruscos de dirección

ción e innecesarios. La separación de ella está condicionada -- por la ejecución del aislamiento y mantenimiento, en los cuales es necesario por el espacio que requieren las herramientas y los movimientos de los operarios.

Las válvulas serán del tipo soldable, marca Nibco, con asiento - de bronce y para presión de 125 psig.

Las uniones se colocan en los puntos donde se requiere, para la correcta operación y mantenimiento del Sistema.

La conexión flexible es instalada antes y después de las bombas y de algún otro equipo para evitar la transmisión de vibración a la tubería. Será semejante a la que fabrica Manguera Flex y del diámetro nominal de la tubería y de la longitud necesaria para - absorber las vibraciones.

El aislamiento térmico para el agua refrigerada es con medias cañas preformadas de poliestireno. Estas son adheridas a la superficie exterior de la tubería, perfectamente limpia, por medio de un pegamento adecuado y las juntas selladas con impermeabilizante que conserve la elasticidad; sobre el aislamiento es colocada una barrera de vapor hecha de lámina de aluminio calibre 32, con cinchos o manta con sellador y pintura vinílica.

Ductos

Los ductos de inyección y retorno, según se muestra en planos, - son de lámina galvanizada, de primera calidad, en los siguientes calibres para baja velocidad:

Dimensión mayor del ducto	Calibre
Hasta 300 mm. (12 pulg.)	26
325 mm. (13 pulg.) a 762 mm. (30 pulg.)	24
787 mm. (31 pulg.) 1 1372 mm. (54 pulg)	22

La costilla longitudinal es doble, sellada y amartillada. La costilla transversal es como se requiera, pero en general, son como sigue:

Ducto de 457 o más pequeño	cañuela plana
Ducto de 483 a 914 mm.	costilla de 25 mm. a centros máximos de -- 76 mm (3 pulg) a -- 229 mm. (9 pulg.)

El aire de retorno se tomará de la cámara plena sellada, tal como se muestra en plano, conectado a la manejadora.

Difusores.

Son como se indican en planos y son de marca Titus Aerovent. El a cabado es según se indique.

Las rejillas de extracción son de la misma marca y con marco metálico.

Conexión flexible.

En el punto donde se conecte el ducto con la Unidad Manejadora, de be colocarse una conexión flexible de lona ahulada.

Aislamiento Térmico.

Los ductos del aire acondicionado van aislados por el exterior con

colchoneta de fibra de vidrio RF-300 de 25 mm. de espesor; el aislamiento es adherido a la superficie externa por medio de un pegamento adecuado (5000), las juntas deben ser unidas cuidadosamente para asegurar una superficie continua.

Sobre el aislamiento se coloca adhesivo adecuado, una cubierta de papel Kraft y Foil de aluminio de 6.5 centésimas de mm. de espesor; las uniones de la cubierta van traslapadas como mínimo 50 mm en cada dirección, y sobre las mismas debe colocarse sellador tipo Sealmastic o equivalente aprobado.

Instalación eléctrica.

El alambrado de los sistemas de control, como de la instalación eléctrica debe apegarse a normas y especificaciones.

Interruptores.

Deben ser del tipo termomagnético, de la capacidad nominal adecuada para proteger la carga que van a alimentar y de la capacidad interruptiva necesaria obligada por la fuente que lo alimenta y el tipo de carga que protege.

Arrancadores.

Deben ser del tipo electromagnético a tensión completa.

Luces piloto.

Cuando el equipo se instale en otra zona diferente a la que se encuentra el motor, deberá proveerse de luces piloto que indiquen que está funcionando.

Gabinetes.

Todo el equipo debe venir alojado dentro de un gabinete. Deben ser del tipo de autosoportar, sobreponer o de empotrar en muro.

Alimentación eléctrica de fuerza.

Tuberías.

Debe ser conduit galvanizado, de pared gruesa, con todos los accesorios necesarios para una buena instalación.

Cables.

Para la alimentación de motores deberán ser del THW, para hilos de control el recomendado por el fabricante.

Controles.

Automáticos.

Debe controlarse por medio de arrancadores electromagnéticos y con los controles automáticos por el fabricante del equipo.

Deben ir instalados termostatos del tipo proporcional y dos posiciones, humidostatos cubriendo el rango de humedad. la marca es Honeywell o equivalente. Tendrán su rango de control adecuado para las condiciones de operación del Sistema, y serán del tipo eléctrico a bajo voltaje (24 v.)

La señal de estos será recibida por motores modulantes de acción reversible.

Como complemento, deben instalarse los transformadores de volta-

je, acoplamientos, etc., que requieran para regular el Sistema sa tisfactoriamente.

El serpentín de agua helada y agua caliente llevan, cada uno, una válvula de tres vías de acción proporcional para regular el flujo de agua y refrigerante, de acuerdo a las necesidades. La regulación de éstas se lleva a cabo por medio de los termostatos.

Equipo.

Unidad Manejadora de Aire.

La instalación es según se indica en el plano y la marca es Recold modelo 70 FC. Esta debe montarse sobre elementos antivibratorios adecuados para evitar la transmisión de vibración a la estructura.

Serpentines.

Los serpentines de agua caliente, agua fría y expansión directa - deben cumplir con las características especificadas. Los de enfriamiento deben llevar charola de condensados para su captación y drenaje.

Estos deben estar soportados sobre un marco metálico de acero que asegure su rigidez.

Filtros.

Deben montarse sobre marco metálico que soporte y que permita la remoción y mantenimiento. Son marca Flakt, tipo LFDM-1-05-1-2.

Lavadora de Aire.

Es marca Flakt, tipo VPBM-1-1-44d, con una motobomba sumergible - marca Little Giant.

PRUEBA, BALANCE Y AJUSTE DEL SISTEMA.

Deben realizarse las pruebas necesarias a todos los materiales o partes a la instalación, como sea solicitado, para verificar el buen funcionamiento y operación de la misma.

Las pruebas deben ser como las requiera la Dirección de la Obra sobre la instalación.

Los gastos de agua, de refrigerante en cada serpentín deben ser probados y ajustados para asegurar que éstos estén recibiendo el volumen requerido y a la temperatura adecuada, así también para la lavadora.

En las pruebas es conveniente elaborar un registro de datos y la información adicional pertinente que se relaciones con la operación del equipo y disponer de su constancia.

C O S T O S

CUANTIFICACION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR AGUA
HELADA.

Part.	Concepto, Suministro y colocación.	Uni.	Cant.	P.U.	Total
1	Unidad enfriadora de agua helada, mca. York tipo - CAW-91, con capacidad de 5.67 tons de refr. . Datos eléctricos: 220/3f/60 c.	uni.	1	237 414.0	237 414.00
2	Serpentín para agua helada mca. Recold, de 4 hileras 8 aletas, tipo MC con charola de condensado y marco para soportar y empotrar.	uni	1	19 500.0	19 500.00
3	Bomba para agua, mca. Aurora Pic sa tipo 1 1/4 x 1 1/2 x 7, con motor trifásico 1 H.P. . Datos eléctricos: 220/3f/60c y base.	uni.	1	27 428.0	27 428.00
4	Tubería de Cu. tipo M de: $\varnothing = 1 \frac{1}{4}$ "	mt.	12	686.0	8 232.00
5	Codo de Cu. soldable, mca Imp. Eastman $\varnothing = 1 \frac{1}{4}$	pza.	6	83.0	498.00
6	Tee de Cu. sold. mca. Imp Eastman $\varnothing = 1 \frac{1}{4}$	pza.	5	156.0	780.00
7	Tuerca Unión mca. Nibco $\varnothing = 1 \frac{1}{4}$	pza.	6	367.0	2 202.00
8	Reducción bushing 1 1/4 a 3/4 de \varnothing , mca. Nibco.	"	3	60.0	180.00
9	Válvula de compuerta mca. Nibco $\varnothing = 1 \frac{1}{4}$ "	"	6	1 540.0	9 240.00
10	Manguera antivibratoria mca. Flex $\varnothing = 1 \frac{1}{4}$	tramo	2	6 273.0	12 546.00

11	Tanque de exp. con cap. - de 100 lts.	uni.	1	13 000.0	13 000.00
12	Interrup. termomagnético mca. Square D de 3 x 15 A	pza.	1		*
13	Arrancador magnético mca. Square D clase 8536	"	1		*
14	Manómetro mca. Metrón con esc. de 0-125 psig., con rizo y válv. macho de $\varnothing =$ 3/8"	"	2	2 640.0	5 280.00
15	Termómetro mca. Termomex. con rango de 0-100 C y -- termopozo.	"	2	2 046.0	4 092.00
16	Válvula de 3 vías, mca. Honeywell	"	1	4 693.0	4 693.00
17	Transf. mca. Honeywell	"	1	1 073.0	1 073.00
18	Modutrol mca. Honeywell	"	1	10 407.0	10 407.00
19	Aislante térmico de poli- estireno para tubería \varnothing = 1 1/4 por 1" esp. .	m ²	12	112.0	1 346.00
20	Barrera de vapor de alu- minio.	"	15	310.0	4 650.00
21	Sellador tipo cold fast	lt.	6	216.0	1 294.00

Total \$ 363 855.00

CUANTIFICACION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR EXPAN-
SION DIRECTA.

Part.	Concepto, Suministro y colocación.	Uni.	Cant.	P.U.	Total
1	Unidad condensadora mca. - Carrier, tipo 38 BA 006.	uni.	1	114 010.0	114 010.00
2	Serpentín de expansión di- recta mca. Recold, de 4 hi- leras, 8 aletas, tipo M6 - con charola de condensado y marco para soportar y em- potrar.	uni.	1	25 220.0	25 220.00
	Línea de Líquido				
3	Tubería de Cu. tipo L de - Ø = 1/2"	mta.	12	216.0	2 587.00
4	Codo mca. Imp. Eastman Ø = 1/2	pza.	4	14.0	56.00
5	Tee mca. Imp. Eastman sol- dable Ø = 1/2"	"	1	15.0	15.00
6	Tuerca Unión mca. Nibco -- sold. Ø = 1/2"	"	2	162.0	324.00
	Línea de Succión				
7	Tubería de Cu. tipo L	mt.	12	172.0	2 064.00
8	Codo mca. Imp. Eastman sol- dable Ø = 7/8"	pza.	6	30.0	180.00
9	Reducción bushing mca. Nib- co Ø = 1 1/8" a 7/8"	"	2	18.0	36.00
10	Tuerca Unión mca. Nibco Ø = 7/8"	"	1	209.0	209.00
11	Manómetro mca. Metrón, con esc. 0-125 psig., con rizo y válv. macho Ø = 3/8"	"	2	-	-
12	Termómetro mca. Termomex con termopozo, en esc. de 0-100 C.	"	2	2 046.0	4 092.00

13	Arrancador mca. Square D - clase 8536	pza.	1		*
14	Interruptor termomagnético mca. Square D de 3x 60 A	"	1		*
15	Termostato mca. Honeywell con difer. 3 C	"	1	4 276.0	4 276.00
16	Humidostato mca. Honeywell	"	1	2 353.0	2 353.00
17	Aislante térmico para tube ría $\phi = 1/2"$ por 1" de es- pesor.	mt.	18	147.0	2 646.00
18	Sellador sealmastic.	lt.	10	136.0	1 360.00
19	Soldadura de Plata	Kg	1	15 000.0	15 000.00

Total \$ 174 428.00

CUANTIFICACION DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO POR AGUA CALIENTE.

Part.	Concepto, Suministro y colocación	Uni.	Cant.	P.U.	Total
1	Serpentín para agua caliente, mca. Recold con 1 hileras tipo MC, con marco para empotrar y soportar.	uni.	1	8 580.0	8 580.00
2	Bomba para agua caliente - mca. Aurora Picesa tipo con motor Datos eléctricos 220/3f/60c y base.	uni	1	27 428.0	27 428.00
3	Tubería de Cu. tipo M $\phi = 1"$	mt.	60	684.0	41 040.00
4	Codo de Cu. sold. mca. imp Eastman $\phi = 1"$	pza.	10	56.0	560.00
5	Tee de Cu. sold. mca. Imp. Eastman $\phi = 1"$	"	4	156.0	624.00
6	Tuerca Unión de Cu. mca. Nibco $\phi = 1"$	"	8	290.0	2 320.00
7	Manguera antivibratoria - mca. Flex $\phi = 1"$	tramo	2	5 018.0	10 036.00
8	Válvula de compuerta mca. Nibco $\phi = 1"$	pza.	4	1 129.0	4 516.00
9	Manómetro mca. Metrón con esc. de 0-125 psig. con rizo y valv. macho $\phi = 3/8"$	"	2	2 640.0	5 280.00
10	Termómetro mca. Termomex. con termopozo, rango de 0-100 C	"	2	2 064.0	4 128.00
11	Valv. de 3 vías mca. Honeywell	"	1	4 693.0	4 693.00
12	Transformador mca Honeywell	"	1	1 073.0	1 073.00
13	Modutrol mca. Honeywell	"	1	10 407.0	10 407.00

14	Arrancador magnético mca. Square D clase 8536	pza.	1		*
15	Interruptor termomagnético mca. Square D 3x A	"	1		*
16	Aislamiento para tubería - de cañuelas de fibra de <u>vi</u> drio para $\varnothing = 1''$ por $1''$ de espesor	mt.	60	136.0	8 160.00
17	Sellador Fester	lt.	30	216.0	6 480.00
18	Soldadura de Estaño 60/40	kg.	4	840.0	3 360.00

Total \$ 138 685.00

CUANTIFICACION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y HUMIFICACION POR AGUA.

Part.	Concepto, Suministro y colocación	Uni.	Cant.	P.U.	Total
1	Lavadora de aire mca. Flack tipo VPBM-1-1-44d con malla, marco y tanque.	uni.	1	120 523.0	120 523.00
2	Motobomba mca. Little Giant mod. LMA. Datos eléctricos: 110/1f/60c.	uni.	1	1 690.0	1690.00
3	Arrancador magnético mca. Square D	pza.	1		*
4	Interruptor termomagnético mca. Square D	Pza.	1		*

Total \$ 122 213.00

FILTROS.

1	Filtros mca. Flack tipo -- LFDM-1-05-1-2 con mcarco - para soportar y empotrar	pza.	2	8 840.0	17 680.00
---	--	------	---	---------	-----------

MANEJADORA

1	Unidad manejadora de aire mca. Recold, mod. 70 FC-H con base antivibratoria y motor 1 1/2 H.P. . Datos eléctricos: 220/3f/60c.	uni.	1	21 320.0	21 320.00
2	Arrancador magnético mca. Square D	pza.	1		*

3	Interruptor termomagnético mca. Square D	pza	1		*
4	Lona ahulada	mt ²	3	180.0	540.00

DUCTOS

1	Lámina galvanizada cal. 24	kg	352	117.5	41 237.00
2	Aislamiento térmico de fi bra de vidrio RF-3100 de 25 mm. de espesor.	mt ²	54	550.0	29 700.00
3	Pegamento 5000	lt		incluido	
4	Papel Kraft y foil de alu minio	mt ²		incluido	
5	Sellador sealmastic	lt		"	

DIFUSORES

1	Difusores mca. Titus Aero- vent tipo TDC 4B de 9" x - 18" para inyección.	pza.	4	2 524.0	10 096.00
2	Rejillas para extracción mca. Titus Aerovent de 8" x 16" con contramarco.	"	4	1 478.0	5 912.00

EQUIPO ELECTRICO

1	Todo el equipo eléctrico mencionado anteriormente - con su interruptor general y gabinete donde van alo- jados los interruptores, arrancadores, luces pilo- to, estación de botones. Clase Nema I 8998, alam--				
---	---	--	--	--	--

brado NEMA B a 220/3f/60c.

() . uni. 1 125 060.0 125 060.00

Total \$ 251 545.00

CONTROL

1 Registrador de Temperatura y Humedad para 24 hrs. mca. Honeywell. uni. 1 31 200.0 31 200.00

El costo Total de la Instalación es :

\$ 1 081 926.00

(Un Millón ochenta y un mil novecientos veinte y seis pesos M/N.)

Nota : Se consideran los precios al 31 de Ene. 1982.

C O N C L U S I O N

Como lo indica el nombre del presente trabajo, éste Proyecto - ha sido elaborado pretendiendo se lleva a cabo su instalación; debido a que es de gran importancia poder contar con una instalación de este tipo en lo Laboratorios de Máquinas Térmicas para la capacitación del futuro Profesional dentro del Area Fluidos y Térmica, en especial el tema del Aire Acondicionado.

Por tal motivo, pensamos es conveniente hacer una inversión para los fines mencionados.

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

1. Eduardo Hernández Goribar; " Fundamentos de Aire Acondicionado y Refrigeración " .
2. Burgess H Jennings y Samuel R.Lewis; " Aire Acondicionado y Refrigeración " .
3. Compañía Carrier; " Manual de Aire Acondicionado " .
4. Compañía Trane; " Manual de Aire Acondicionado " .
5. A.S.H.R.E. ; " Manual de Aire Acondicionado " .