UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

"DISEÑO DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA OFICINAS, CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO"

INFORME DE INGENIERÍA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

FRANCISCO MARIO ALCALÁ ESPINOZA

PROMOCION 1977-II

LIMA-PERU

-2005-

A mis padres: ***Francisco y Lucía*** *por su apoyo.*
A Esposa ***Joan*** *y a mi* ***hijo Daniel****.*
A mi familia, maestros y amigos.

DISEÑO DE SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA OFICINAS CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO III

CAPÍTULO IV

CAPÍTULO V

Lista de Planos:

1. Plano M-1 Condiciones en Unidad Ventiladora en Carta Psicrométrica. Concepto General.
2. Plano M-2 Carta Psicrométrica Estándar.

   Plano M-3 Edificio ABC- Esquema del Sistema General de Aire Acondicionado.
3. Plano M-4 Carta de Temperatura Efectiva de Confort
4. Plano M-5 Carta de Confort
5. Plano M-6 Esquema de Métodos de Cálculos de Carga Térmica de Enfriamiento.
6. Plano M-7 Edificio ABC Sexto Piso – Zonas de Cálculos.
7. Plano M-8 Edificio ABC Sexto Piso - Distribución de Aire.
8. Plano M-9 Edificio ABC Sexto Piso - Retorno de Aire.
9. Plano M-10 Cálculo Psicrométrico de Unidad Ventiladora (Verano).
10. Plano M-11 Cálculo Psicrométrico de Unidad Ventiladora (Invierno).
11. Plano M-12 Cálculo de Serpentines de Calentamiento. Zonas Perimétricas.
12. Plano M-13 Balance de Aire en Unidad Ventiladora.
13. Plano M-14 Sala de Máquinas. Equipo de Aire Acondicionado.
14. Plano M-15 Curva de Performance de Ventilador.
15. Plano M-16 Pasos de Ruido en Equipo de Aire Acondicionado.
16. Plano M-17 Diagrama de Control de Cajas de Distribución de Aire

Apéndice.

PRÓLOGO

Un sistema de aire acondicionado debe de ser capaz de mantener condiciones establecidas de temperatura y humedad relativa del espacio, durante los períodos ocupados a lo largo de todo el año bajo las diferentes condiciones climáticas.

Las normas establecen rangos de temperatura y humedad relativa para crear condiciones de confort, que incluye porcentajes de aire fresco de ventilación, filtrado del aire y su distribución en los espacios en rangos de velocidad adecuada.

La industria del aire acondicionado data desde comienzos del siglo XX, con constantes estudios del comportamiento del clima y todos los factores que intervienen en estos sistemas, para crear el confort deseado incorporando nuevos materiales en la industria de la construcción, investigación de nuevos sistemas con la finalidad de optimizar el uso de equipos y economizar gastos de energía.

El propósito de este informe técnico es presentar un sistema innovativo en aplicaciones del aire acondicionado, con flujo de enfriamiento en piso con los correspondientes análisis de ingeniería, cálculos y consideraciones técnicas, que permitan elaborar los documentos de un proyecto de ingeniería.

Siendo un sistema innovativo, en la parte técnica, se analizan los principios básicos del aire acondicionado para llegar a la aplicación adecuada de diseño y selección de los equipos requeridos.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Con el propósito de presentar la aplicación del sistema de aire acondicionado propuesto, se hará referencia a un espacio de uso de oficinas a ser ubicado en la ciudad de Lima. Es oportuno hacer una breve mención de antecedentes de la administración de la propiedad inmueble, que origina la búsqueda de un sistema de aire acondicionado adecuado para su propósito. El diseño original del presente estudio es un edificio existente de almacenes de 6 pisos que ha sido renovado, manteniendo su fachada original y es convertido en oficinas de múltiple uso. La empresa inversora ABC que administra la mencionada propiedad, planea arrendar los espacios a diferentes clientes, que mantengan una similar actividad comercial en cuanto al uso y aplicación del espacio requerido.

ABC propone espacios funcionales modificables, proyectando un período de arrendamiento por cliente de tiempo promedio entre 5 a 10 años, para lo cual establece el siguiente planteamiento:

De preferencia que cada piso, de aproximadamente 4,000 m^2, sea ocupado por un cliente, a lo más dos.

La administración del edificio propone arrendar el espacio básico sin acabado, de tal manera que cada cliente pueda hacer su propio diseño a través del arquitecto de su preferencia. Cada proyecto individual será sujeto a revisión y aprobación por parte de la administración ABC.

La administración ABC proyecta que con el transcurrir del tiempo, dada la posibilidad de nuevos y diferentes clientes, va a requerir de sistemas adaptables a múltiples usos de separación de ambientes, por lo cual planea proveer servicios comunes que mantengan un concepto de diseño básico general, como son los sistemas centrales de agua helada, agua caliente, de ventilación de baños, ductos de aire fresco, servicios generales de aire acondicionado a corredores, salas de ingreso a los ascensores; como una manera de prevenir el uso indiscriminado de sistemas independientes que requieran espacios excesivos en el techo o unidades de ventana, alterando el diseño básico estético y usos de energía no programados.

La Oficina de Seguros RST firma un contrato de arrendamiento por 10 años, renovables, con la Administración ABC para ocupar los 4,000 m^2 del piso número seis.

La Oficina de Seguros RST contrata los servicios de un grupo de consultores que incluye arquitectos e ingenieros de las respectivas especialidades, para el diseño e instalación del sistema de aire acondicionado.

El espacio a ocupar por la Oficina de Seguros RST, cuenta con conexiones de tuberías, para agua helada, agua caliente, ductos de aire fresco filtrado, lo cual ha sido instalado previamente en el edificio central, no siendo parte del alcance del

presente estudio, lo cual permite enfatizar en el confort aplicativo del aire acondicionado para uso específico de oficinas.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES SOBRE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO APLICADOS A USO DE OFICINAS

2.1 Consideraciones técnicas sobre sistemas de Aire Acondicionado.

A manera de referencia del sistema utilizado en el presente proyecto, se hará una revisión general de los sistemas de aire acondicionados a nivel comercial.

Los sistemas básicos de aire acondicionado están clasificados como:

a. Todo aire

Estos sistemas proveen enfriamiento sensible y latente, precalentamiento y humidificación, si es requerido, a través del aire suministrado.

El calentamiento puede ser efectuado por medio del aire del sistema central o unidades zonales.

Ducto Simple	
Volumen Constante	**Volumen Variable**
Zona Simple	Con serpentines de recalentamiento
Múltiple Zonas	Con ventiladores de inducción
By pass Suministro-Retorno	Con Ventiladores forzados
	Con ducto doble
	Con difusores variables

Ducto Dual	
Ducto Dual	**Multizonas**
Volumen Constante	Volumen Constante
Volumen Variable	Volumen Variable
	Tres Flujos, Aire Frío, Caliente y Aire Exterior

a.1. Ventajas:

En sistemas todo aire, las principales unidades son centrales, lo que permite que la mayor parte del mantenimiento de equipos se efectúe en lugares asignados, como son las salas de máquinas. Dentro de esta categoría de selección existen opciones más diversas para diferentes aplicaciones de ventiladores, filtros de aire, con control de sonido y vibración, unidades durables y de buena calidad.

El servicio a estas unidades es centralizado por lo que se requiere menos acceso a áreas ocupadas.

Las unidades centrales ofrecen opciones para adaptar diferentes porcentajes de aire fresco, cambio de uso estacionales, control de humedad, ciclos economizadores, humidificación.

Permiten gran precisión de control de temperatura y humedad, dentro del rango de +/- 0.25°F, +/- 0.5%rh.

a.2. Desventajas

Requiere espacio para ductos de distribución de aire, tanto en distribución horizontal como en vertical, lo que reduce áreas de espacio utilizable dentro del edificio.

Requiere espacio de cuartos de máquinas, que reduce el espacio rentable.

Debido a la mayor concentración de peso en los cuartos de máquinas o áreas confinadas, estas áreas pueden requerir de

reforzamiento estructural debido al peso concentrado de las unidades.

En sistemas de volumen variable las cajas terminales requieren acceso que deberá ser coordinado con el arquitecto.

Sistemas de aire centrales requieren de balance de aire en ductos de distribución de aire.

b. Sistemas Aire –Agua

Estos sistemas proveen el acondicionamiento a través de la distribución de aire y agua a unidades terminales instaladas en los diferentes espacios a tratar.

El aire suministrado es llamado primario; el agua suministrada es llamada secundaria.

En algunos casos, serpentines eléctricos se instalan en lugar de serpentines de agua caliente. Los sistemas Aire-Agua incluyen unidad central de aire acondicionado, ductos, distribución de agua y unidades terminales en las habitaciones que pueden ser unidades de inducción, fan-coils o paneles radiantes.

El aire primario provee el aire fresco exterior filtrado para la ventilación. Por lo que la carga térmica total es dividida entre la unidad central y las unidades terminales.

Los principales sistemas Aire-Agua son:

- Unidades de Inducción Aire-Agua
- Unidades Fan-Coil
- Paneles Radiantes

Los sistemas Aire-Agua se utilizan principalmente en espacios perimétricos del edificio, con alta carga térmica donde el control preciso de humedad no es requerido.

Por decir, las zonas perimétricas donde impacta la carga térmica de paredes y ventanas, se proveen de capacidad adicional de Fan-Coils con agua fría para el enfriamiento o de Unidades terminales con agua caliente para la calefacción.

En lugares con diferentes condiciones de temperatura a mantener, estos sistemas son instalados para proveer:

1. Todos los requerimientos de calentamiento o enfriamiento de los espacios.
2. Calentamiento y enfriamiento simultáneos de los diferentes espacios del edificio durante las estaciones de clima intermedias.

b1. Ventajas

Las unidades terminales proveen control individual de las habitaciones, con termostatos independientes.

Servicio de aire frío y agua caliente ofrece la opción de calentamiento o enfriamiento simultáneo si es requerido.

Las unidades centrales son de menor tamaño que en los sistemas "Todo Aire", desde que sólo toman parte de la carga térmica, por lo que requieren cuartos de máquinas de menor tamaño.

En climas de temperaturas bajas, durante la noche, se puede simplemente circular el agua caliente para mantener una temperatura moderada del edificio.

El aire primario que ofrece la ventilación es tratado en la unidad central, por lo que los ductos de distribución son de menor tamaño que en sistemas "Todo Aire".

b2. Desventajas

En la demanda máxima de enfriamiento, el agua secundaria distribuye agua helada, mientras que en invierno es agua caliente, lo que crea un sistema de cambio estacional, creando la opción de sistemas de 2 tubos ó 4 tubos.

En edificios modernos se prefieren sistemas de 4 tubos; agua caliente y helada separados.

Estos sistemas tienen gran aplicación para zonas perimétricas.

Los controles son más numerosos que en sistemas todo aire.

Las unidades terminales que recirculan aire, por ejemplo los Fan-Coils requieren de mayor mantenimiento de filtros y limpieza.

El aire primario es constante, por lo que se suministra, inclusive si la habitación no está ocupada.

No es usado en aplicaciones con gran cantidad de aire de extracción como laboratorios.

Control limitado a la deshumidificación desde la unidad central, especialmente con cargas latentes altas, debido a que el control final se realiza en las unidades terminales.

c. Sistemas Todo Agua

Estos sistemas proveen el acondicionamiento a través de la distribución de agua caliente o helada.

Los principales sistemas Todo Agua son:

Radiación de agua caliente.

Convectores de agua caliente.

Paneles Radiantes.

Sistema de Fan-Coils.

En sistemas Todo Agua, tanto en enfriamiento como en calentamiento, las unidades circulan el aire a través de convección o ventiladores en los espacios a acondicionar, introduciendo el aire de ventilación requerido.

Las unidades fan-coils están provistas de serpentines de agua fría y caliente, filtros de aire, tubos de drenaje.

La distribución del agua puede ser de 2 tubos ó 4 tubos, siendo esta última de mejor funcionamiento.

Estos sistemas requieren de plantas centrales de agua caliente y agua helada.

El sistema de aire de ventilación presenta el mayor problema por resolver, desde que las unidades terminales tienen limitada capacidad, con serpentines de tamaño serializado para tratar el aire fresco exterior, con limitada selección de filtros y capacidad estática de los ventiladores.

c1. Ventajas

Reducido espacio en la distribución del aire desde que puede o no tener unidad central para el aire fresco.

Crea zonas de control independientes.

c2. Desventajas

- Requieren de mayor mantenimiento de unidades individuales, como cambio de filtros, limpieza de drenaje de condensado de agua.
- La ventilación es comúnmente a través de ventanas abiertas, por lo que el control de aire fresco es limitado.

d. Análisis de selección del sistema de aire acondicionado

A través de la presentación de los diferentes sistemas utilizados en aire acondicionado, se puede seleccionar el más adecuado para la presente aplicación, en base a los recursos de energía disponibles. Cada sistema ofrece ventajas y desventajas que pueden ser desde su aplicación al uso, con diferentes costos.

Entre otras consideraciones para la selección del equipo adecuado se deberá de tener en cuenta lo siguiente:

Capacidad eléctrica disponible.

Recursos energéticos, como agua helada, servicio eléctrico.

Disponibilidad del agua.

Tamaño de equipos a instalar.

Consideraciones estructurales dependiendo de equipos a usar.

Aire para ventilación, de acuerdo a la ubicación del edificio.

Cumplimiento de reglamentos y ordenanzas locales.

Costo del consumo de energía.

Normas de construcción.

2.2. Conceptos de Aire Acondicionado aplicados a usos de Oficinas

Los edificios de Oficinas incluyen zonas perimétricas y zonas interiores.

Las zonas perimétricas tienen carga variable debido a las transmisiones de calor de las superficies externas, como radiación solar, transmisión de calor debido a

las temperaturas, infiltración de aire exterior. La carga térmica de las zonas interiores está conformada por el calor producido por ocupantes, los artefactos de iluminación y los equipos eléctricos como computadoras, máquinas de escribir, copiadoras etc.

La diversidad de funciones en oficinas ha permitido el uso de la mayoría de sistemas de aire acondicionado, lo que representa mayores opciones de comparación.

Debido al uso de espacios modulares, se anticipa espacios repetitivos por lo que es conveniente tratar de optimizar un modelo de distribución.

En el diseño debe de considerarse flexibilidad a cambios, para adaptar modificaciones de espacios a solicitud del usuario.

El sistema debe de considerar el uso de tenencia del espacio, como lo es el alquiler; para cada nuevo grupo de inquilinos se requerirá modificaciones en los controles, como termostatos y accesorios, por lo que la durabilidad de estos componentes justifica un ciclo de vida similar en tiempo.

Adecuada cantidad de aire fresco debe de ser suministrado a los espacios para el control de olores.

2.3 Alternativas de sistemas de Aire Acondicionado del presente diseño

De acuerdo a las condiciones del presente proyecto, se establecieron las siguientes opciones:

2.3.1 Unidad Central Distribución de Aire con Terminales Variadoras de Caudal.

Sistema por medio de 4 unidades ventiladoras y distribución de aire con retorno abierto por los diferentes ambientes.

La distribución del aire es controlada por medio de cajas terminales de volumen variable con termostatos individuales.

Cada unidad ventiladora dispone de:

- Módulo de toma y mezclado de aire.
- Módulo de filtrado.
- Módulo de serpentín de enfriamiento.
- Módulo del ventilador.

Ventajas:

- Múltiples zonas de control.
- Distribución por medio de ducto convencional.
- Centralización del mantenimiento de las unidades ventiladoras.
- Distribución del aire por medio de difusores en los ambientes, en forma convencional.
- Siendo el volumen variable, se controla el uso de energía del ventilador.
- Sistema de control integral por zonas de cada unidad ventiladora.

Desventajas:

- Costos de ductos.

- Espacios que requieren los ductos, como también construcción de cubiertas y falso techo para no hacerlos visibles.
- Las cajas terminales de volumen variable, instaladas para los diferentes espacios, requieren acceso para mantenimiento.
- Dependencia de unidad ventiladora; en caso de falla, la zona queda desprovista de aire acondicionado.

2.3.2 Uso de Unidades Ventilador-Serpentín

El sistema de ventilador-serpentín conocido comúnmente como "Fan-Coils", provee de unidades ventiladoras independientes, a los espacios por acondicionar.

El sistema consiste en:

- Unidades ventilador-serpentín con ductos de distribución zonal.
- Retorno abierto a cada unidad ventilador-serpentín.
- Termostato de control para cada unidad ventilador-serpentín.
- Distribución de aire fresco con ductos, a cada unidad ventilador-serpentín.

Cada unidad ventilador-serpentín consiste de secciones de toma de aire, filtros, ventilador, serpentín de enfriamiento y calentamiento.

Ventajas:

- Gran flexibilidad del sistema para el uso de controles independientes.
- Control individual independiente, cada ocupante puede hacerlo funcionar a su comodidad.

- Cada ventilador-serpentín puede controlarse a 3 velocidades del ventilador.
- No se requiere el espacio para los cuartos de máquinas, desde que las unidades ventiladores-serpentín se instalan en el falso techo.

Desventajas:

- Costo múltiple por cada unidad, requiere distribución de tuberías de agua helada, agua caliente, conexiones eléctricas, conexiones de drenaje del condensado de agua fría, ductos de suministro y retorno.
- Acceso a cada unidad para mantenimientos periódicos, como cambio de filtros, lubricación del ventilador, ruido potencial; dependiendo de la ubicación de las unidades ventilador–serpentín.
- Requiere espacios de falso techo, para la instalación de unidades.

2.3.3. Sistema de aire acondicionado con flujo de enfriamiento en piso

Sistema por medio de 4 unidades ventiladoras y distribución del aire, con retorno abierto a los diferentes ambientes.

El suministro de aire se efectúa en el espacio bajo piso.

La distribución del aire es controlada por medio de compuertas de volumen de aire variable, con termostatos individuales.

El retorno del aire se realiza por los espacios abiertos en las oficinas, hacia la unidades Centrales ubicadas en los cuartos de máquinas. Cabe mencionar, que el aire de retorno por tener mayor temperatura tiende a estratificarse en la parte alta del espacio, por encima de la zona ocupada.

Cada unidad ventiladora dispone de:

- Módulo de toma y mezclado de aire.
- Módulo de filtrado.
- Módulo de serpentín de enfriamiento.
- Módulo del ventilador.

Ventajas:

- Uso adecuado para zonas de gran tamaño.
- Control individual por difusor.
- Múltiple zonas de control.
- El piso elevado es de uso flexible, para instalaciones eléctricas y cableado de red de computadoras.
- Mínimo uso de ductos.
- Centralización del mantenimiento de las unidades ventiladoras.
- Distribución del aire por medio de difusores en el piso, lo cual brinda gran flexibilidad de instalación.
- Fácil acceso a las compuertas de volumen variable.
- Siendo el volumen variable, se controla el uso de energía del ventilador.
- Sistema de control integral por zonas, para cada unidad ventiladora.

Desventajas:

- Sistema innovativo que crea un riesgo de confiabilidad.

- Costo de piso de plataforma, que se justifica con su múltiple uso, como lo es la distribución de cables eléctricos, cables de computadoras y de teléfonos, tuberías de agua, entre otros.
- Dependencia en sistemas de control electrónico.
- Dependencia de unidad central, en caso de avería.
- Requiere de limpieza para mantenimiento del piso, por medio de aspiradoras.

2.3.4 Selección del Sistema.

El análisis económico comparativo de opciones se presenta en el Capítulo VI. Desde del punto de vista económico el sistema con flujo de **aire en piso** resultó el más favorable, lo que se suma a la preferencia inicial del cliente y da el visto bueno, al grupo de consultores en desarrollar esta opción.

CAPÍTULO III

FUNDAMENTOS EN SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO

3.1 Conceptos del Sistema

Este sistema de aire acondicionado aplicado a sistemas de zonas múltiples es un nuevo concepto en el área de diseño y construcción, también llamado Tecnología de Edificios de Plataforma.

El área debajo del piso se convierte en una cámara de aire presurizada, permitiendo la instalación de las cajas terminales reguladoras de aire ubicadas en la estructura del piso y crea gran flexibilidad de reubicación de estas cajas, en conjunción con sus controles.

Cada caja terminal de aire en el piso tiene su control termostático, con múltiples variedades de tipo de direccionamiento del aire.

El concepto del espacio que crea la plataforma sobre el piso permite la distribución de cableado eléctrico y de telecomunicaciones, tuberías de hasta 2" de diámetro, con gran acceso para mantenimiento y reconfiguración de espacio

de oficinas, lo cual reduce los costos relacionados con ductos, tuberías suspendidas del cielo raso.

En la actualidad el concepto de adaptabilidad de este sistema ha abierto un nuevo mercado a productos modulares compatibles, tales como tomacorrientes, salidas telefónicas, conexiones para computadoras, etc.

La altura estándar para la instalación de la plataforma sobre el piso es 30 cm., aunque por experimentación, los fabricantes de equipos reportan que el sistema puede ser efectivo hasta con 10 cm., de altura como mínimo.

La idea de las plataformas sobre el piso para distribución de aire acondicionado fue iniciada en el año 1950, con el advenimiento de centros de cómputos y laboratorios de altas cargas térmicas y de circulación de aire. A fines de la década de 1970, el concepto se extendió a espacios ocupados por personas, con equipos de alta disipación térmica; este sistema no era dirigido hacia el confort de sus ocupantes, sino a las condiciones de temperatura requeridos por los equipos electrónicos.

Experimentos sucesivos han adaptado la distribución del aire bajo el piso, en sistemas confortables, habiéndose modificado algunos parámetros que fueron estándar por mucho tiempo, como la temperatura de suministro de aire a 65°F (18.33°C), en lugar de 55°F (12.78°C), y las velocidades del aire de salida controlada, evitando ráfagas bruscas de aire en los espacios.

Suministrando el aire próximo al nivel de piso con retorno a la altura del cielo raso, el aire entra en contacto primero con los ocupantes, muebles, equipos, en

flujos ascendentes verticales y paralelos, hasta finalmente entrar en contacto con los artefactos de iluminación, creando la capa de aire caliente con mayor contaminación en la zona, a la altura por encima de 1.80 metros.

En comparación con los métodos convencionales, donde la distribución del aire está en la parte superior de la habitación, el aire entra en contacto primero con los artefactos de iluminación y después con el conjunto personas, muebles y equipos.

Siendo las temperaturas de suministro típicas para este sistema de 63°F (17.22°C) a 65°F (18.33°C), comparadas con 55 °F (12.78°C) de los sistemas convencionales, por lo que en determinados climas puede existir la oportunidad de integrarlos con sistemas economizadores, si la temperatura exterior está alrededor de los 65°F (18.33°C), por prolongados períodos de tiempo durante el año.

Las capacidades de los ventiladores en este tipo de sistemas tienen menores caídas de presión en la distribución, que en sistemas con ductos, por lo que el consumo de energía eléctrica es menor, en la distribución del aire.

Con un mayor detalle de análisis, la capacidad de almacenaje termal del piso, debido al material de concreto, permite que las temperaturas de enfriamiento se mantengan por períodos más prolongados, que en los ductos convencionales de hojalata.

Este sistema es una gran propuesta para lograr un nuevo concepto en el diseño de oficinas de trabajo modulares que plantean los siguientes requerimientos:

Flexibilidad y facilidad en la modificación de espacios de acuerdo a esquemas administrativos y de organización.

Tener adaptación a las nuevas tecnologías presentes y por venir, como es el área de redes de computación y comunicaciones.

El sistema tiene que ser confiable.

Proveer comodidad individual a un precio económico; un buen ambiente de trabajo estimula y motiva la superación y producción individual.

El material con que se construye la plataforma del piso es de láminas metálicas soldadas en módulos de 30 cm x 30 cm. El espacio de 2 pulgadas entre las láminas de metal es rellenado con concreto ligero, lo que le da peso con alta capacidad de absorción de niveles de presión de ruidos y consistencia para soportar la presión del aire.

La superficie de acabado de la superficie inferior es similar a la de hoja metálica corrugada, con capa de pintura esmaltada lisa, suave a la fricción del aire. Los módulos del piso se soportan en pedestales, que son diseñados para varias categorías de peso, como 1000 lbs/pulg^2, 1250 lbs/pulg^2, como estándares, con diseños especiales de hasta 2500 psi. El acabado de la parte superior de los módulos de la plataforma es diverso, tales como alfombrados, vinílicos, parquet, mármol, a pedido del cliente.

El control de aire a la salida de las rejillas se controla con compuertas reguladas con termostatos locales, lo que otorga comodidad prácticamente individual.

3.2 Análisis Psicrométrico

Teóricamente existe una reducción de la carga térmica a tratar, comparado con sistemas convencionales de distribución del aire de la parte superior del espacio, debido a que la carga de iluminación se aplica al retorno de la unidad ventiladora. Para efectos de cálculos en la carga térmica sensible por habitación, se incluirá la carga de iluminación, estableciéndose la temperatura de suministro del aire en 65°F (18.33°C) y la temperatura de retorno en 80°F (26.67°C).

El diagrama de las condiciones de temperatura del sistema se muestra en el adjunto Dibujo M-1, Condiciones en Unidad Ventiladora en Carta Psicrométrica.

Los caudales de aire se determinan por fórmulas de mezclas de aire (Capítulo V).

Con la cámara de aire presurizada debajo del piso, la temperatura de suministro no debe ser menor a 60°F (15.6°C) **(Punto 2 del Dibujo M-1)**, por lo que la temperatura de salida del serpentín de enfriamiento (típico 55°F, 12.77°C) **(Punto 1**) se mezcla con el aire de retorno (85°F, 29.4°C) **(Punto 6).**

El aire del **Punto 2,** pasa por el ventilador y absorbe el calor debido a las ineficiencias del ventilador; la temperatura de incremento se puede determinar por tablas publicadas por la ASHRAE, en la cual se requiere como datos la presión estática total y la eficiencia combinada del ventilador y el motor. La temperatura del aire a la salida del ventilador **(Punto 3**) es 61 °F (16.11°C), que puede incrementar hasta un máximo de 65°F (18.33°C), a la salida del difusor más alejado.

El Dibujo M-2 Carta Psicrométrica Estándar, se utilizará para obtener información actual de las condiciones de temperatura en los diferentes puntos de análisis.

3.3 Infraestructura del sistema

En el Dibujo M-3, Edificio ABC – Esquema General del Sistema de Aire Acondicionado, se representan los equipos parte del sistema, siendo el Sexto Piso el alcance del presente estudio.

Los servicios generales que ofrece la Administración del edificio a los arrendatarios son los siguientes:

- Aire fresco de ventilación (1), que se suministra a través de ductos, en cada conducto vertical desde las unidades del techo.
- Aire de extracción de los servicios higiénicos, desde ventiladores en el techo (2), por medio de ductos instalados en los conductos verticales.
- Suministro de agua helada desde las unidades enfriadoras (chillers) (3), que están seleccionadas para satisfacer la carga total del edificio. El agua helada es distribuida por medio de bombeo por las tuberías previstas en los conductos verticales, con válvulas de control por cada piso.
- Tuberías de drenaje de condensado de agua (4), una por cada conducto vertical.
- Suministro eléctrico para calefacción, de ser necesario.

3.4 Equipos Requeridos

En el Dibujo M-3, se esquematizan, (de igual manera que en la sección 3.3), los equipos que se utilizarán en el sistema del sexto piso, tema del presente estudio. Estos son:

- Unidades ventiladoras AHU-1, AHU-2, AHU-3, AHU-4, cada una con sus módulos de mezcla de aire, filtrado, enfriamiento, ventilador. (Ver Capítulo V).
- Difusores de aire en piso.
- Rejillas de retorno de aire a las unidades ventiladoras.
- Controles, termostatos.

CAPÍTULO IV

CONSIDERACIONES Y PARÁMETROS DE DISEÑO

4.1 Condiciones Climáticas

Las condiciones climáticas establecidas para nuestros análisis se basan en tablas publicadas por la ASHRAE, capítulo 26 en su edición 1997, del cual se presenta la descripción y la aplicación de los valores publicados.

Las condiciones del clima y el registro de temperaturas es la base diseño, que consiste en asumir los niveles de éstas en ciclos repetitivos, que se puedan dar en el futuro, en lugares donde se tienen las marcas de los últimos 12 años como mínimo.

Los valores de ambiente de bulbo seco, temperatura de rocío, temperatura de bulbo húmedo y velocidad del viento correspondientes a los varios porcentajes anuales, representan los valores que son excedidos en promedio, por el indicado porcentaje de número total de horas en un año. Los valores 0.4%, 1.0%, 2.0% y 5.0% representan porcentajes del total de horas de 1 año, que es 8760, que resulta 35, 88, 175 y 438 horas, respectivamente.

Si en nuestro caso aplicativo consideramos durante la estación de verano, la temperatura de bulbo seco para Lima es 86 °F (30°C) con un porcentaje de 0.4%

(35 horas), significa que durante el año, por 35 horas se excedió la temperatura indicada de 86 °F (30°C), 84°F (28.89°C) para un porcentaje de 1% (88 horas), esto significa que por 88 horas se excedió la temperatura de 84°F (28.89°C). La condición de porcentaje de 0.4%, es obviamente más exigente que la de 1 %; ocurre con menos frecuencia, pero otorga mayor grado de confiabilidad en el dimensionamiento de los equipos.

Los valores 99.6% y 99.0%, utilizados para el invierno, son igualmente definidos en los cuales el elemento climático es menor del 0.04% (35 horas) y menor del 1% (88 horas) respectivamente. Igualmente para Lima, durante la estación de invierno, la temperatura de diseño es de 57°F (13.89°C), con un porcentaje de 99.6% (el complemento al total de horas anuales es 35 horas), significa durante 35 horas la temperatura fue menor de 57°F (13.89°C), 58°F (14.44°C) con un porcentaje de 99% (el complemento al total de horas anuales es de 88 horas), significa durante 88 horas la temperatura fue menor de 58°F (14.44°C).

Obviamente que 57°F (13.89°C) es la condición más exigente.

El ingeniero diseñador tendrá que decidir las condiciones y probabilidades de ocurrencia que se deben utilizar en sus cálculos, dependiendo de la confiabilidad del sistema a diseñar.

Se recomienda para ubicaciones especiales de proyectos, consultar informaciones con estaciones meteorológicas locales o próximas.

Las condiciones climáticas para Lima están publicadas, en la Tabla 4-A, para invierno y la Tabla 4-B para verano, como se presenta a continuación:

Tabla 4-A Columna 1

Estación	WMO	Latitud	Longitud	Elevación	Pres. Std	Fechas
Lima	846280	12.00 S	77.12 W	42 pies	14.67 psia	8293

WMO: Número de la Estación Meteorológica Mundial que corresponde al SENHAMI

Tabla 4-A Columna 2

Calentamiento Bulbo Seco 99.6%	Calentamiento Bulbo seco 99%
57°F (13.89°C)	58 °F (14.44°C)

Bs = bulbo seco

El porcentaje es la frecuencia acumulativa de ocurrencias anuales.

Esta información es utilizada para cálculos de dimensionamiento de equipos de calentamiento en invierno.

Tabla 4-A Columna 3

Velocidad de Viento Extrema		
(1%) 24 mph	(2.5%) 20 mph	(5%) 18 mph

El porcentaje es frecuencia acumulativa de ocurrencias anuales.

Esta información es utilizada para modelar sistemas de control de humos.

Tabla 4-A Columna 4

Mes más frío WS/ MDB			
0.4 %		1 %	
WS	MDB	WS	MDB
21	62	18	63

WS: Velocidad del viento en mph

Velocidad del viento (WS) correspondiente a 0.4% y 1% de frecuencias acumulativas de ocurrencias, para el mes más frío (el promedio más bajo de temperatura de bulbo seco) y el promedio coincidente de bulbo seco.

MDB: Mediana de temperaturas de bulbo seco en grados Fahrenheit (°F). La extrema velocidad del viento para el mes más frío, con la temperatura de bulbo seco promedio coincidente.

Información utilizada para el cálculo de cargas punta, considerando la infiltración de aire.

Tabla 4-A Columna 5

MWS/MWD para Bulbo Seco			
99.6 %		0.4%	
MWS	PWD	MWS	PWD
4	170	13	170

Promedio del viento coincidente con el 99.6% de temperatura de bulbo seco en la Columna 2 y 0.4% de temperatura de bulbo seco, de la Tabla 3b.

Promedio del viento coincidente con el 99.6% de temperatura de bulbo seco en la Columna 2 y 0.4% de temperatura de bulbo seco, de la Tabla 3b.

La dirección del viento más frecuente, dado con 99.6% y 0.4% temperatura de bulbo seco, dirección en grados 360 grados al Norte, 90 grados al Este.

Información de velocidad del viento promedio, con dirección coincidente al correspondiente porcentaje de temperaturas de diseño de bulbo seco.

Tabla 4-A Columna 6

Extremos diarios en el año			
Promedio BS		Estándar BS	
Máx	Mín.	Máx.	Mín.
87	50	2.2	6.1

Promedios anuales extremos máximos y mínimos de temperatura de bulbo seco y desviaciones estándares.

La probabilidad de ocurrencia de condiciones extremas puede ser requerida en aplicaciones especiales, aparte de satisfacer las cargas térmicas de diseño.

La ASHRAE ofrece cálculos probabilísticos de retorno de ocurrencia para períodos de hasta de 100 años, que en este estudio no es aplicativo.

Tabla 4-B Columna 1. Nombre de la Estación: Estación Meteorológica "Alexander Von Humboldt" de la Universidad Nacional Agraria "La Molina"-Lima.

Tabla 4-B Columna 2

Enfriamiento BS/ MWD					
0.4 %		1 %		2%	
BS	MBH	BS	MBH	BS	MBH
86	75	84	74	82	73

Temperaturas de bulbo seco correspondientes al 0.4%, 1.0% y 2% de frecuencias acumulativas anuales de ocurrencia y el promedio coincidente de temperaturas de bulbo húmedo. Estas son condiciones que representan principalmente días calurosos soleados, Siendo los parámetros utilizados para el diseño de cálculos en aire acondicionado.

Tabla 4-B. Columna 3

Enfriamiento BH/ MBS					
0.4 %		1 %		2%	
BH	MBS	BH	MBS	BH	MBS
76	83	75	81	74	80

Temperatura de bulbo húmedo correspondientes a 0.4%, 1.0% y 2.0% de frecuencias acumulativas anuales de ocurrencias y el promedio coincidente de temperatura de bulbo seco.

Estas son condiciones de diseño en base a las temperaturas de bulbo húmedo, representando extremos de calor sensible y latente del aire exterior. Esta información es utilizada en el dimensionamiento de torres de enfriamiento, enfriadores evaporativos y aire fresco de ventilación.

Tabla 4-B Columna 4

Punto de Rocío/Promedio Coincidente BS/ Relación de humedad								
0.4 %			1 %			2%		
PR	CBS	RH	PR	PCBS	RH	PR	BS	RH
74	80	126	73	80	124	72	79	118

Temperaturas de punto de rocío correspondientes al 0.4%, 1.0% y 2.0% de frecuencias acumulativas de ocurrencias anuales y la relación de humedad en granos de agua/libra de aire seco, (calculadas para la temperatura del punto de rocío y la presión atmosférica estándar a la elevación correspondiente). 1 Lb=7000 granos

Estos valores corresponden a los extremos de relación de humedad, que representan las cargas punta de las cargas del contenido de agua en el aire.

Las condiciones extremas del punto de rocío pueden ocurrir en días de moderada temperatura de bulbo seco, dando como resultado una alta humedad relativa.

Esta información es utilizada para controles de humedad, con secadores de aire, deshumidificación por enfriamiento y aire fresco de ventilación.

Tabla 4-B Columna 5

Rango Bulbo Seco	11.5 °F (-11.39°C)

Promedio de rango diario, máxima y mínima temperatura para el mes más caluroso.

Este valor es calculado para las observaciones extremas de temperatura. La variación de rango diaria es estimada 2°F (-16.67°C) más alta, de acuerdo a las definiciones establecidas por la ASHRAE en la que da un rango de hasta 17°F (-8.88°C), en sus publicaciones anteriores, (hasta 1993) y el cual se considerará en los cálculos.

El valor del rango se incrementa cuando las zonas están más alejadas de grandes concentraciones de masas de agua y a una altura sobre el nivel del mar moderada, como pueden ser zonas del área de Chaclacayo, Chosica. Cuanto menor sea el rango, los cálculos de carga térmica se incrementarán en un ligero porcentaje, (no mayor del 3%) en los valores equivalentes de diferencia de temperaturas, en cálculos de paredes, techos, y conducción.

Recomendación

La Ashrae recomienda cautela en el uso de información climatológica, dependiendo de la fuente y del uso. Siempre existen factores de incertidumbres para el período de clima próximo, como también el área que incluye las estaciones meteorológicas.

Por ejemplo, dentro del área de Lima Metropolitana pueden existir diferentes altitudes o lugares próximos a grandes masas de vapor de agua, que pueden crear condiciones especiales no pronosticadas.

El clima como fenómeno global puede cambiar año tras año o por décadas. Dependiendo de la magnitud del proyecto se debe recurrir a los servicios de

especialistas en la materia, como son estaciones meteorológicas locales con información actualizada.

4.2 Condiciones exteriores de diseño para Lima

- Invierno Tabla 3-A 99.6 % 57°F (13.88°C).
- Verano Tabla 3-B 0.4% 86°F bs (29.44°C), 75 °F bh (23.89°C).
- Rango de temperatura diaria 17°F (9.4°C).

4.3 Condiciones de Confort

Un sistema de aire acondicionado es el control simultáneo de temperatura, humedad, movimiento de aire filtrado en el espacio o ambiente a tratar.

El sistema de aire acondicionado debe mantener las condiciones de diseño establecidas, que tienen como objetivo crear confort a los ocupantes o al proceso requerido.

El confort térmico humano está influenciado tanto por factores sicológicos, como fisiológicos, por lo que no existe un método preciso para determinar estas condiciones térmicas.

El confort térmico está influenciado por la temperatura del aire, la humedad, velocidad del aire, la actividad del cuerpo, estado de salud, edad, nutrición, sexo, cantidad de ropaje entre otros.

La ASHRAE a través de estudios sobre las reacciones humanas a la temperatura del medio ambiente, humedad y movimiento del aire, condujeron al concepto de

un parámetro empírico denominado Temperatura Efectiva, el cual es el valor, donde los efectos de temperatura, humedad y velocidad crean la misma sensación térmica.

El dibujo M-4 Carta de Temperatura Efectiva de Confort es un diagrama clásico que representa las diferentes combinaciones de temperatura, humedad, para un movimiento de aire de 15 a 25 pies/min., determinando el porcentaje de personas confortables para verano e invierno, en lugares con más de 3 horas de permanencia.

Es importante anotar que la tabla en mención fue elaborada mediante experimentos, en un lugar de 40° latitud norte. Mediante estudios experimentales se ha observado lo siguiente:

- Grupos de mujeres de todas las edades prefieren la temperatura efectiva 1°, mayor al de hombres.
- Grupos de hombres y mujeres mayores de 40 años, prefieren la temperatura efectiva 1°, por encima de personas menores de 40 años.
- Personas de diferentes grupos de edad y región geográfica prefieren temperaturas efectivas de 69° F a 73° F (20.56° C a 22.78° C).

Estas observaciones indican que un sistema de aire acondicionado debe tener la capacidad de ajuste y calibración dentro de un determinado rango de temperaturas.

Del Dibujo M-5 Carta de Confort , se puede determinar que la temperatura de 76° F (24.44°C), 50% HR, con temperatura efectiva de 70° F (21.11°C), satisface

al 98 % de los ocupantes y a modo de disponer de capacidad adicional, optamos por usar 75° F (23.89° C), 50% HR.

Del gráfico 3.2-B, se puede determinar, que para la temperatura efectiva de 70° F (21.11°C), la velocidad del aire no debe exceder de 700 pies/min.

En el diseño de sistemas de distribución bajo el piso, se han determinado por experimentación las condiciones de la temperatura de suministro de aire al ambiente, la cual es estimada entre 63° F (17.22°C) a 65° F (18.33°C), siendo la temperatura de suministro de aire de 55° F (12.78°C) para sistemas convencionales.

4.4 Recursos Energéticos Disponibles

El edificio, tema de este proyecto fue diseñado originalmente con previsiones de otorgar a los arrendatarios de sistemas de aire acondicionado, diferentes opciones a sus necesidades y preferencias, dentro del uso de suministros comunes de energía.

El edificio es provisto con los siguientes servicios:

Agua Helada por cada conducto vertical, a temperaturas de suministro de 45° F (7.2° C) y temperatura de retorno 55° F (12.78° C).

Agua Caliente, por cada conducto vertical, a temperaturas de suministro de 180° F (82.22°C) y temperatura de retorno de 160° F (71.11°C).

Ducto de aire fresco de 1800 CFM por conducto vertical, a temperaturas del ambiente externo.

Suministro Eléctrico, 230V, 3 fases, 60 Hz, por cada cuarto de máquinas.

Sistema de drenaje, en cada cuarto de máquinas.

Sistema de extracción del aire de los baños.

4.5 Terminología y Definiciones

Agua helada, agua enfriada usada como refrigerante suministrada, por la unidad enfriadora (chiller).

Aire exterior o aire fresco, aire a la temperatura del medio externo.

Aire recirculado, aire de retorno que pasa por el acondicionador antes de ser suministrado nuevamente a la habitación.

Aire de retorno aire de salida de la habitación.

Aire saturado, aire húmedo, en el cual, la presión parcial del vapor de agua es igual a la presión del vapor de agua a la temperatura existente.

Aislamiento térmico, materiales con relativa alta resistencia al flujo de calor.

Área de piso, superficie del área a acondicionar.

Caída de Presión, caída en la presión estática de un fluido debido a la fricción.

Calor específico, cantidad de calor requerido para el incremento de temperatura de una masa, para elevar la temperatura un grado.

Calor latente, cambio de entalpía durante cambios de estado.

Calor sensible, calor asociado con cambio de temperatura, sin cambio de estado.

Cambios de aire, método de expresar el aire de infiltración dentro de una habitación, en término de volúmenes equivalentes del cuarto convección y por transferencia de calor por movimiento de un fluido.

Capacidad de refrigeración total, capacidad del equipo de refrigeración de remover calor latente más el calor sensible.

Carga térmica, cantidad de calor por unidad de tiempo sometida a un sistema o flujo de calor a ser removido.

CLTD, diferencia de temperatura equivalente para calcular cargas de enfriamiento.

Coeficiente de sombra, relación de ganancia de calor solar, por una superficie vidriada bajo condiciones específicas, con la ganancia de calor solar por una luz simple de doble resistencia de vidrio, bajo las mismas condiciones.

Compuerta o Damper, dispositivo para controlar el flujo de aire.

Condensado, agua extraída de la condensación del aire en el serpentín de enfriamiento, en una máquina de refrigeración.

Conducción termal, proceso de transferencia de calor a través de un material.

Convección, transferencia de calor por movimiento de un fluido.

Deshumidificación, proceso de extracción del vapor de agua del aire, por métodos físicos o químicos.

Día de diseño, día determinado, en el cual se consideran las condiciones de temperatura para fines de cálculos.

Ducto, canalizados herméticos para el transporte del aire; comúnmente fabricados de hojalata, aluminio o planchas de acero inoxidable.

Entalpía, medida de la energía total del aire.

Factor de Bypass, fracción del caudal de aire, que pasa por el equipo acondicionador donde se considera que el aire pasa sin ser alterado o también existe el llamado factor de contacto que es igual a (1-Factor de Bypass).

Filtro, superficie para remover partículas suspendidas en un fluido.

Ganancia de Calor, calor generado dentro de un espacio.

Humedad, vapor de agua dentro de un espacio.

Humedad específica, relación de masa de agua por masa de aire seco, de una muestra de aire.

Intercambiador de Calor, equipo de transferencia de calor por medio de fluidos sin estar en contacto.

Presión estática, presión con respecto a una superficie tangencial del vector de velocidad, del flujo de fluidos.

Presión manométrica, presión por encima de la atmosférica.

Presión total, la suma de la presión estática y presión de velocidad en un punto de medida de un fluido.

Presión de Velocidad, en un fluido en movimiento, es la presión capaz de causar una velocidad equivalente al ser aplicada para mover un fluido por un orificio, de modo que toda la energía utilizada es convertida en energía cinemática.

Psicrometría, rama de la Física en relación a la medida de determinadas condiciones atmosféricas, particularmente relacionadas con la mezcla de aire húmedo.

Punto de rocío, temperatura en que la condensación de vapor de agua ocurre para una humedad y presión determinada. Temperatura correspondiente a la saturación (100% de humedad relativa) para una determinada humedad absoluta a presión constante.

Rejilla de aire, elemento diseñado para la toma o paso del aire.

Resistencia térmica, la inversa de conducción térmica.

Serpentín de enfriamiento, tubo con aletas metálicas, donde se transfiere el calor del aire al fluido que circula en el tubo.

Temperatura de bulbo húmedo, temperatura en la cual el líquido, mediante evaporación dentro del aire, puede traer el aire hacia la saturación adiabática a igual temperatura.

Temperatura de Cuarto o Sala, temperatura referida a la del espacio o ambiente a tratar.

Tonelada de refrigeración, unidad práctica equivalente a 200 Btu/min ó 12,000 Btu/h.

Velocidad de salida, velocidad promedio de descarga del aire primario, descargado por una salida de aire y medida en el plano de la salida.

Ventilador, elemento giratorio para mover el aire.

Zona, espacio o grupos de espacios, que en condiciones de confort similares, pueden ser mantenidos con un simple elemento de control.

4.6 Unidades y Factores de Conversión

Unidad	Multiplicar por	Para Obtener
Atmósfera	101.325	kPa
Btu	1.055	kJ
Btu	0.252	kcal
$\frac{Btu}{h}$	0.2931	W
$\frac{Btu}{h\ ft^2}$	3.155	$\frac{W}{M^2}$
$\frac{Btu}{h\ ft^2}$	2.712	$\frac{kcal}{M^2h}$
$\frac{Btu}{lb}$	2.326	$\frac{kJ}{kg}$
$\frac{Btu}{lb}$	0.556	$\frac{kcal}{kg}$
$\frac{Btu}{lb°F}$ (calor específico)	4.184	$\frac{kJ}{kg°K}$
$\frac{Btu.ft}{h\ ft^2\ °F}$	1.731	$\frac{W}{m°K}$
$\frac{Btu.in}{h\ ft^2\ °F}$ (conduct. Térmica)	0.1442	$\frac{W}{m°K}$
$\frac{Btu.}{h\ ft^2\ °F}$ (Coefic. Transf. U)	5.678	$\frac{W}{M^{2o}K}$
Pies/minuto	0.00508	m/s
Pulgada agua (60°F)	249	Pa
$Pies^2$	0.0929	M^2
Pie	0.3048	M
gpm	0.0631	L/s
Grano(1/7000 lb)	0.0648	G
$\frac{ft^2\ h\ °F.}{Btu}$ (Resist. térmica,R)	0.176	$\frac{m^{2o}K}{W}$
ft^3/min (CFM)	0.4719	L/s
Ton refrig. (12,000 Btu/h)	3.517	kW
Hp (550 ft lbf/s)	0.7457	kW
PSI	6.895	kPa
lb/pie^3	16.018463	kg/m^3
Pie^3	7.4805	gals

CAPÍTULO V

CÁLCULOS Y SELECCIÓN DE EQUIPOS

5.1. Cálculos de Cargas Térmicas.

5.1.1. Principios de Cargas de Enfriamiento

El concepto fundamental en cálculos de carga térmica es el balance del flujo de calor.

Existen 4 tipos de flujos de calor, cada uno con variaciones con respecto al tiempo, que aplicados a cargas de enfriamiento son:

A. Ganancia de calor del espacio

Es la ganancia de calor instantánea que ingresa al espacio o es generado dentro del espacio.

Se pueden clasificar:

a. Por el modo de ingreso:

a1. Radiación solar a través de las superficies.

a2. Conducción de calor a través de paredes, ventanas, techo y piso.

a3. Carga de conducción a través de particiones interiores.

a4. Calor interior generado por personas, artefactos de iluminación, equipos.

a5. Energía transferida por el aire de ingreso, el cual puede ser, aire de ventilación o aire de infiltración.

a6. Otras fuentes de calor.

b. Por el tipo de calor

b1. Calor Sensible, siempre y cuando no aumente el contenido de humedad en el espacio, como calor por conducción, convección y radiación.

b2. Calor Latente, si este aumenta el contenido de humedad en el espacio, como calor emitido por personas, fuentes de vapor, etc.

Es importante identificar estos valores, como también la relación de humedad que el espacio gana, para removerlo al mismo régimen, a través del serpentín de enfriamiento.

B. Carga de enfriamiento del espacio

Es el flujo de calor que debe ser evacuado para mantener las temperaturas de diseño del espacio, no siendo necesariamente la suma de todas las ganancias de calor instantáneo, debido a que algunas cargas por radiación son absorbidas por los materiales dentro del espacio, como muebles, masas del edificio, etc., que son posteriormente disipadas por convección en el espacio.

C. Extracción de calor del espacio

La extracción de calor del espacio es igual a la carga de enfriamiento, sólo en el punto, donde la temperatura del espacio permanezca constante,

debido a operaciones cíclicas de controles; esto produce ligeras oscilaciones en las temperaturas del espacio.

D. Carga del serpentín de enfriamiento

Es la capacidad de enfriamiento del serpentín, por lo tanto es la capacidad neta de la unidad a enfriar, la cual debe ser suficiente para remover el calor del espacio instantáneo de extracción y las cargas externas.

5.1.2. Métodos de Cálculo de Cargas de Enfriamiento

Existe investigación permanente de modelos matemáticos que permiten estimar la carga térmica en forma precisa, como también simplificarla para su uso práctico.

La ASHRAE en su edición 1997 describe tres métodos de cálculo que son:

- Método de Funciones de Transferencia (TFM).
- Método de Diferencia de Temperatura Equivalente Total (TETD).
- Método de Diferencia de Temperatura Equivalente (CLTD).

Estos métodos se revisarán en forma general, para describir el concepto de cada uno de ellos.

Los dos primeros son métodos típicamente computarizados, descritos con cálculos hora a hora y han ganado gran popularidad entre los programas de computadoras personales, debido a su iteración rápida con gran precisión numérica.

Es recomendable que el uso de estos programas comerciales computarizados, sean analizados por medio de verificaciones manuales, antes de su uso rutinario.

Programas diseñados por compañías comerciales como la Carrier y Trane son disponibles en discos compactos (CD Roms) y en ellos indican los métodos que están utilizando. Por decir, el programa de la Carrier utiliza el método TFM, mientras que en el programa de la Trane, el usuario puede seleccionar el método deseado.

Estos programas son actualizados periódicamente con mayor información, como opciones adicionales de cálculos de energía, condiciones de clima de mayor número de ciudades, selección de nuevos materiales, entre otros.

En el Dibujo M-6 Esquema de Métodos de Cálculos de Cargas Térmicas, se muestra en forma general los parámetros que incluye cada uno de los métodos presentados a continuación.

La suma de las ganancias de calor sensible instantáneas en un determinado momento, no es necesariamente igual a la carga de enfriamiento sensible, debido a la capacidad de almacenamiento de calor del edificio y sus componentes, tales como paredes, techos, muebles etc. que absorben primero las ganacias de calor por radiación, para luego transmitirla al espacio por convección cuando la temperatura de éstos componentes excede a la temperatura del aire del espacio.

Las ganancias de calor latente instantánea es igual a la carga de enfriamiento latente instantáneo.

A. MÉTODO DE FUNCIONES DE TRANSFERENCIA (TFM)

Este es un método adaptado a cálculos computarizados, el cual se efectúa en dos partes. En la primera parte se establecen las ganancias de calor de las diferentes fuentes y en la segunda parte las convierte en cargas térmicas para el enfriamiento. Este método es efectuado hora a hora a manera de usos de energía anual.

También, en este método se aplican una serie de factores de peso o funciones de transferencia de conducción a las varias superficies exteriores opacas y la diferencia entre la temperatura ficticia sol-aire. Además, la temperatura interior determina la ganancia de calor con la apropiada reflexión inercia-termal de dicha superficie, ganancia de calor solar y de las varias formas de ganancia de calor interno son calculadas directamente para la hora de interés.

El TFM, luego aplica una segunda serie de factores de peso o coeficientes de Transferencia de función de habitación (RTF), a las ganancias de calor y valores de cargas de enfriamiento de todos los elementos de la carga con componentes de radiación, para incluir el efecto de almacenamiento termal, convirtiendo la ganancia de calor en carga de enfriamiento.

Estas evaluaciones consideran las condiciones, tanto de la hora previa como de la actual. Los coeficientes RTF relacionan la geometría espacial, forma, masas y otras características del ambiente, para reflejar factores de variación en el efecto de almacenamiento termal por cada hora en lugar de hacerlo por promedio.

Este método fue originalmente diseñado para análisis de energía con énfasis en cálculos hora a hora, día a día y anuales de cargas de enfriamiento promedio y no cargas de enfriamiento máximas.

La ASHRAE publica bibliografía de estudios y experimentaciones que se han efectuado que respaldan la validez de este método. Como método científico es técnicamente apropiado para análisis de cargas de enfriamiento específicas, asume condiciones las 24 horas previas, las mismas que para la hora de interés.

B. MÉTODO DE DIFERENCIA DE TEMPERATURA EQUIVALENTE TOTAL Y SISTEMA DE TIEMPO PROMEDIO (TETD/TA)

Este método es de uso computarizado en dos partes: La **primera parte** determina las ganancias de calor para luego convertirlas en cargas de enfriamiento. La técnica del factor respuesta es usada con un número de ensamblados representativos de pared y techo de los cuales se derivan datos para calcular los valores TETD, como

funciones de la temperatura sol-aire y la temperatura del ambiente a calcular. Varios componentes de la ganancia de calor del espacio son calculados usando valores asociados a la TETD y el resultado se suma a las ganancias de calor de los elementos internos para obtener el valor total instantáneo de ganancia de calor del espacio.

Esta ganancia de calor es convertida en carga de enfriamiento instantánea del espacio, por la técnica del tiempo medio de los promedios de los porcentajes de radiación de las ganancias de calor de los componentes para la presente hora, con valores relacionados de un período apropiado de horas inmediatas previas. Esta técnica proporciona una manera racional de trato cuantitativo al fenómeno de almacenamiento termal. Entre las limitaciones de este método, figura la aproximación simple promedio de los componentes de carga radiante al modelo real de de flujo de calor real y también la selección de los períodos promedios son subjetivos al diseñador.

C. MÉTODO DE DIFERENCIA DE TEMPERATURA DE LA CARGA DE ENFRIAMIENTO (CLTD)

Este es un método simplificado del TFM (Método de Funciones de Transferencia), utilizando factores de diferencias de temperaturas de las cargas de enfriamiento (CLTD), factores de las cargas solares de enfriamiento (SCL) y factores de la carga interna de enfriamiento

(CLF). Este método es práctico para análisis rápidos o cálculos manuales. Aplicando los factores descritos, los cálculos se realizan en forma directa. Los factores CLTD, SCL y CLF, incluyen el efecto de retraso, en ganancias de calor conductivo a través de superficies opacas exteriores y tiempo de retardo para convertir la ganancia de calor radiante en carga de enfriamiento. De este modo con datos disponibles tabulados y el uso correcto de los factores, los resultados deben ser consistentes con el método TFM.

Entre las limitaciones de este método, se pueden mencionar que los factores CLTD y CLF tabulados, que incluyen la geometría de los espacios pueden ser restrictivos, así como los factores de peso de materiales tabulados, pueden no reflejar las prácticas vigentes de construcción, por lo que la ASHRAE mantiene investigación en datos y factores publicados.

Este método fue introducido por la ASHRAE en 1977, como un método, manual y práctico detallado, suplementario a los otros antes desarrollados. De acuerdo a la ASHRAE las simplificaciones de cálculos efectuadas, concuerdan con el Método de Funciones de Transferencia dentro de un margen de 5 % , aunque se advierte que la parte más importante en los cálculos, es la validez de las fuente de datos de información, tanto las condiciones de temperatura establecidas, como los materiales del edificio y las ganancias

internas. La ASHRAE acepta los 3 métodos en mención con la adecuada aplicación que se deja al criterio y experiencia del ingeniero.

5.1.3. Cálculos Actuales

El método de cálculos a seguir a continuación es el Método Manual CLTD, tomando como guía la publicación AHSRAE GRP-158 (1979), en el cual se desarrolló en forma íntegra y ha sido referencia en sucesivas publicaciones de la ASHRAE.

A continuación se han tabulado los factores CLTD, para una edificación convencional en la ciudad de Lima.

Parámetros de Cálculo

Carga Externa, Techo

Techo	Q = U x A x CLTD

CLTD Techo Tabla 3.8

Notas: - Corrección por color exterior.

- Corrección por temperatura exterior de bulbo seco y rango de variación diaria, Tabla 3.13.
- Corrección por temperatura interior del cuarto, Tabla 3.13.
- Factor de latitud y mes. Tabla 3.12.

Para nuestra aplicación utilizamos Techo No 6, con 6 pulgadas de concreto, sin falso techo suspendido.

Peso = 24 lbs/ft^2

U = 0.158 BTU/h.ft^2.°F

Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CLTD	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23

Hora	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
CLTD	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28

$CLTD_{CORREGIDO} = [(CLTD + LM) \times K + (78 - Tr) + (To - 85)] \times f$

LM Corrección por latitud y mes

LM para superficie horizontal

Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
LM	-1	-1	-0.5	-2.5	-5.5	-11	-5.5	-2.5	-0.5	-0.5	-1	-1

K = 1.0 (Color oscuro o claro en zona industrial)

f = Factor de ático, f = 1, si no hay ático

(78-Tr) = 78 -75 = 3

(To-85) = 77.5 - 85 = -7.5

To = 86-17/2 = 77.5

$CLTD_{CORREGIDO} = CLTD + LM + (78-Tr) + (To-85) = CLTD + LM - 4.5 = CLTD - 5.5$

Meses de Diciembre, Enero y Febrero, donde LM es igual.

Hora	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CLTDc	-4.5	-2.5	1.5	9.5	17.5	27.5	37.5	45.5	52.5	56.5	58.5

$CLTD_{CORREGIDO} = CLTD + LM + (78-Tr) + (To-85) = CLTD + LM-4.5 = CLTD-5$

Mes de Marzo

Hora	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CLTDc	-4	-2	2	10	18	28	38	46	53	57	59

Carga Externa, Pared

Pared	Q = U x A x CLTD

CLTD Pared por tipo, Tabla 3.10.

Notas: - Corrección por color exterior.

- Corrección por la temperatura exterior del bulbo seco y el rango de variación diaria, Tabla 3.13.

- Corrección por temperatura interior del cuarto, Tabla 3.13.

Factor de latitud y mes, Tabla 3.12.

Para nuestra aplicación utilizamos pared tipo C, ladrillo de 4 pulgadas.

Peso= 83 lbs/ft^2

U= 0.358 $BTU/h.ft^2.°F$

Hora	OR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CLTD	N	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10
CLTD	E	22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22
CLTD	S	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	8

CLTD	O	31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12

Hora	OR	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
CLTD	N	11	14	17	20	22	24	25	26	25	25	24	22
CLTD	E	25	27	29	29	30	30	30	29	28	27	26	24
CLTD	S	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	17	16
CLTD	O	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	35	33

$CLTD_{CORREGIDO} = [(CLTD + LM) \times K + (78 - Tr) + (To - 85)]$

LM Corrección por latitud y mes.

LM para superficie horizontal.

K = 1.0 (color oscuro o claro, en zona industrial).

K = 0.83 (para color medio, en área rural).

K = 0.65 (para color claro, en área rural)

(78-Tr) = 78 - 75 = 3

(To-85) = 77.5 - 85 = -7.5 To = 86-17/2 = 77.5

$CLTD_{CORREGIDO}$ = CLTD +LM + (78-Tr) + (To-85) = CLTD + LM-4.5

Mes		DIC	EN	FEB	MAR
LM	N	-7	-7	-6.5	-2
LM	E	-1.5	-1.5	-1	-1
LM	S	7.5	5.5	0.5	-3
LM	O	-1.5	-1.5	-1	-1

CLTD Corregido para el Mes de Diciembre

Hora	OR	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CLTD	N	-1.5	-2.5	-2.5	-2.5	-1.5	0.5	2.5	5.5	8.5	10.5	12.5
CLTD	E	6	8	10	13	16	19	21	23	23	24	24
CLTD	S	11	11	10	10	11	11	12	13	15	16	17
CLTD	O	10	8	7	6	6	6	7	8	10	14	18

CLTD Corregido para el Mes de Enero

Hora	OR	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CLTD	N	-1.5	-2.5	-2.5	-2.5	-1.5	-0.5	2.5	5.5	8.5	10.5	12.5
CLTD	E	6	8	10	13	16	19	21	23	23	24	24
CLTD	S	9	9	8	8	9	9	10	11	13	14	15
CLTD	O	10	8	7	6	6	6	7	8	10	14	18

CLTD Corregido para el Mes de Febrero

Hora	OR	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CLTD	N	-1	-2	-2	-2	-1	0	3	6	9	11	13
CLTD	E	6.5	8.5	10.5	13.5	16.5	19.5	21.5	23.5	23.5	24.5	24.5
CLTD	S	4	4	3	3	4	4	5	6	8	9	10
CLTD	O	10.5	8.5	7.5	6.5	6.5	6.5	7.5	8.5	10.5	14.5	18.5

CLTD Corregido para el Mes de Marzo

Hora	OR	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CLTD	N	3.5	2.5	2.5	2.5	3.5	4.5	7.5	10.5	13.5	15.5	17.5
CLTD	E	6.5	8.5	10.5	13.5	16.5	19.5	21.5	23.5	23.5	24.5	24.5
CLTD	S	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	2.5	4.5	5.5	6.5
CLTD	O	10.5	8.5	7.5	6.5	6.5	6.5	7.5	8.5	10.5	14.5	18.5

Carga Externa, Conducción del Vidrio

Conducción de Vidrio	Q = U x A x CLTD

CLTD Pared por tipo. Tabla 3.23

Notas: - Corrección por temperatura exterior de bulbo seco y rango de variación diaria, Tabla 3.13

- Corrección por temperatura interior del cuarto, Tabla 3.13.

Para nuestra aplicación utilizamos vidrio aislante doble.

U= 0.5 BTU/h.ft^2.°F

Hora	OR	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CLTD	N	0	2	4	7	9	12	13	14	14	13	12

$CLTD_{CORREGIDO} = CLTD + (78-Tr) + (To-85)$

$(78-Tr) = 78 - 75 = 3$

$(To-85) = 77.5 - 85 = -7.5$ $\quad To = 86 - 17/2 = 77.5$

$CLTD_{CORREGIDO} = CLTD + (78-Tr) + (To-85) = CLTD - 4.5$

$CLTD_{CORREGIDO}$

Hora	OR	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CLTD	N	-4.5	-2.5	-0.5	2.5	4.5	7.5	8.5	9.5	9.5	8.5	7.5

Carga Solar del Vidrio

Carga Solar del Vidrio	Q = A x SC x SHGF x CLF

SC: Coeficiente de sombra del vidrio, (Shading Coefficient).

Tablas 3.17 - 3.22, para cortinajes, el factor del vidrio. Sólo es recomendable utilizar datos del fabricante.

SHGF: Factor de ganancia del calor solar o factor de máxima ganancia de calor solar (Solar Heat Gain Factor), Tabla 3.25.

CLF : Factor de carga de enfriamiento (Cooling Load Factor).

Datos del SHGF, Máxima ganancia de calor solar; 12° Latitud Sur.

	N	S	E	O
Diciembre	40	75	204	204
Enero	41	63	207	207
Febrero	142	42	218	218

Marzo	73	37	229	229

Factores de Carga de Enfriamiento (CLF) con cortinaje interior.

Hora	OR	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CLF	N	0.23	0.38	0.58	0.75	0.83	0.8	0.68	0.5	0.35	0.27	0.19
CLF	E	0.8	0.76	0.62	0.41	0.27	0.24	0.22	0.2	0.17	0.14	0.11
CLF	S	0.65	0.73	0.8	0.86	0.89	0.89	0.86	0.82	0.75	0.78	0.91
CLF	O	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.31	0.53	0.72	0.82	0.81	0.61

Factores de Carga de Enfriamiento (CLF) sin cortinaje interior

Hora	OR	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CLF	N	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.35
CLF	E	0.46	0.53	0.59	0.65	0.7	0.74	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79
CLF	S	0.44	0.5	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21
CLF	O	0.1	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.4	0.5	0.56	0.55

R = Techo	R
1. Superficie Interior	0.61
2. Superficie de Yeso	0.56
3. 6 " Concreto Ligero	6.66
4. Superficie Exterior	0.17
Total	8.0

U = 1/8 = 0.125

R = Pared	R
1. Superficie Interior	0.68
2. Ladrillo común 8"	0.8
3. Acabado de Concreto Ligero	1.07
4. Superficie Exterior	0.17
Total	3.28

U = 3/28 = 0.304

Hoja de Entrada de Datos para Cálculos de Carga Térmica

Zona	Espacio	Área FT^2	Techo FT^2	OR	Pared FT^2	Vidrio FT^2	P	Il W/SF	E W/SF	Part. FT^2	Infilt CFM
01	Off 01	18x11	18x11	N	18x12	7x4	3	2	2	-	
				E	11x12	7x4					
02	Off 02	15x11	15x11	N	15x12	3.5x4	2	2	2		
03	Off 03 AL 012	100x11	100x11	N	100x12	14x10	10	2	2		
04	Confer.	26x111	26x11	N	26x12	14x3	15	2	1		
05	Off 14-15	25x11	25x11	N	25x12	14x2	6	2	2		
06	Off 16	18x11	18x11	N	18x12	7x4	3	2	2		
				W	11x12	7x4					
07	Off17,19, 21,25,27, 29	60x13	60x13	W	60x12	14x6	18	2	2		
08	Off18,20, 22,24,26, 28	60x13	60x13	W	60x12	28x6	18	2	2		
09	D-23	52x13	52x13	W	52x12	34x4	10	2	1		
10	Off 30	18x11	18x11	S	18x12	7x4	3	2	2		
				W	11x12	7x4					
11	Off 31-32	25x11	25x11	S	25x12	14x2	6	2	2		
12	Confer.	26x11	26x11	S	26x12	14x3	15	2	1		
13	Off 34 AL 43	100x11	100x11	S	100x12	14x10	10	2	2		
14	Off 44	15x11	15x11	S	15x12	14	2	2	2		
15	Off 45	18x11	18x11	E	11x12	28	3	2	2		
				S	18x12	28					
16	Off46,48, 50,54,56, 58	60x13	60x13	E	60x12	14x6	18	2	2		
17	Off47,49, 51,53,55, 57	60x13	60x13	E	60x12	28x6	18	2	2		
18	D-52	52x13	52x13	E	52x12	34x4	10	2	1		
19	Off Inter. 59,61,63, 63A,64, 65,66,68	12,696	12,696	-	-	-	130	2	2		
20	Corredor	8,788	8,788	-	-	-	-	2	1		
21	Confer. 60,62,67	210x3	210x3	-	-	-	30	2	1		
22	(2) CopI	224	224	-	-	-	4	2	10		
23	(2) CocI	332	332	-	-	-	4	2	5		
24	(2)CopII	266	266	-	-	-	4	2	10		
25	(2)CocII	170	170	-	-	-	4	2	5		
Total	Block	32,022	32,022	N	202x12	280	250	2	1.8		336
				E	194x12	444					
				S	202x12	280					
				O	194x12	444					

La información de la Hoja de Entrada de Datos se obtiene de los planes de arquitectura de las diferentes zonas, como están representadas en el Dibujo M-7 Edificio ABC Sexto Piso – Zona de Cálculos.

Dibujo M-8 Edificio ABC Sexto Piso – Distribución de Aire muestra las rejillas de distribución con el caudal de aire de diseño en CFM, con los termostatos que controlan las compuertas automáticas de las rejillas difusoras.

Dibujo M-9 Edificio ABC Sexto Piso – Retorno de Aire, muestra las rejillas de retorno de aire con los ductos de transferencia de las zonas servidas a los espacios abiertos que finalmente retorna a las Unidades Ventiladoras en los Cuartos de Máquinas

Hoja de Cálculo No 1
Condiciones de Diseño **Ambiente: Bloque Total** Fecha: 28-10-02
Lima Área : 32,022 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes: Febrero Hora: 18:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	CLTD$_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	32,022	0.125	58.5	234,161		15	60,041
Pared N	2,144	0.304	13	8,473		15	9,777
Pared E	1,884	0.304	24.5	14,032		15	8,591
Pared S	2,144	0.304	10	6,518		15	9,777
Pared O	1,884	0.304	18.5	10,596		15	8,591
Vidrio N	280	0.50	7.5	1,050		15	2,100
Vidrio E	444	0.50	7.5	1,665		15	3,330
Vidrio S	280	0.50	7.5	1,050		15	2,100
VidrioO	444	0.50	7.5	1,665		15	3,330
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
372	15	6,022

6,026
Pérdida de Calor Total 113,663

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N	280	0.4	142	0.19	3,022
Vidrio E	444	0.4	218	0.11	4,259
Vidrio S	280	0.4	42	0.91	4,281
VidrioO	444	0.4	218	0.61	23,617

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	64,044	8:00	10	1.25x0.8	0.83	181,264
Equipo	48,033				1.00	163,793

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	250			230	1.00	57,500

Calor total Sensible Btu/h	716,946

	Cant.	Q_L(Btu/h/ Persona)	Q Btu/h
Personas	250	190	47,500

Calor total Latente Btu/h	47,500

Calor total Total de Ambiente Btu/h	764,446

Aire Exterior		
Cantidad de Personas	CFM/Persona	CFM
250	20	5,000

Calor Sensible Aire Exterior	
5,000 CFMx1.08x (86-77)	48,600

Calor Latente Aire Exterior	
5,000 CFMx(60/13.5) (38.5-30.4)	180,000

CALOR TOTAL BTU/H	993,046
Toneladas de Refrigeración	82.75

Hoja de Cálculo No 2
Condiciones de Diseño **Ambiente: Bloque Total** Fecha: 28-10-02
Lima Área : 32,022 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Enero Hora: 17:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	$CLTD_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	32,022	0.125	56.5	226,155		15	60,041
Pared N	2,144	0.304	10.5	6,844		15	9,777
Pared E	1,884	0.304	24	13,746		15	8,591
Pared S	2,144	0.304	14	9,125		15	9,777
Pared O	1,884	0.304	14	8,018		15	8,591
Vidrio N	280	0.50	8.5	1,190		15	2,100
Vidrio E	444	0.50	8.5	1,887		15	3,330
Vidrio S	280	0.50	8.5	1,190		15	2,100
Vidrio O	444	0.50	8.5	1,887		15	3,330
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
372	15	6,026

6,026
Pérdida de Calor Total 113,663

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N	280	0.4	41	0.27	1,240
Vidrio E	444	0.4	207	0.14	5,147
Vidrio S	280	0.4	63	0.78	5,504
VidrioO	444	0.4	207	0.81	29,778

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	64,044	8:00	10	1.25x0.8	0.81	176,896
Equipo	48,033				1.00	163,793

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	250			230	1.00	57,500

Calor total Sensible Btu/h	709,900

	Cant.	Q_L(Btu/h/ Persona)	Q Btu/h
Personas	250	190	47,500

Calor total Latente Btu/h	47,500

Calor total Total de Ambiente Btu/h	757,400

Hoja de Cálculo No 3 (Zona 01)
Condiciones de Diseño **Oficina 01** Fecha: 28-10-02
Lima Área : 18 x 11 = 198 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 17:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	$CLTD_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	198	0.125	56.5	1,398		15	371
Pared N	188	0.304	11	629		15	857
Pared E	104	0.304	24.5	775		15	474
Pared S							
Pared O							
Vidrio N	28	0.50	8.5	119		15	210
Vidrio E	28	0.50	8.5	119		15	210
Vidrio S							
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
15	15	243

243
Pérdida de Calor Total 2,368

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N	28	0.4	142	0.27	429
Vidrio E	28	0.4	218	0.14	342
Vidrio S					
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	396	8:00	9	1.25x0.8	0.81	1,094
Equipo	396				1.00	1,350

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	3			230	1.00	690

Calor total Sensible Btu/h	6,945

Hoja de Cálculo No 4 (Zona 02)
Condiciones de Diseño **Oficina 02** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 15 x 11 = 165 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 17:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	$CLTD_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	165	0.125	56.5	1,398		15	309
Pared N	137	0.304	11	458		15	625
Pared E							
Pared S							
Pared O							
Vidrio N	28	0.50	8.5	119		15	210
Vidrio E							
Vidrio S							
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
12	15	194

	194
Pérdida de Calor Total	1,338

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N	28	0.4	142	0.27	429
Vidrio E					
Vidrio S					
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	330	8:00	9	1.25x0.8	0.81	911
Equipo	330				1.00	1,125

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	2			230	1.00	460

Calor total Sensible Btu/h	4,667

Hoja de Cálculo No 5 (Zona 03)
Condiciones de Diseño **Oficinas Típicas 03-12** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 100 x 11 = 1100 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 18:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	CLTD$_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	1100	0.125	58.5	8,044		15	2,063
Pared N	1060	0.304	13	4,189		15	4,834
Pared E							
Pared S							
Pared O							
Vidrio N	140	0.50	7.5	525		15	1,050
Vidrio E							
Vidrio S							
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
83	15	1,345

1,345
Pérdida de Calor Total 9,292

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N	140	0.4	142	0.19	1,511
Vidrio E					
Vidrio S					
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	2,200	8:00	10	1.25x0.8	0.83	6,227
Equipo	2,200				1.00	7,502

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	10			230	1.00	2,300

Calor total Sensible Btu/h	30,298

Hoja de Cálculo No 6 (Zona 04)
Condiciones de Diseño **Sala de Conferencias** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 26 x 11 = 286 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 18:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	CLTD$_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	286	0.125	58.5	2,091		15	536
Pared N	270	0.304	13	1,067		15	1,231
Pared E							
Pared S							
Pared O							
Vidrio N	42	0.50	7.5	158		15	315
Vidrio E							
Vidrio S							
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
21	15	340

	340
Pérdida de Calor Total	2,422

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N	42	0.4	142	0.19	453
Vidrio E					
Vidrio S					
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	572	8:00	10	1.25x0.8	0.83	1,619
Equipo	286				1.00	975

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	15			230	1.00	3,450

Calor total Sensible Btu/h	9,813

Hoja de Cálculo No 7 (Zona 05)
Condiciones de Diseño **Oficinas 14-15**
Lima

Fecha: 28-10-02
Area : 25 x 11 = 275 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Marzo Hora: 18:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	$CLTD_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	275	0.125	59	2,028		15	516
Pared N	272	0.304	17.5	1,447		15	1,240
Pared E							
Pared S							
Pared O							
Vidrio N	28	0.50	7.5	105		15	210
Vidrio E							
Vidrio S							
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
21	15	340

	340
Pérdida de Calor Total	2,306

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N	28	0.4	73	0.19	155
Vidrio E					
Vidrio S					
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	550	8:00	10	1.25x0.8	0.83	1,557
Equipo	550				1.00	1,876

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	6			230	1.00	1,380

Calor total Sensible Btu/h	8,548

Hoja de Cálculo No 8 (Zona 06)
Condiciones de Diseño **Oficina 16** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 18 x 11 = 198 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 17:00 PM

Ganancia de Calor por Conducción						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	$CLTD_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	198	0.125	56.5	1,398		15	371
Pared N	188	0.304	11	629		15	857
Pared E							
Pared S							
Pared O	104	0.304	14.5	458		15	474
Vidrio N	28	0.50	8.5	119		15	210
Vidrio E							
Vidrio S							
Vidrio O	28	0.50	8.5	119		15	210
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
15	15	243

	243
Pérdida de Calor Total	2,365

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N	28	0.4	142	0.27	429
Vidrio E					
Vidrio S					
Vidrio O	28	0.4	218	0.81	1,978

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	396	8:00	9	1.25x0.8	0.81	1,094
Equipo	396				1.00	1,350

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	3			230	1.00	690

Calor total Sensible Btu/h	8,264

Hoja de Cálculo No 9 (Zona 07)
Condiciones de Diseño **Oficinas 17, 19, 21, 25, 27, 29** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 60 x 13 = 780 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 17:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	$CLTD_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	780	0.125	56.5	5,509		15	1,463
Pared N							
Pared E							
Pared S							
Pared O	636	0.304	14.5	2,803		15	2,900
Vidrio N							
Vidrio E							
Vidrio S							
Vidrio O	84	0.50	8.5	357		15	630
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
59	15	956

956
Pérdida de Calor Total 5,949

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E					
Vidrio S					
Vidrio O	84	0.4	218	0.81	5,933

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	1,560	8:00	9	1.25x0.8	0.81	4,309
Equipo	1,560				1.00	5,320

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	18			230	1.00	4,140

Calor total Sensible Btu/h	28,371

Hoja de Cálculo No 10 (Zona 08)
Condiciones de Diseño **Oficinas 18, 20, 22, 24, 26, 28** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 60 x 13 = 780 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 17:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion					Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	$CLTD_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h	ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	780	0.125	56.5	5,509	15	1,463
Pared N						
Pared E						
Pared S						
Pared O	552	0.304	14.5	2,433	15	2,517
Vidrio N						
Vidrio E						
Vidrio S						
Vidrio O	168	0.50	8.5	714	15	1,260
Partición						

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
59	15	956

956
Pérdida de Calor Total 6,196

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E					
Vidrio S					
Vidrio O	168	0.4	218	0.81	11,866

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	1,560	8:00	9	1.25x0.8	0.81	4,309
Equipo	1,560				1.00	5,320

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	18			230	1.00	4,140

Calor total Sensible Btu/h	34,291

Hoja de Cálculo No 11 (Zona 09)
Condiciones de Diseño **Sala de Visitas 23** Fecha: 28-10-02
Lima Área : 52 x 13 = 676 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 17:00 PM

Ganancia de Calor por Conducción						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	$CLTD_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	676	0.125	56.5	4,774		15	1,268
Pared N							
Pared E							
Pared S							
Pared O	488	0.304	14.5	2,151		15	2,225
Vidrio N							
Vidrio E							
Vidrio S							
Vidrio O	136	0.50	8.5	578		15	1,020
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
51	15	826

826
Pérdida de Calor Total 5,339

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E					
Vidrio S					
Vidrio O	136	0.4	218	0.81	9,606

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	1,352	8:00	9	1.25x0.8	0.81	3,734
Equipo	676				1.00	2,305

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	10			230	1.00	2,300

Calor total Sensible Btu/h	25,448

Hoja de Cálculo No 12 (Zona 10)
Condiciones de Diseño **Oficina 30**
Lima

Fecha: 28-10-02
Area : 18 x 11 = 198 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Diciembre Hora: 17:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion					Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	CLTD$_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h	ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	198	0.125	56.5	1,398	15	371
Pared N						
Pared E						
Pared S	188	0.304	16	914	15	857
Pared O	104	0.304	14	443	15	474
Vidrio N						
Vidrio E						
Vidrio S	28	0.50	8.5	119	15	210
Vidrio O	28	0.50	8.5	119	15	210
Partición						

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
15	15	243

243
Pérdida de Calor Total 2,365

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E					
Vidrio S	28	0.4	75	0.78	655
Vidrio O	28	0.4	204	0.81	1,851

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	396	8:00	9	1.25x0.8	0.81	1,094
Equipo	396				1.00	1,350

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	3			230	1.00	690

Calor total Sensible Btu/h	8,633

Hoja de Cálculo No 13 (Zona 11)
Condiciones de Diseño **Oficinas 31, 32** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 25 x 11 = 275 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Diciembre Hora: 18:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	CLTD$_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	275	0.125	58.5	2,011		15	516
Pared N							
Pared E							
Pared S	188	0.304	16	1,406		15	1,240
Pared O							
Vidrio N							
Vidrio E							
Vidrio S	28	0.50	8.5	105		15	210
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
21	15	340

340
Pérdida de Calor Total 2,306

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E					
Vidrio S	28	0.4	75	0.91	764
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	550	8:00	10	1.25x0.8	0.83	1,557
Equipo	550				1.00	1,876

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	6			230	1.00	1,380

Calor total Sensible Btu/h	9,099

Hoja de Cálculo No 14 (Zona 12)
Condiciones de Diseño **Sala de Conferencias** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 26 x 11 = 286 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Diciembre Hora: 18:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	$CLTD_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	286	0.125	58.5	2,091		15	536
Pared N							
Pared E							
Pared S	270	0.304	16	1,395		15	1,231
Pared O							
Vidrio N							
Vidrio E							
Vidrio S	42	0.50	8.5	158		15	315
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
21	15	340

340
Pérdida de Calor Total 2,422

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E					
Vidrio S	42	0.4	75	0.91	1,147
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	572	8:00	10	1.25x0.8	0.83	1,619
Equipo	286				1.00	975

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	6			230	1.00	3,450

Calor total Sensible Btu/h	10,835

Hoja de Cálculo No 15 (Zona 13)
Condiciones de Diseño **Oficinas Típicas 34-43** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 100 x 11 = 1,100 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Diciembre Hora: 18:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	$CLTD_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	1,100	0.125	58.5	8,044		15	2,063
Pared N							
Pared E							
Pared S	1,060	0.304	17	5,478		15	4,834
Pared O							
Vidrio N							
Vidrio E							
Vidrio S	140	0.50	8.5	525		15	1,050
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
83	15	1,345

1,345
Pérdida de Calor Total 9,292

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E					
Vidrio S	140	0.4	75	0.91	3,822
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	2,200	8:00	10	1.25x0.8	0.83	6,227
Equipo	2,200				1.00	7,502

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	10			230	1.00	2,300

Calor total Sensible Btu/h	33,898

Hoja de Cálculo No 16 (Zona 14)
Condiciones de Diseño **Oficina 44**
Lima

Fecha: 28-10-02
Area : 15 x 11 = 165 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Diciembre Hora: 18:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	CLTD$_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	165	0.125	58.5	1,207		15	309
Pared N							
Pared E							
Pared S	166	0.304	17	858		15	757
Pared O							
Vidrio N							
Vidrio E							
Vidrio S	14	0.50	7.5	53		15	105
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
83	15	194

194
Pérdida de Calor Total 1,365

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E					
Vidrio S	14	0.4	75	0.91	382
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	330	8:00	10	1.25x0.8	0.83	934
Equipo	330				1.00	1,125

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	2			230	1.00	460

Calor total Sensible Btu/h	5,019

Hoja de Cálculo No 17 (Zona 15)
Condiciones de Diseño **Oficina 45** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 18 x 11 = 198 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Diciembre Hora: 18:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	CLTD$_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	198	0.125	58.5	1,448		15	371
Pared N							
Pared E	104	0.304	24.5	775		15	474
Pared S	88	0.304	17	972		15	857
Pared O							
Vidrio N							
Vidrio E	28	0.50	7.5	105		15	210
Vidrio S	28	0.50	7.5	105		15	210
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
15	15	243

	243
Pérdida de Calor Total	2,365

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E	28	0.4	204	0.11	251
Vidrio S	28	0.4	75	0.91	764
VidrioO					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	396	8:00	9	1.25x0.8	0.83	1,121
Equipo	396				1.00	1,350

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	3			230	1.00	690

Calor total Sensible Btu/h	7,581

Hoja de Cálculo No 18 (Zona 16)
Condiciones de Diseño **Oficinas 46, 48, 50, 54, 56, 58** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 60 x 13 = 780 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 17:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	CLTD$_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	198	0.125	56.5	5,509		15	1,463
Pared N							
Pared E	636	0.304	24.5	4,737		15	2,900
Pared S							
Pared O							
Vidrio N							
Vidrio E	84	0.50	8.5	357		15	630
Vidrio S							
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
59	15	956

956
Pérdida de Calor Total 5,949

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E	84	0.4	218	0.14	1,025
Vidrio S					
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	1,560	8:00	9	1.25x0.8	0.81	4,309
Equipo	1,560				1.00	5,320

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	18			230	1.00	4,140

Calor total Sensible Btu/h	25,397

Hoja de Cálculo No 19 (Zona 17)
Condiciones de Diseño **Oficinas 47, 49, 51, 53, 55, 57** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 60 x 13 = 780 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 17:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	$CLTD_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	198	0.125	56.5	5,509		15	1,463
Pared N							
Pared E	552	0.304	24.5	4,111		15	2,517
Pared S							
Pared O							
Vidrio N							
Vidrio E	168	0.50	8.5	714		15	1,260
Vidrio S							
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
59	15	956

956
Pérdida de Calor Total 6,196

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E	168	0.4	218	0.14	2,050
Vidrio S					
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	1,560	8:00	9	1.25x0.8	0.81	4,309
Equipo	1,560				1.00	5,320

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	18			230	1.00	4,140

Calor total Sensible Btu/h	26,153

Hoja de Cálculo No 20 (Zona 18)
Condiciones de Diseño **Sala de Visitas** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 52 x 13 = 676 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 17:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	CLTD$_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	676	0.125	56.5	4,774		15	1,268
Pared N							
Pared E	488	0.304	24.5	3,635		15	2,225
Pared S							
Pared O							
Vidrio N							
Vidrio E	136	0.50	8.5	578		15	1,020
Vidrio S							
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
51	15	826

826
Pérdida de Calor Total 5,339

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E	136	0.4	218	0.14	1,660
Vidrio S					
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	1,352	8:00	9	1.25x0.8	0.81	4,309
Equipo	676				1.00	2,305

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	10			230	1.00	2,300

Calor total Sensible Btu/h	18,986

Hoja de Cálculo No 21 (Zona 19)
Condiciones de Diseño **Módulos 59, 61, 63, 63A, 64, 65 , 66, 68** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 12,696 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 18:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	$CLTD_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	12,696	0.125	58.5	92,840		15	23,805
Pared N							
Pared E							
Pared S							
Pared O							
Vidrio N							
Vidrio E							
Vidrio S							
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
0		0

Pérdida de Calor Total 23,805

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E					
Vidrio S					
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	25,392	8:00	10	1.25x0.8	0.83	71,867
Equipo	25,392				1.00	86,587

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	87			230	1.00	29,900

Calor total Sensible Btu/h	281,194

Hoja de Cálculo No 22 (Zona 20)
Condiciones de Diseño **Corredores**
Lima

Fecha: 28-10-02
Area : 8,788 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 18:00 PM

Ganancia de Calor por Conducción						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	$CLTD_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	8,788	0.125	58.5	64,262		15	16,478
Pared N							
Pared E							
Pared S							
Pared O							
Vidrio N							
Vidrio E							
Vidrio S							
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
0		0

Pérdida de Calor Total 16,478

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E					
Vidrio S					
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	17,576	8:00	10	1.25x0.8	0.83	49,745
Equipo	8,788				1.00	29,968

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	0			230	1.00	0

Calor total Sensible Btu/h	143,975

Hoja de Cálculo No 23 (Zona 21)
Condiciones de Diseño **Sala de Conferencias** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 62 x 10 = 620 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 18:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	CLTD$_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	620	0.125	58.5	4,534		15	1,163
Pared N							
Pared E							
Pared S							
Pared O							
Vidrio N							
Vidrio E							
Vidrio S							
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
0		0

Pérdida de Calor Total 1,163

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E					
Vidrio S					
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	1,240	8:00	10	1.25x0.8	0.83	3,510
Equipo	620				1.00	2,114

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	30			230	1.00	6,900

Calor total Sensible Btu/h	17,058

Hoja de Cálculo No 24 (Zona 22)
Condiciones de Diseño **(2) Salas de Copias tipo I** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 22.4 x 10 = 224 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 18:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	$CLTD_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	224	0.125	58.5	1,638		15	420
Pared N							
Pared E							
Pared S							
Pared O							
Vidrio N							
Vidrio E							
Vidrio S							
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
0		0

Pérdida de Calor Total 420

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E					
Vidrio S					
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	448	8:00	10	1.25x0.8	0.83	1,268
Equipo	2,240				1.00	7,639

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	2			230	1.00	460

Calor total Sensible Btu/h	11,005

Hoja de Cálculo No 25 (Zona 23)
Condiciones de Diseño **(2) Salas de Cocinas tipo I** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 33.2 x 10 = 332 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 18:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	$CLTD_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	332	0.125	58.5	2,428		15	623
Pared N							
Pared E							
Pared S							
Pared O							
Vidrio N							
Vidrio E							
Vidrio S							
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
0		0

Pérdida de Calor Total 623

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E					
Vidrio S					
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	664	8:00	10	1.25x0.8	0.83	1,879
Equipo	1,660				1.00	5,661

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	2			230	1.00	460

Calor total Sensible Btu/h	10,428

Hoja de Cálculo No 26 (Zona 24)
Condiciones de Diseño **(2) Salas de Copias tipo II** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 26.6 x 10 = 266 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 18:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	$CLTD_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	266	0.125	58.5	1,945		15	499
Pared N							
Pared E							
Pared S							
Pared O							
Vidrio N							
Vidrio E							
Vidrio S							
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
0		0

Pérdida de Calor Total 499

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E					
Vidrio S					
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	532	8:00	10	1.25x0.8	0.83	1,506
Equipo	2,660				1.00	9,071

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	2			230	1.00	460

Calor total Sensible Btu/h	12,982

Hoja de Cálculo No 27 (Zona 25)
Condiciones de Diseño **(2) Salas de Cocinas tipo II** Fecha: 28-10-02
Lima Area : 33.2 x 10 = 332 Pies^2

	Verano		Invierno
	Tbs °F	Tbh °F	Tbs °F
Exterior	86	75	57
Interior	75	50% HR	72

Cálculo de Carga Máxima Mes : Febrero Hora: 18:00 PM

Ganancia de Calor por Conduccion						Pérdida de Calor Invierno	
	Area Ft^2	U Btu/h.Ft^2.°F	CLTD$_{CORR}$ ó ΔT °F	Q Btu/h		ΔT °F	Q= UxAxΔT
Techo	170	0.125	58.5	1,243		15	319
Pared N							
Pared E							
Pared S							
Pared O							
Vidrio N							
Vidrio E							
Vidrio S							
Vidrio O							
Partición							

Pérdida de Calor por Infiltración		
CFM	ΔT °F	Q 1.08xCFMxΔT
0		0

Pérdida de Calor Total 319

Ganancia de Calor Solar					
	Area Ft^2	Factor Sombra	Máx SHG Btu/h.Ft^2	CLF	Q Btu/h
Vidrio N					
Vidrio E					
Vidrio S					
Vidrio O					

	Watts	Hora Inicio	Horas Perm.	FB FU	CLF	Q Btu/h
Iluminac.	340	8:00	10	1.25x0.8	0.83	962
Equipo	850				1.00	2,899

	Cant.	Hora Inicio	Horas Perm.	Qs(Btu/h/ Persona)	CLF	Q Btu/h
Personas	2			230	1.00	460

Calor total Sensible Btu/h	5,564

5.1.4. Dimensionamiento de Equipos.

Los equipos a seleccionar son:

- **Las unidades ventiladoras centrales (UVC)**, para lo cual se tiene que establecer la capacidad a cubrir con respecto a la carga total del sistema.

  De los cálculos del sistema total o también llamado de bloque, se obtuvo:

Carga de calor térmica de sala o ambiente	Sistema	Por cada UVC 1-4
Sensible, Btu/h	716,946	179,237
Latente, Btu/h	47,500	11,875
Total, Btu/h	764,446	191,112
Relación de Calor Sensible Q_S / Q_T		0.94

Suministro de aire por cada UVC, que llamaremos UVC-1

CFM UVC-1 = QS / 1.08 (TE-TS) = 179,237 / 1.08 (80^oF-65^oF) = 11,064 CFM

CFM UVC-1 Diseño = 11,000 CFM

Esta es la cantidad de aire que se tiene que suministrar al ambiente, por cada una de las 4 unidades. En la siguiente sección se explicará con más detalle, el balance de aire en los diferentes componentes de la unidad central ventiladora.

- **Difusores de Aire**

El sistema de suministro de aire a cada ambiente, se calcula considerando la carga de calor sensible máxima, con la temperatura de suministro o entrada, T_E = 65°F (18.33° C) y la temperatura de salida, T_S = 80°F (26.67° C).

La capacidad máxima de los difusores de caudal variable es 150 CFM, por recomendación del fabricante.

Zona	**Designación**	**Calor Sensible Btu/h**	**Cálculo CFM** Qs/1.08(80-65)	Mínimo **N° de Difusores** (150 CFMc/u máximo)	CFM Actual/ Difusor	Actual CFM TOTAL
01	Oficina 1	6,945	429	3	145	435
02	Oficina 2	4,667	288	2	145	290
03	Oficina Típica 3-12	30,300	1,870	20	95	1,900
04	Sala de Conferencia	9,813	606	5	125	625
05	Oficina 14-15	8,548	528	4	135	540
06	Oficina 16	8,264	510	4	130	520
07	Of. 17,19,21,25,27,29	28,371	1,751	12	150	1,800
08	Of. 18,20,22,24,26,28	34,291	2,117	18	120	2,160
09	Sala de Visitas 23	25,448	1,571	12	135	1,620
10	Oficina 30	8,633	533	4	135	540
11	Oficinas 31, 32	9,100	562	4	145	580
12	Sala de Conferencia	10,835	670	5	135	675
13	Oficina Típica 34-43	33,900	2,095	20	110	2,200
14	Oficina 44	5,020	310	3	105	315
15	Oficina 45	7,581	468	4	120	480
16	Of. 46,48,50,54,56,58	25,397	1,568	12	135	1,620
17	Of. 47,49,51,53,55,57	26,153	1,614	12	140	1,680
18	Sala de Visitas 52	18,986	1,172	10	120	1,200
19	Módulos 59,61,64,65,66	281,194	17,358	120	145	17,400
20	Corredores	143,975	8,887	64	140	8,960
21	Sala de Conferencia (3)	17,060	1,053	9	120	1,080
22	(2) Salas de Copias I	11,005	680	6	115	690
23	(2) Salas de Cocinas I	10,428	644	6	110	660
24	(2) Salas de Copias II	12,982	801	6	135	810
25	(2) Salas de Cocina II	5,564	343	4	90	360

5.2. Selección de la Unidad Ventiladora.

5.2.1. Consideraciones Generales

Para el acondicionamiento del aire a ser distribuido en el espacio bajo piso, se ha optado por la selección de unidades centrales, lo cual permitirá el ensamblaje de los diferentes componentes necesarios al proceso requerido del aire.

Las funciones desarrolladas por la unidad central son las siguientes:

1. Mezclar el aire exterior con parte del aire de recirculación.
2. Filtrar la mezcla.
3. Precalentamiento si es requerido.
4. Humidificación si es requerida.
5. Enfriamiento y deshumidificación.
6. Temperado del aire a 63°F (17.22°C), con mezcla con parte del aire de recirculación.
7. Impulsión del aire, por medio del ventilador.
8. Atenuación del sonido si es requerido.

Cada una de estas funciones, que en algunas circunstancias son opcionales, requiere de un módulo único, que son ofrecidos por el fabricante, bajo responsabilidad de la unidad en conjunto.

Las unidades centrales de tipo comercial vienen por tamaños, con rangos de capacidad por caudal de aire y presión estática del aire a suministrar, por lo que se elegirá el tamaño dentro de un rango adecuado.

De acuerdo a la infraestructura existente se tienen las siguientes consideraciones:

- Las unidades se instalarán en las 4 salas de máquinas designadas para este propósito, por lo que la capacidad total del sistema dependerá de 4 unidades centrales independientes.
- Está previsto el suministro de agua fría para los serpentines de enfriamiento, con Temperatura de suministro, $T_{S\ AGUA}$ = 45° F (7.22°C), y Temperatura de retorno, $T_{R\ AGUA}$ = 55° F (12.78°C).
- Está previsto el suministro de aire fresco de ventilación, para cada unidad central.
- Existe disponibilidad de carga eléctrica para calefacción, en caso de ser requerida.
- El sistema permite incrementar la capacidad de cada unidad, con el fin de tener una reserva, en caso que sea necesario detener la operación de una de las unidades por mantenimiento. En el presente estudio, por ser comparativo con otros sistemas, la capacidad adicional se mantendrá al mínimo.

5.2.2. Selección de Unidades Modulares

La selección de las secciones, que componen la unidad central se realiza a través de catálogos, consulta con fabricantes y en tiempos recientes existe información, por medio de discos compactos (CD-Roms) y la Internet.

Se hace la observación, que se seleccionarán unidades del tipo comercial de un fabricante en particular, que generalmente son ofrecidos por otros similares.

Dentro de los fabricantes existen especializaciones por el tipo de unidades a utilizar, tal es el caso que unidades por encima de los 100,000 CFM, donde se pueden solicitar unidades fabricadas a diseño especial del cliente. El proceso de seleccionamiento es similar, observando las recomendaciones que los fabricantes ofrecen en base a la tecnología y experiencia.

El proceso de selección se puede realizar con los siguientes pasos:

1. Determinación del caudal de aire a través de cada elemento de la unidad, principalmente en las secciones de los serpentines, donde existen recomendaciones de mantener la velocidad seccional del aire de un máximo de 500 pies/minuto, para serpentines de enfriamiento y de un máximo de 750 pies/minuto, para secciones de calentamiento. La sección y dimensiones de los módulos de los serpentines regirán las dimensiones seccionales de la unidad.

2. Determinación de las condiciones de entrada y salida de los fluidos a través de la unidad: Esto determina la capacidad de los elementos de transferencia de calor.

Ver dibujos:

M-10 Carta Psicrométrica de Unidad Ventiladora (Verano)

M-11 Carta Psicrométrica de Unidad Ventiladora (Invierno)

M-12 Cálculos de Selección de Sepentines de Calentamiento en Zonas Perimétricas.

M-13 Balance de Aire en Unidad Ventiladora

3. Selección de los módulos, con información de dimensiones y peso.

   Se determina, siguiendo la Tabla de módulos requeridos por la unidad central y tomando como base el catálogo de la York Internacional.

Módulos de la Unidad Central						
	Módulo	Caudal CFM	Base de Selección	Área Seccional	Medida Nominal	Unidad de Módulo YORK
C	Serpentín Enfriamiento	7,480	500 pies/min	14.96 $pies^2$	16.90 $pies^2$	AP-170
B	Acceso	7,480				AP-170
A	Mezcla y Filtros	7,480				AP-170

4. Cálculo de caídas de presión estática a través de los módulos.

   Con el propósito de seleccionar el módulo del ventilador, se hace un estimado preliminar de la caída de presión del sistema.

Estimado Preliminar de la Caída de Presión					
	Módulo	Caudal CFM	Velocidad Pies/min	Pulgadas Columna Agua	Notas
A	Mezcla y Filtros	7,480	350 pies/min	0.14 Limpio 0.60 Sucio	2 pulg. Espesor; Unidad modelo 170
B	Acceso	7,480		0.05	Estimado
C	Serpentín Enfriamiento	7,480	450 pies/min	0.72	Estimado de 8 filas con 10 aletas/pulg.
D	Transición (Temperado)	11,000 /7,480		0.10	Estimado
E	Ventilador	11,000		0.25	Estimado, efecto de descarga
	Atenuador de sonido			0.25 0.25	Puede ser requerido Suministro y retorno
	Cámara bajo piso			1.50	Estimado
	Caja variadora de caudal aire			0.20	Estimado
	Total			3.92	

Estimado de la caída de presión: 4.5 pulgadas de columna de agua.

5. Selección preliminar del ventilador y motor eléctrico.

Tabla 5.2.1

Módulos de la Unidad Central					
	Módulo	Caudal CFM	Base de Selección	HP	Unidad de Módulo
E	Ventilador	11,000	11,000 CFM, 4.5 Press. Estática .	15	AP-250
D	Transición (Temperado)	11,000 /7,480	Adaptador de fabricación a medida.		AP-250/ AP-170

$$HP = \frac{CFM \times Presión\ Estática}{N \times 6356} = \frac{11{,}000 \times 4.5}{0.75 \times 6356} = 10.38$$

N = Eficiencia

N asumido = 0.75

Tabla 5.2.2

Características de los Módulos de la Unidad Central			
	Módulo	Dimensiones (Long. x Ancho x Altura)	Peso
A	Mezcla y Filtros	26"x 86"x 52" 0.66 x 2.18 x 1.32 mts.	663 lbs 301 kgs.
B	Acceso	18"x 86"x 52" 0.46 x 2.18 x 1.32 mts.	209 lbs 82 kgs.
C	Serpentín Enfriamieto	28"x 86"x52" 0.71 x 2.18 x 1.32 mts	779 lbs. 354 kgs.
D	Transición	24"x 91"x 61" 0.61 x 2.31 x 1.55 mts.	317 lbs 144 kgs.
E	Ventilador	58"x 91"x 61" 1.47 x 2.31 x 1.55 mts	1,993 lbs. 906 kgs.
	Total	154"x 91"x 61" 3.01x 2.31 x 1.55 mts	3,961 lbs. 1,800 kgs,

6. En resumen, con las dimensiones establecidas de la unidad, se procede al planeamiento del espacio, dentro de la salas de máquinas.

Ver dibujo

M-14 Sala de Máquinas – Equipo de Aire Acondicionado

La selección final se presentará a continuación, en la cual se incluyen los criterios utilizados, como también curvas de selección y las características del equipo a especificarse.

5.2.3. Selección del Ventilador, cálculos de caída de presión.

El ventilador es la máquina que suministra energía al fluido, ya sea en forma de energía de presión o de velocidad, por medio del elemento giratorio, llamado "rodete".

Los ventiladores se clasifican en centrífugos y axiales, de acuerdo a la dirección del flujo de aire por el rotor.

En la selección de ventiladores modulares, generalmente se encuentra la Selección de Caudal de aire por Rangos y por Presión estática, las que se pueden clasificar:

La Clase I, llamada Baja presión, hasta 5 pulgadas, de caída de presión de agua. La Clase II, de mediana presión, mayor de 5 hasta 9 pulgadas, de caída de presión de agua.

Dentro de la selección del ventilador se deben de mantener los siguientes objetivos:

- La eficiencia del conjunto ventilador y motor, debe de tratar de optimizar a los diferentes caudales de aire de operación.
- El nivel de sonido del ventilador debe bajar, con la disminución del caudal de aire.
- El ventilador tiene que ser aerodinámicamente estable, en los rangos del flujo de aire de operación.

- El ventilador y motor deben de ser confiables y requerir un mínimo de mantenimiento.
- Bajo costo de operación.

En las publicaciones de los catálogos de ventiladores es recomendable conocer las bases de pruebas y determinaciones de las curvas de performance.

La mayoría de fabricantes de ventiladores realizan pruebas de sus equipos de acuerdo al Standard 210, de la AMCA (American Manufacturing Association), (Métodos de pruebas de laboratorio para ventiladores). El propósito de esta norma es uniformizar los métodos de pruebas y determinar su funcionamiento, bajo condiciones similares.

Las pruebas de la Standard 210, se realizan bajo arreglos de descarga predeterminados del ventilador, que difícilmente se encuentran en las aplicaciones, por lo que se deben considerar factores adicionales de corrección.

En nuestra aplicación, para el caudal de 11,000 CFM, con 4.5" de presión estática, las unidades modulares ofrecen 3 opciones de tipos de ventiladores, para el arreglo de ventilador de arrastre (draw-thru), sin compuertas de abanico a la entrada:

A. Ventilador de álabes aerodinámicos

Esta opción ofrece la mayor eficiencia, la potencia consumida es máxima y cercana a la máxima eficiencia.

B. *Ventilador con álabes inclinados hacia delante.*

Las características son similares al anterior con eficiencia ligeramente menor, de gran aplicación para presiones bajas.

C. *Ventilador de Plenum o de presurización.*

El rodete gira perpendicular al eje de la unidad presurizando la cabina modular.

Existen pérdidas de presión dependiendo de la ubicación de la descarga, que pueden ser en cualquier lado de la cabina.

En el presente proyecto se seleccionó el ventilador de álabes aerodinámicos, con Selección indicada en dibujo M-15 Curva de Performance de Ventilador.

5.2.4. Selección de Serpentines de Enfriamiento

El serpentín de enfriamiento es el elemento principal de una unidad ventiladora en el sistema del aire acondicionado, además de ser un intercambiador de calor agua-aire.

En este caso aplicativo tenemos como fluido el agua fría, para remover el calor del ambiente. El agua fría es suministrada al arrendatario, por medio de tuberías con válvulas para la conexión a las unidades. La temperatura de suministro del agua es 45 F° (7.22°C), y la de retorno es 55°F (12.78°C).

El serpentín de enfriamiento debe tener la capacidad de remover el calor sensible, para mantener la temperatura del espacio deseada y la capacidad de remover el calor latente en proporción adecuada, para mantener la humedad dentro de límites óptimos.

En nuestro caso aplicativo de ensamblaje de una unidad modular, el fabricante cuenta con opciones de capacidades de serpentines normalizados, por lo que no es requerido diseñar el serpentín en detalle, pero se deberá de establecer la capacidad requerida y verificar, que tanto las caídas de presión del aire, como las caídas de presión del agua a circular por el serpentín, no sean excesivas (máximas de 1.0 pulgada, caída para el aire; 10 pies caída para el agua)

.

Q s = carga sensible del serpentín, Btu /h.

Q_L = carga latente del serpentín, Btu /h.

Q_T = carga total del serpentín, Btu /h.

CFM = ft / mín., aire estándar.

Ve = volumen específico del aire (13.5 $pies^3$/ lb).

T_{BS} = Temperatura de bulbo seco.

T_{BH} = Temperatura de bulbo húmedo.

H = Entalpía del aire, Btu / lb.

W = Relación de humedad, lb-agua / lb., aire seco

Tabla 5.2.3

SERPENTINES DE ENFRIAMIENTO											
Unidad	AIRE						Cap. Mbh	AGUA			
	CFM	Temp. Aire				Caída Max. Pres. Agua Pulg.		Temp. Agua		Caudal Agua GPM	Caída Máx. Pres. Pies
		Entrada (oF)		Salida (oF)				Ent (°F).	Sal. (°F)		
		BS	BH	BS	BH						
AHU-1	7,480	81	66	55	54.5	1.0	259	45	55	52	5
AHU-2	7,480	81	66	55	54.5	1.0	259	45	55	52	5
AHU-3	7,480	81	66	55	54.5	1.0	259	45	55	52	5
AHU-4	7,480	81	66	55	54.5	1.0	259	45	55	52	5

Notas:

1. Caída de presión de aire del serpentín, con superficie húmeda.
2. De la carta psicrométrica, se obtienen los valores de entalpía en las condiciones de entrada y salida del serpentín.

   Condiciones de entrada, A [81°F (27.22°C), 66°F(18.89°C)]; (T_{ABS},..,T_{ABH})

   h_A = 30.8 Btu/lb.

   Condiciones de salida, B [55°F (10°C), 54.5°F (12.5°C)]; (T_{BBS},.., T_{BBH})

   h_B = 23 Btu/lb.

   h_M = Entalpía de calor sensible entre puntos A y B.

   Q s = masa (aire) x Δ hs = Vol /volumen específico x (h_A-h_M) =

   = 7,480 x 60/13.5 (29.2-23.0) = 206,116 Btu/h

   Q_L= masa (aire) x Δh_L = Vol/volumen específico x (h_M-h_B) =

   = 7,480 x 60/13.5 (30.8-29.2) = 53,191 Btu/h

Capacidad total = Qs + Q_L = 259,307 Btu/h

3. Caudal de agua GPM

Caudal $_{AGUA}$ = Q_{TOTAL}/ calor específico del agua x Δ temp.

Caudal $_{AGUA}$ (lb/h) x (1h/60min x 1 pie^3/62.4 lbs x 7.4814 gals/ pie^3)

Caudal $_{AGUA}$ (lb/h) x (1gpm h /500 lb)

GPM = Q_{TOTAL} / 500 Δ temp = 259,307 Btu/h / 500 x (55°F- 45°F) =

GPM = 52

4. Las caídas de presión en los serpentines, se obtienen de los catálogos del fabricante.

5. La velocidad del aire por el área de los serpentines, no debe exceder 550 pies / minuto.

6. El cálculo del agua de condensado de deshumidificación se obtiene:

Condensado GPM = Masa aire x (W_A-W_B) =

= 7,480 pie^3/min x 60 min/h x lb /13.5pie^3 (W_A-W_B) =

= 33,244 lb aire/h x (0.0102 - 0.009) lb agua/lb aire seco

= 40 lb. agua/h x (1gpm h /500 lb) = 0.08 GPM

7. Selección de la tubería de condensado

Recomendaciones técnicas como la "Cameron"

Para 1 GPM, con una pendiente de 1/8" por cada pie, se selecciona 3/4" de tubo, que puede ser de cobre ó PVC.

5.2.5. Selección de Serpentín de Calentamiento.

El serpentín de calentamiento en unidades centrales tiene como principal objetivo proveer un mínimo de temperaturas comunes a todas las zonas, por lo que las zonas perimétricas se pueden calentar con serpentines locales, mientras que las zonas interiores deben de enfriarse, debido que la carga interna es casi constante durante todo el año (no necesariamente tienen que calentarse, como en nuestro caso en particular).

- Las condiciones climáticas de Lima y la configuración del Edificio Proyecto permiten interesantes propuestas de ahorro de energía que se pueden desarrollar durante el invierno.

- Con la temperatura de invierno de diseño de Lima 57°F (13.89°C), cercana a la temperatura de suministro de aire en Unidades Enfriadoras estandards (55°F, 12.78°C), se pueden implementar los Ciclos Economizadores de Aire , con practicamente 100% de suministro y 100% de extracción, muy populares en zonas de frío extremo durante las estaciones intermedias.

- En nuestro Proyecto aplicativo establecemos 2 opciones.

Opción A. Enfriar las zonas internas con 100 % de aire exterior a 57°F (13.89°C).

Por lo que se propone dedicar 3 de las 4 Unidades Ventiladoras (AHU-2, AHU-3, AHU-4) para las zonas interiores, donde la carga térmica es casi constante durante todo el año, la única carga externa variable es la

carga de techo, que no es significativa. Estas unidades enfriarán los ambientes interiores con aire externo, sin necesidad del Chiller, durante el invierno y la zona perimétrica puede ser servida por 1 de las 4 unidades (AHU-1), provista del serpentín de calentamiento. Si bien es cierto que es una opción económica, implica una zona perimétrica de uso similar, es decir, todas calientan o todas enfrían, con flexibilidad restringida, aparte que dentro de la infraestructura de la cámara presurizada del piso, se tendría que proveer compuertas de aire para aislar la zona perimétrica de la interior durante la estación de invierno.

Opción B. Enfriar el Sistema de las 4 unidades con 100 % de aire exterior a 57°F (13.89°C), las zonas perimétricas se calientan con serpentines locales para suplementar las pérdidas térmicas, por ambiente. Esta es la opción a seguir que permite mayor flexibilidad de control individual tanto para las zonas interiores perimétricas, con Ciclo Economizador de aire fresco. Como trabajo adicional se tendrá que implementar la capacidad de proveer el Aire Fresco y la extracción del aire utilizado.

En el Dibujo M-11 se muestra los cálculos correspondientes para el análisis de calefacción durante el invierno, donde se observa que no se necesita serpentín de calentamiento en las unidades centrales al considerar la temperatura de retorno del aire a 80°F (26.67°C) con cargas

internas activas. Esto permite disminuir la cantidad de aire fresco, con el consecuente ahorro de energía.

Cálculo de Serpentines de Calentamiento en Zonas Perimétricas

De acuerdo a la tabla en el Dibujo M-12 , se establece la capacidad de los serpentines de calentamiento, la temperatura de entrada es la temperatura suministrada por las Unidades Ventiladoras, 65°F (18.33°C) incrementando la temperatura de la cantidad de aire a la temperatura de diseño de 72°F (22.22°C) y sumar las pérdidas de calor por conducción.

La ASHRAE establece que en los cálculos de calefacción, no se debe de dar crédito a ninguna fuente de calor interna, esto es, asumir el caso más desfavorable, que en la práctica puede no aplicarse.

Conclusiones:

1. Los cálculos de los serpentines zonales de calefacción se muestran en el Dibujo M-12. La instalación de estos calentadores eléctricos permitirán el confort de las condiciones establecidas durante las condiciones de invierno más desfavorables.
2. Los citados se muestran en el Dibujo M-11 y se reitera, si se toma en cuenta que un motor eléctrico de eficiencia de 85%, con caída de presión estática de 4.5 pulgadas de columna de agua, disipa el ambiente 1.9°F (-16.72°C). Ver Dibujo M-10.

3. Aunque la Ashrae sugiere que ninguna carga interna (tanto de los equipos eléctricos, como los de iluminación), deba ser incluida como fuente de calor en los cálculos de carga térmica para invierno, en nuestra aplicación sería crítico en zonas de temperaturas bajas, donde existe la posibilidad de congelar tuberías, esto se aplica principalmente en zonas de invierno severos, que no es el caso de Lima; lo cual se puede verificar que las cargas internas de iluminación y de equipos eléctricos puedan compensar las pérdidas externas y la instalación de calentadores eléctricos se deje opcional para el usuario.

Energía disipada por artefactos de Iluminación:

Carga de diseño : 2 watts / pie² ó 20 watts / m²

Energía disipada por equipos eléctricos:

Carga de diseño: 1.5 watt/ pie² ó 15 watts / m²

Por lo que la instalación de estos calentadores eléctricos puede quedar a discreción del usuario.

El sistema de Distribución de Flujo en Piso permite la flexibilidad de instalarse al momento de entrega de la obra o en el futuro.

4. La implementación del Ciclo Economizador de Aire implica la habilidad de las unidades ventilatoras de suministrar 100% de aire fresco, como también de su evacuación. La evacuación del aire se

realizará a través de campanas de despresurización a instalarse en el techo. La selección se muestra en las copias de

Apéndices A-81, A-82 y A-83. Con un total máximo neto de 40,000 CFM a evacuar, si se selecciona (4) campanas de despresurización accionadas por contrapesas a una presión estática de 0.05" de columna de agua, se requiere un área de abertura de 16.7 pies² por cada una de las (4) que es aproximadamente 4'x 4'.

5.2.6. Selección de Filtros

Las unidades modulares tienen provistas secciones para la instalación de filtros de acuerdo a las dimensiones de los componentes, que son fabricados en dimensiones normalizadas.

La selección del tipo de filtros está determinada por la eficiencia y son requeridas en diversas aplicaciones.

5.2.1.1 Clasificación de filtros por eficiencia

a. Método Numérico.

Este método está basado en el cómputo numérico de partículas de polvo a la entrada y salida del filtro; es poco empleado por su elevado costo.

b. Método del peso ponderado.

Mediante este método se pesan partículas contaminantes antes y después del filtrado. Este método es limitado desde

que no hay referencia específica a determinados tamaños de las partículas, como al peso preciso de partículas de tamaño microscópico.

a. Método colorimétrico

Método de mayor aceptación por la American Filter Association. Se basa en la propiedad de las partículas de polvo al adherirse a superficies como paredes, techos, etc. Dos cantidades iguales de aire son tomadas antes y después del filtrado. La muestra tomada de una determinada área es llevada a una pantalla de papel filtrante para ser tamizada. La muestra recogida después del filtrado, también es enviada sobre una pantalla de papel filtrante, cuya superficie es variable y menor a la primera.

La superficie de esta última varía, hasta que las manchas dejadas por las dos cantidades de aire sobre ambas superficies presenten la misma capacidad. La comparación se realiza mediante un fotómetro.

Tabla 5.2.5

Selección de Filtros		
Rendimiento		
% Ponderal	Colorímetro % Polvo atmosférico	Utilización típica
35 a 50	' 10	Acondicionadores de ventana; poco eficaces al humo, polvo de sedimentación, polen.
50 a 70	10 a 20	Acondicionadores de ventana y autónomos Eficaces para hilos, parcialmente eficaces para el polen y no eficaces para el humo.
70 a 85	20 a 25	Unidades tipo central, eficaces hasta 85% para polen. Eficaces como prefiltros, no tan eficaces para humo.
85 a 95	25 a 40	Similar al anterior, de mayor eficiencia. Parcialmente Eficaces para humos.
∃95	35 a 60	Eficaces para polvo atmosférico diminuto y polen. Utilizados como prefiltros de alto rendimiento, aire de recirculación, poco eficientes para humos.
∃95	60 a 85	Eficaces para polen, humo de carbón, poco eficaces para el humo de tabaco. Limitada eficacia a bacterias.
~100	85 a 99	Eficaces para humo, bacterias. Utilizados en hospitales, laboratorios.
~100	99 +	HEPA , electrostáticos, protección a bacterias, polvos nocivos, radioactivos y humos. Usos especiales.

5.2.1.2 Selección de Secciones Modulares de Filtros

Para la presente aplicación se requieren filtros 30/30 de 2" ó 4" de espesor, que se instalan en módulos planos, ángulos o en secciones mixtas de mezclado y filtrado.

- Filtros planos, es el filtrado más simple para eficiencias de 30 %.
- Filtros en ángulo, en el cual se instalan filtros descartables de eficiencia 30%.

Este arreglo de instalarlos en ángulo permite una mayor superficie de filtrado, por lo tanto, menor fricción en la caída de presión del aire y mayor durabilidad.

Tabla 5.2.6

Secciones de FILTROS								
Unidad	CFM Máx.	Tipo de Módulo	Área Pie^2	Velocidad Aire Pies/min.	Arreglo		Caída Presión	
					V	H	Inicial " Agua	Final " Agua
AHU-1	11,000	Mezcla/Filtrado York AP 250 30% Eficiencia (16) 16" x 20"	35.6	310	2	4	0.15	0.60
AHU-2	11,000		35.6	310	2	4	0.15	0.60
AHU-3	11,000		35.6	310	2	4	0.15	0.60
AHU-4	11,000		35.6	310	2	4	0.15	0.60
RET-1	3,520	Retorno de Aire Para temperado (4) 20" x 20"	11.11	317	1	4	0.15	0.60
RET-2	3,520		11.11	317	1	4	0.15	0.60
RET-3	3,520		11.11	317	1	4	0.15	0.60
RET-4	3,520		11.11	317	1	4	0.15	0.60

Notas

Dimensiones de Sección Mezcla-Filtro AP-250, para unidades ventiladoras. El caudal máximo ocurriría durante el ciclo economizador con 100% de aire fresco.

1. Las superficies de filtros deberán de estar provistas de mallas de contención de goteo.

5.2.7 Control de Sonido

5.3.6.1 Introducción

El objetivo principal en diseños acústicos relacionados con sistemas de aire acondicionado es el de establecer las características de sonido o ruido que generan los equipos mecánicos y la manera de prevenirlos o controlarlos.

Nuestro diseño se concentra en identificar la fuente de ruido, como lo es la Unidad ventiladora y la Selección de Atenuadores de Sonido, para obtener niveles de sonido aceptables al ambiente de trabajo.

En el actual proyecto se han seleccionado Unidades Ventiladoras a instalarse en cuartos de máquinas, en espacios cercanos a áreas de oficinas, por lo que se analizará el impacto de ruido que puedan crear estos equipos.

La ASHRAE en capítulo 7 Fundamentos 1997, establece 4 métodos de análisis que son:

- **Nivel de sonido A-Ponderado**, en el que el nivel de sonido es representado por un valor simple, teniendo como ventajas el dar un valor de referencia, porque no especifica los nivel de sonido en las diferentes frecuencias. Su aplicación es utilizada para comparar sonidos similares de diferentes niveles.
- **Curvas de Criterio de Ruido**, en la cual se establece el máximo nivel de ruido en las diferentes frecuencias, con el objeto de mantenerlo dentro del margen de diseño. Desde que los ventiladores de aire acondicionado presentan características de ruido pronunciados en bandas de frecuencia típicas, como la tercera y cuarta banda, su uso es muy extendido en este campo para la selección de supresores de

ruido, en la cual las compañías de fabricantes publican métodos simplificados de selección, tal como lo es la Industries Acustic Company (IAC) .La ASHRAE advierte precaución en este método, desde que en cada frecuencia se utilizan valores pico de los niveles de ruido, lo que podría ocasionar errores marginales en los gráficos de haber pendientes pronunciadas.

- **Curvas de Criterio de Sala**, al igual que el método anterior se establece curvas de ruido de diseño con mayor información en todo el rango de sonido, tanto en las bajas como en las altas frecuencias; lo cual sería útil si se desea utilizar el ruido como fondo, para cubrir conversaciones personales y tener un ambiente de sonido balanceado. Las curvas de diseño dan información particular en las bandas bajas y altas sobre ruidos graves o agudos. El uso de este método no es necesario, desde que nuestro análisis se concentra en la selección de atenuadores de ruido.
- **Sonidos Altos y Nivel de Sonidos Altos**, bajo una norma diferente, un grupo de personas compara el sonido a medir, con uno de tono en los 1000 Hz. El Nivel de Sonido Alto es definido como el nivel de presión de sonido, en el que el sonido a medir iguala al referencial. Con gráficos establecidos

de las diferentes presión de sonido por cada banda se determina el valor de sonido alto.

Debido a la complejidad de obtener esta fuente de datos su uso ha sido limitado, aunque con el desarrollo de programas electrónicos capaces de realizar medidas de tonos en forma precisa, su uso mantiene vigencia.

5.3.6.2 Definiciones Básicas

Atenuación de Sonido.- Proceso de reducción de sonido, donde la energía de éste, es absorbida o disminuye en intensidad, como resultado de la conversión de sonido en movimiento o calor.

Decibel (dB).- División en base logarítmica en expresar dos cantidades proporcionales a la potencia o energía. El número de decibeles que muestra tal relación es 10 veces la división logarítmica.

Nivel de Potencia de Sonido en dB= 10 $\log_{10}$ (Potencia de Sonido/Potencia referencia)

La potencia de referencia para el sonido es 10^{-12} watts

Siendo las medidas de decibeles, bases logarítmicas no pueden añadirse o sustraerse aritméticamente.

Espectro de Frecuencia.- Representación del sonido en los componentes de frecuencia. Comúnmente obtenido en octavos de banda; 1/3 de octavos de banda y varias bandas angostas.

Potencia de Sonido y Nivel de Potencia de Sonido (LW).-

La potencia de sonido de una fuente acústica es la habilidad de irradiar energía. La potencia en referencia para establecer el Nivel de Potencia es el Pico watt (10^{-12} watts)

$L_W = 10 \log_{10} (W/Wo)$ dB re 1 pW

$Wo = (10^{-12}$ watts).

ó Nivel de Potencia de Sonido es,

$L_{W=} 10 \log W + 120$ dB re 1 pW

Intensidad de Sonido y Nivel de Intensidad de Sonido.

Es el flujo de potencia por unidad de área expresada en watts/m^2; la Intensidad de Sonido varía en proporción inversa al cuadrado a la distancia de la fuente de sonido. Nivel de intensidad de sonido está representado en dB con referencia a 10^{-12} W/m2.

Presión del Sonido y Nivel de Presión de Sonido (Lp).-

Presión de sonido es una presión alternativa superimpuesta a la presión barométrica por sonido. El nivel de Presión de sonido es la comparación logarítmica de la presión de sonido de una

fuente, con respecto a un sonido referencial, desde que la presión es función cuadrada proporcional a la intensidad:

$Lp = 20 \log_{10} (P/Pref)^2 dB$ re Pref

La unidad de referencia es 20 microPascales (μPa), que corresponde a los límites del oído humano.

$Pref = 20\ \mu Pa\ (2 \times 10^{-5}\ Pa)$, $10 \log p^2 = 20 \log P$

$Lp = 20 \log (p / 2x10^{-5})$ re 20 μPa

Octavo de Banda.- Rango de frecuencia, donde el límite superior es el doble del límite inferior. Usualmente se especifica por la frecuencia central.

Pérdida de Inserción Dinámica (DIL).- Reducción del nivel de potencia de sonido (SPL) expresado en decibeles, debido a la colocación de un dispositivo atenuador en el flujo de aire.

Repercusión de Sonido.- Persistencia de sonido dentro de un espacio, después que la fuente de sonido se ha detenido.

Ruido.- Sonido perturbador que causa malestar al oído.

5.3.6.3 Metodología de Selección de Atenuadores de Ruido

Dentro de las Unidades ventiladoras, las partes que generan el ruido son el conjunto ventilador-motor, siendo los medios de propagación del ruido los conductos de aire y la transmisión a través de la paredes. Desde que el tratamiento acústico de

paredes, selección de acabados de piso, es realizado por el arquitecto en coordinación con consultores de sonido especializados en hacer un análisis global del espacio a tratar, nuestra atención estará concentrada en la atenuación del ruido a través de los ductos, con énfasis en la selección de ductos atenuadores de sonido. Los pasos a seguir son los siguientes:

a. Identificación de las fuentes de ruido, en este caso el nivel de ruido ocasionado por el ventilador.
b. Definición de los caminos de propagación del ruido. Ver Dibujo M-16

   Pasos de Ruido en Equipos de Aire Acondicionado.
c. Establecer el nivel de ruido que se quiere alcanzar en base a recomendaciones para uso de Oficinas (NC35).

   El Criterio de Sonido está representado en Niveles de Presión en decibeles con referencia a Pa, mientras que la Fuente de Ruido está representada en Niveles de Potencia en decibeles, con referencia a watts. Existe una analogía de que si el nivel de presión se representa como Temperatura, el nivel de potencia sería una fuente de calor. La relación entre Niveles de Presión y Niveles de Potencia es,

$$L_P = L_W + 10\log (Q / 4\pi r^2 + 4/R) + 10.5$$

L_P = Nivel de presión de sonido, dB con referencia a 20μ Pa

L_W = Nivel de potencia de sonido, dB con referencia a 10^{-12} Watts.

Q = Directividad de la fuente de sonido, (sin unidades).

r = Distancia de sonido en pies.

R = constante de cuarto ó habitación, $S\alpha/(1-\alpha)$.

S = Suma de áreas de superficie (pies ^{2}).

α = Coeficientes de absorción de las superficies del cuarto en diferentes frequencias.

d. Tabulación de elementos de atenuación en el camino de propagación del ruido, como lo son el efecto de sala, ductos, codos. Estos son factores simplificados que incluye la relación entre los Niveles de Presión para estimar el nivel de potencia a comparar con el nivel de potencia de la fuente de ruido.

e. La suma de los elementos de atenuación más el nivel de ruido de diseño se compara con la potencia de ruido de la fuente y la diferencia es la característica de inserción dinámica del atenuador a seleccionar.

5.3.6.4 Tipos de atenuadores de sonido para los ductos y unidades modulares

Siguiendo como referencia el catálogo de la IAC (Industrial Acustics Co.), se presentan los siguientes tipos de atenuadores rectangulares, que sirve de guía para la selección del tipo de atenuador.

Tabla 5.3.6.1

Guía de Selección de Atenuadores de Sonido IAC Comparación a 250 Hz DIL									
Tipo de Silenciador	Velocidad Seccional	Auto Ruido PWL	DIL, dB a 250 Hz				ΔP Pulg. H2O		Aplicación
			Longitud, Pies				Long. Pies		
	Pie/min	dB	3	5	7	10	3	10	
A: Quiet duct									
A1 - LFS	500	45	23	32	41	48	0.14	0.18	Velocidad baja y media; con buen funcionamiento a baja frecuencia; usado en unidades o en ductos.
A2 - LFM	1000	36	16	24	31	41	0.19	0.24	
A3 - S	500	35	16	24	35	42	0.09	0.12	Velocidad baja y media, con buen funcionamiento a baja y alta frecuencia. Usados en amplias bandas de sonido a caídas de presión media.
A4 - ES	750	33	15	20	35	42	0.12	0.25	
A5 - T	1000	40	15	-	-	-	0.25	-	
A6 - MS	1500	45	12	18	24	34	0.22	0.42	
A7 - LFL	2000	46	12	16	22	29	0.30	0.37	Sistemas de alta velocidad, donde es requerida atenuación a baja frecuencia y a baja caída de presión del aire.
A8 - ML	2000	46	10	15	20	27	0.20	0.36	Sistemas de alta velocidad, donde es requerida atenuación en amplia banda de frecuencias, a baja caída de presión del aire.
A9 - L	2000	51	9	13	18	25	0.20	0.27	

Área seccional de módulo de la unidad AP-250 : 91" x 61" = 38.54 pie^2

Velocidad seccional : 10,400 CFM /38.54 pie^2 = 270 pies/min.

Lo que indica, que de utilizarse atenuadores de sonido en la unidad, serán del tipo A-1 LFS, que son adecuados a baja velocidad, con aplicación a bajas frecuencias.

Tabla 5.3.6.2

Donde para las opciones de 3 pies (0.90 m) ó 5 pies (1.50 m) están tabuladas las características de los atenuadores.

Pérdida de Inserción Dinámica (DIL)									
Modelo IAC	Octava Banda Hz	1	2	3	4	5	6	7	8
		63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
	Velocidad seccional pie/minuto	Pérdida de Inserción Dinámica, dB							
3 LFS	-2000	10	15	25	28	26	20	16	12
	-1000	9	14	24	27	25	19	16	14
	0	8	12	23	26	25	19	16	13
	+1000	10	13	23	27	26	22	17	14
	+2000	8	12	21	25	25	21	17	14
5 LFS	-2000	16	22	37	42	42	28	19	14
	-1000	16	21	35	41	41	28	21	15
	0	15	20	33	38	40	27	21	16
	+1000	13	19	31	36	39	27	22	16
	+2000	10	18	28	33	36	29	21	16

Tabla 5.3.6.3

Factor de Ajuste por Área de Niveles de Potencia de Ruido de Tabla 5.3.6.3									
LFS Área Seccional, Pie^2	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128

PWL Factor corrección, dB	-9	-6	-3	0	+3	+6	+9	+12	+15

Tabla 5.3.6.4

Performance Aerodinámica de Silenciadores LFS									
Modelo IAC	Caída de Presión Estática Pulg. Columna de Agua								
3LFS	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60
5LFS	0.05	0.11	0.16	0.22	0.28	0.33	0.44	0.55	0.66
Veloc. Seccional Pie/min	297	420	514	594	664	727	839	938	1028

5.3.6.5. Cálculos de Selección

Como primer paso se establece el nivel de sonido causado por los equipos, como son los ventiladores, los ductos de aire, las rejillas de distribución, etc. Existen parámetros, tablas, con datos aproximados, aunque la fuente más confiable son los fabricantes de equipos, que cuentan con programas de simulación para diferentes rangos de operación.

Luego se trata de determinar el nivel de sonido que se desea obtener, pudiendo ser necesario la incorporación de elementos absorbedores, como silenciadores o paredes acústicas.

Como una analogía, se puede representar la presión del sonido como la temperatura a mantener, lo que está representado en el Criterio de sonido, siendo la potencia de sonido una fuente de calor, por lo que los elementos disipativos de sonido

establecerían la relación entre presión de sonido y potencia de sonido.

Tabla 5.3.6.5

Cálculos Acústicos para Paso de Ruido 1								
	Octavas de Banda, Frecuencias Hz							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	7	**8**
	63	**125**	**250**	**500**	**1K**	**2K**	**4K**	**8K**
1. Criterio de Sonido NC 35	60	53	46	40	36	34	33	32
2. Efecto de sala. Note 1	5	6	6	7	7	8	8	9
3. Primer Room crítico, 5%. Note 2	13	13	13	13	13	13	13	13
4. Efecto de cámara bajo piso. Nota 3	2	3	6	11	22	45	20	20
5. Efecto de codo. Nota 4	0	1	2	4	6	8	10	10
6. Módulo de Difusión. Nota 5	12	8	4	1	0	0	0	0
7. Factor de seguridad	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
PWL permisible	89	81	74	73	81	105	81	81
PWL Ventilador Re (10^{-12} watts)	99	97	96	93	92	89	83	80
DIL requerido	10	16	22	20	11	-16	2	-1
DIL del Atenuador, 3 LFS	10	13	23	27	26	22	17	14

Notas:

1. Efecto de Sala , valores obtenidos de SMACNA Diseño de Sistema de Ductos.

   Tabla C 11-11 para 5000 pies^3.

2. Primera Sala Crítica, valores obtenidos de SMACNA Diseño de Sistema de Ductos.

   Tabla A 11-11, 5% del volumen total, como cantidad de aire suministrado.

3. Para la cavidad bajo el piso se ha considerado el equivalente a 10 pies de ducto con 1/2 pulgada de forro acústico, desde

que el acabado inferior del piso soporte es ondulado. Tabla F SMACNA 11-10.

4. Efecto de Codo para 12". Tabla D SMACNA 11-10
5. Ducto equivalente de descarga en el difusor, 10". SMACNA Tabla B 11-10.

Tabla 5.3.6.6

Cálculos Acústicos para Paso de Ruido 2. Nota 1								
	Octavas de Banda, Frecuencias Hz							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	7	**8**
	63	**125**	**250**	**500**	**1K**	**2K**	**4K**	**8K**
1. Criterio de Sonido NC 35	60	53	46	40	36	34	33	32
2. Divergencia, dB Nota 2	16	16	16	16	16	16	16	16
3 Rejilla acústica en pared. Nota 3	4	5	8	9	12	9	7	6
4. Absorción de sala Nota 4	8	8	8	8	8	8	8	8
5. Filtro. Nota 5.	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Efecto de ducto. Nota 6	1	1	1	1	1	1	1	1
7. Efecto de codo. Nota 7	0	0	0	1	2	2	3	3
8. Ducto terminal. Nota 8	4	1	0	0	0	0	0	0
9. Módulo de Mezcla. Nota 5	0	0	0	0	0	0	0	0
10. Factor de seguridad	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
PWL permisible	90	81	76	72	72	67	65	63
PWL Ventilador Re (10^{-12} watts)	98	98	88	83	81	76	70	66
DIL requerido	8	17	12	11	9	9	5	3
DIL del Atenuador 5LFS(-1000)	16	21	35	41	41	28	21	15

Notas:

1. Cálculos basados en IAC para Rejillas Exteriores, en este caso aplicado al Cuarto de Máquinas.
2. Efecto de Divergencia, en base a Tabla 2 IAC para un total de (2) 6´x2´rejillas acústicas.

3. Pérdida de transmisión por la rejilla. Tabla II IAC modelo LP Noishield.
4. Tabla 3 IAC para 1000 pies^2, construcción de peso medio, para un cálculo a 10 pies de la rejilla.
5. Sin tener información exacta de este parámetro, se asegura un factor de seguridad adicional.
6. Ducto sin forro. Tabla A SMACNA 11-10. Valor aproximado.
7. Efecto de codo sin forro para 12". Tabla C SMACNA 11-10

Tabla 5.3.6.7

Cálculos Acústicos para Paso de Ruido 3. Nota 1								
	Octavas de Banda, Frecuencias Hz							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
	63	**125**	**250**	**500**	**1K**	**2K**	**4K**	**8K**
1. Criterio de Sonido NC 35	60	53	46	40	36	34	33	32
2. Divergencia, dB Nota 2	16	16	16	16	16	16	16	16
3 Rejilla acústica en pared. Nota 3	4	5	8	9	12	9	7	6
4. Absorción de sala Nota 4	8	8	8	8	8	8	8	8
5. Filtro y Serpentín. Nota 5.	0	0	0	0	0	0	0	0
6. Efecto de ducto. Nota 6	1	1	1	1	1	1	1	1
7. Efecto de codo. Nota 7	0	0	0	1	2	2	3	3
8. Ducto terminal. Nota 8	4	1	0	0	0	0	0	0
9. Módulo de Mezcla. Nota 5	0	0	0	0	0	0	0	0
10. Factor de seguridad	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3	-3
PWL permisible	90	81	76	72	72	67	65	63
PWL Ventilador Re (10^{-12} watts)	98	98	88	83	81	76	70	66
DIL requerido	8	17	12	11	9	9	5	3
DIL del Atenuador 5LFS(-1000)	16	21	35	41	41	28	21	15

Notas:

1. Cálculos basados en IAC para Rejillas exteriores, en este caso aplicado al Cuarto de Máquinas.
2. Efecto de Divergencia, en base a Tabla 2 IAC, para un total de (2) 6´x 2´rejillas acústicas.
3. Pérdida de transmisión por la rejilla. Tabla II IAC Modelo LP Noishield.
4. Tabla 3 IAC para 1000 pies^2, construcción de peso medio, para un cálculo a 10 pies de la rejilla.
5. La información de estos parámetros se obtiene de las pruebas del fabricante; al incluir valor despreciativo se está asegurando un factor de seguridad adicional.
6. Ducto sin forro. Tabla A SMACNA 11-10. Valor aproximado.
7. Efecto de codo sin forro para 12". Tabla C SMACNA 11-10. Listado de atenuadores.

Tabla 5.3.6.8

Atenuadores de Sonido						
No Unidad	Servicio	Ubicación	CFM	Veloc. Seccional Pies/min.	ΔP " Agua	Dimensión Ancho x Alto x Long. Pulgadas
SA-1A	AHU-1	Suministro	11000	285	0.05	91" x 61" x 36"
SA-1B		Retorno	6250	586	0.25	64" x 22" x 60"
SA-1C		Retorno	3500	656	0.25	64" x 12" x 60"
SA-2A	AHU-2	Suministro	11000	260	0.05	91" x 61" x 36"
SA-2B		Retorno	6250	625	0.25	64" x 18" x 60"
SA-2C		Retorno	3500	656	0.25	64" x 12" x 60"
SA-3A	AHU-3	Suministro	10000	260	0.05	91" x 61" x 36"
SA-3B		Retorno	5000	625	0.25	64" x 18" x 60"
SA-3C		Retorno	3500	640	0.25	64" x 12" x 60"
SA-4A	AHU-4	Suministro	10000	260	0.05	91" x 61" x 36"
SA-4B		Retorno	5000	625	0.25	64" x 18" x 60"
SA-4C		Retorno	3500	656	0.25	64" x 12" x 60"

Atenuadores de Sonido									
No Unidad	Direcc. Flujo Aire	Modelo IAC	Pérdida de Inserción Dinámica DIL							
			1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	7	**8**
			63	**125**	**250**	**500**	**1K**	**2K**	**4K**	**8K**
SA-1A	(+)	3LFS (+1000)	10	13	23	27	26	22	17	14
SA-1B	(-)	5LFS (-1000)	16	21	35	41	41	28	21	15
SA-1C	(-)	5LFS (-1000)	16	21	35	41	41	28	21	15
SA-2A	(+)	3LFS (+1000)	10	13	23	27	26	22	17	14
SA-2B	(-)	5LFS (-1000)	16	21	35	41	41	28	21	15
SA-2C	(-)	5LFS (-1000)	16	21	35	41	41	28	21	15
SA-3A	(+)	3LFS (+1000)	10	13	23	27	26	22	17	14
SA-3B	(-)	5LFS (-1000)	16	21	35	41	41	28	21	15
SA-3C	(-)	5LFS (-1000)	16	21	35	41	41	28	21	15
SA-4A	(+)	3LFS (+1000)	10	13	23	27	26	22	17	14
SA-4B	(-)	5LFS (-1000)	16	21	35	41	41	28	21	15
SA-4C	(-)	5LFS (-1000)	16	21	35	41	41	28	21	15

5.2.7. Control de Vibración

5.2.8.1 Generalidades

La vibración de una máquina, con componentes en movimiento puede ser aislada o reducida a una fracción de su fuerza

original, interponiendo soportes resilientes entre la máquina y la estructura de soporte. Materiales resilientes son materiales elásticos con capacidad de absorber fuerzas de vibración.

La Ashrae provee de guías de selección de aisladores de vibración, a través de tablas y recomendaciones las cuales deben de ser incluidas por el fabricante de unidades ventiladoras de acuerdo al peso por cada soporte, con la mínima deflección de los aisladores de vibración de acuerdo a la aplicación. Es responsabilidad del ingeniero proyectista especificar el tipo de soporte en el cual se instalará el equipo.

5.2.8.2. Guía de Selección de Aisladores de Vibración

En referencia a la Tabla 42, capítulo 43 Sound and Vibration Control ASHRAE Applications 1995.

Tabla 42, (Parte de Ventiladores)

Tabla de Selección de Aisladores de Vibración para Ventiladores Centrífugos.									
Ventilador Centríf.	HP	RPM	Soporte en zócalo (Muestra de Referencia)			Vano entre columnas 20 a 30 ft.			Notas
			Tipo Base	Tipo Aislador	Deflecc. mínima Pulg.	Tipo Base	Tipo Aislador	Deflecc. mínima Pulg.	
Hasta 22" Diámetro	Tod	Todos	B	2	0.25	B	3	0.75	2,3
Más de 22" Diám. (Rodete)	**40'**	300'	B	3	2.50	B	3	3.50	1,3
		300 - 500	B	3	1.75	B	3	2.50	1,3
		∃501	B	3	0.75	**B**	**3**	**0.75**	**1,3**
	∃50	300'	C	3	2.50	C	3	3.50	
		300 - 500	C	3	1.75	C	3	2.50	

		3501	C	3	1.0	C	3	1.75	

Tipos de Base:

A: Base no es requerida.

B: Soporte estructural metálico (rieles).

C: Base de concreto para inercia.

Tipos de Aisladores

1. Base de material plástico o caucho.
2. Aisladores de caucho (neoprene) para base o para colgar.
3. Aisladores de resorte para base o para colgar.
4. Aislador de restricción horizontal.

Nota 1. Frecuencia de resonancia del aislador debe de ser 40% ó menos de la velocidad del equipo.

Nota 2. Restricciones de empuje es requerido. El aislador deberá ser del tipo de caja vertical, con restricción a movimiento horizontal.

Nota 3. Conector flexible con el ducto es recomendable.

5.2.8.3. Selección de Aisladores de Vibración

En las unidades ventiladoras, los fabricantes de estas unidades recomiendan la ubicación de los soportes debido a la distribución del peso en cada apoyo.

La información requerida del ingeniero de aire acondicionado es:

- Incluir los componentes a soportar.

- Existe la opción de aislar sólo los componentes en movimiento, que en nuestra aplicación es el ventilador.
- Determinar la deflección requerida de acuerdo a recomendaciones de los fabricantes de aisladores de vibración. (Ver Tabla).
- Determinar el tipo de aislador de acuerdo a los grados de libertad de movimiento del aislador, como restricción horizontal para equipos de grandes dimensiones.

Para nuestro caso aplicativo de la Unidad ventiladora

Datos:

CFM =11,000

RPM máximo del ventilador =1950, RPM del motor =1750, se utiliza las RPM del motor ó del ventilador, el de menor RPM.

Diámetro del Ventilador = 25 pulgadas

Potencia del motor = 15 hp

Vano entre Columnas = 20 pies

Con lo cual se obtiene lo siguiente:

- Tipo de Base de Rieles o estructura metálica como soporte, que es un arreglo típico proveído por el fabricante de unidades.

- Tipo de aislador 3, que es un soporte de resorte dimensionado de acuerdo al peso del conjunto motor-ventilador.
- Deflección mínima de 0.75 pulgadas para los resortes. La deflección estándar que viene con los equipos, es de 1 pulgada, a menos que se solicite de otra manera.
- Nota 1: Frecuencia de resonancia del aislador debe de ser 40% ó menos de la velocidad del equipo. El Factor 0.4 representa un factor de seguridad.

Frecuencia Equipo (f_d)= 1750/60 = 29.16 Hz

Frecuencia del Equipo, corregida (f_d) = 0.4 x 29.16 = 11.66 Hz

Frecuencia natural fn = 3.13 $\sqrt{}$ 1/ δ_{st} = 3.13 $\sqrt{}$ 1/ 1 = 3.13 Hz

f_d/fn = 11.66/3.13 = 3.73

$$T = \left| \frac{1}{1 - (fd/fn)^2} \right|$$

T= 0.077, lo que significa que el 7.7 % de la fuerza de vibración es transmitida al piso.

Lo cual resulta aceptable si se considera que fue incluido el factor de seguridad de 0.4.

Si tratamos de limitar la fuerza de vibración transmitida a un máximo de 5 %, el factor fd/fn = 4.36, fn = 11.66/4.36 = 2.674,

δ_{st} = 1.38, lo que significa en especificar una deflexión para el aislador igual a 2 pulgadas.

La tabla publicada por la ASHRAE es una referencia práctica bastante utilizada por diferentes fabricantes de aisladores de vibración, en las cuales están incluidos modelos de grado simple de oscilación, para equipos instalados en la base del edificio; o modelo de grado doble de oscilación para equipos instalados en los pisos superiores del edificio. En el grado doble se incluye la oscilación del equipo, como también la oscilación del piso, en materiales estándares de construcción.

La ASHRAE en el libro de Fundamentos 1997, capítulo 7 Sonido y Vibración, establece las siguientes ecuaciones para los modelos de simple y doble grado de oscilación.

Los términos relacionados con la vibración son los siguientes:

M = Masa del equipo, lbf s^2 / pulg.

Mf = Masa del piso, lbf s^2 / pulg.

K = Rigidez del aislador.

k_f = Rigidez del piso.

F = Fuerza de vibración, lbf

f_d = Frecuencia de la fuerza de vibración (Frecuencia Perturbadora), Hz.

f_n = Frecuencia natural de la vibración del aislamiento.

f_f= Frecuencia natural del piso, Hz.

δ_{st} = Deflección estática del aislador de vibración, pulgadas.

δ_{st} = Distancia del aislador bajo el soporte del equipo.

T = Transmisibilidad, porcentaje de fuerza de vibración que es transmitida a la base o soporte.

X"(Y) = aceleración del sistema al tiempo Y, pulg/s² .

X (Y) = desplazamiento del equipo al tiempo Y, pulg.

X_f(Y) = desplazamiento del piso al tiempo Y, pulg.

Para grados de libertad simple se establece:

MX"+ k X(Y) = F seno (fd) Y

Desplazamiento absoluto X

$$X = \left| \frac{F/k}{1 - (fd/fn)^2} \right|$$

$$fn = 1/2\pi \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$M\,g = k\,\delta_{st} \qquad k / M = g / \delta_{st}$$

$$fn = 1/2\pi \sqrt{\frac{g}{\delta_{ST}}}$$

g = aceleración de la gravedad 386.4 pulg/ s^2

$$fn = 19.6/2\pi \sqrt{\frac{1}{\delta_{ST}}}$$

$$fn = 3.13 \sqrt{1/\delta_{st}}$$

Lo cual establece la relación entre la frecuencia natural y la deflección del aislador.

Transmisibilidad absoluta "T"

$$T = \left| \frac{1}{1-(fd/fn)^2} \right|$$

De donde se puede analizar, si la frecuencia del aislador es igual a la frecuencia de vibración del aislador (fd = fn), ocurre el fenómeno llamado Resonancia, con el valor teórico de "T", con tendencia hacia al infinito (:) y es lo que se trata de evitar.

Si la relación, fd/fn /√2, la transmisibilidad es menor a 1, lo que representa el aislamiento.

Si la relación, fd/fn es aproximadamente 5:1, estabiliza la transmisibilidad, mientras que para mayor reducción se requerirá un factor fd/fn, considerablemente mayor.

Grados simples de libertad, se establece cuando el equipo es soportado por una gran masa, como pueden ser equipos instalados directamente en el suelo.

Para el caso de equipos instalados en las partes elevadas del edificio se considerará un modelo con grados de libertad doble.

X = Desplazamiento del equipo.

Xf = Desplazamiento del piso.

Tc = Transmisibilidad en la columna de soporte.

$$X = \left| \frac{(F / k) \; [\; 1 + (k / kf) \; - (fd / ff)^2 \;]}{[\; 1 - (fd / fn)^2 \;] \; [\; 1 + (k / kf) \; - (fd / ff)^2 \;] \; - k / kf} \right|$$

$$Xf = \left| \frac{(F / kf)}{[\; 1 - (fd / fn)^2 \;] \; [\; 1 + (k / kf) \; - (fd / ff)^2 \;] \; - k / kf} \right|$$

$$Tc = \left| \frac{1}{[\; 1 - (fd / fn)^2 \;] \; [\; 1 + (k / kf) \; - (fd / ff)^2 \;] \; - k / kf} \right|$$

Las recomendaciones de la ASHRAE son las siguientes:

fd deberá ser mayor o igual que, 3 ff (frecuencia del piso).

Si esto no ocurre, las siguientes opciones deberán de ser consideradas:

- Reubicar el equipo a una estructura más rígida.

- Cambiar la velocidad de operación del equipo, de tal manera que fd /ff ⟨ 3
- Reforzar la base de soporte para incrementar ff.
- Incrementar la deflección estática del aislador, por lo que se incrementa "fd". Esta opción es la más utilizada y los catálogos de aisladores de vibración hacen referencia de ella.
- Incrementar la masa "Mf" de la estructura.

5.2.9. Control de la Unidad

5.2.9.1 Generalidades

El sistema de flujo de distribución en piso, permite la variación de caudal de aire a través de las rejillas variadoras del caudal modular, por control termostático de los ambientes.

El control de la variación del caudal de aire se efectúa mediante variadores de frecuencia al motor eléctrico.

El accionar del variador de frecuencia se efectúa mediante sensores de presión estática instalados en la cavidad de distribución del aire bajo piso. Cuanto mayor número de cajas controladoras de caudal de aire cierra, incrementa la presión estática del ventilador, lo que hace disminuir la frecuencia del motor, por lo tanto el caudal también baja.

Por las leyes de los ventiladores se establece:

$$\frac{(RPM_2)^3}{(RPM_1)^3} = \frac{(HP_2)}{(HP_1)}$$

Velocidad %	Potencia HP %
100 %	100 %
90 %	73 %
80 %	51 %
70 %	34 %
60 %	22 %
50 %	13 %
40 %	7 %
30 %	3 %

Siendo la velocidad directamente proporcional al caudal de aire.

El uso de variadores de frecuencia es uno de los principales elementos que permite la economización de la energía y su uso es cada vez más difundido.

5.2.9.2 Principio de los Controladores de Frecuencia Variable

Los controladores de frecuencia variable son utilizados para variar la velocidad y el torque de un motor eléctrico de inducción de corriente alterna, variando la frecuencia (Hz) y amplitud (volts), de la onda de corriente alterna. Los controladores de frecuencia son elementos microprocesadores que requieren de programación y calibración.

Los componentes básicos de un controlador de frecuencia variable son:

1. Sección de Acometida, donde se conecta la corriente alterna.
2. Sección de Rectificado, donde se convierte la corriente alterna en corriente contínua.
3. Sección de Inversión, donde se convierte la corriente contínua a corriente alterna, modificada a la frecuencia requerida.

Con el cambio de frecuencia de la corriente, se puede variar la velocidad de un motor de corriente alterna, bajo la siguiente fórmula:

Velocidad del motor RPM = (120 frecuencia) / par de polos

Sin embargo, es importante controlar la densidad del flujo a través del motor, para mantener su torque en el rango de velocidad requerida. La densidad de flujo es controlada, manteniendo voltaje/frecuencia, suministrada al motor. El torque es proporcional a $(Volt/hz)^2$. Es decir, si la frecuencia o el voltaje se cambia en forma independiente, el torque cambiará en función cuadrática, por lo que la velocidad del motor estará controlada por la frecuencia; de esta manera, el

torque se mantendrá constante si se cambia la frecuencia y el voltaje proporcionalmente, al mismo tiempo.

Los controladores arrancan, paran y varían la velocidad del motor, en base a los puntos de control predeterminados desde la puesta en marcha hasta alcanzar la máxima velocidad.

En equipos como ventiladores, cuando operan al 50% de su velocidad de diseño permiten operar sólo el torque requerido, lo que reduce el consumo eléctrico del motor.

La frecuencia en los Variadores de Frecuencia es controlada por un sensor de presión estática a ubicarse en el ducto de distribución, a unos 2/3 del ramal más alejado (en nuestro caso es en la plataforma de distribución bajo piso). Cuanto menos aire es requerido en las cajas de distribución, éstas al cerrar las compuertas incrementan la presión estática del sensor, lo que hace disminuir la frecuencia del Variador y por lo tanto las RPM del motor controlado.

En el Dibujo M-17 Diagrama de Control de Caja de Distribución de aire se muestra el cableado eléctrico y los componentes de control de la Caja de Distribución.

Las ventajas de los Variadores de Frecuencia son:

a. Arranque y parada progresivas, lo cual reduce el desgaste mecánico.
b. La aceleración y desaceleración son controlables.
c. Velocidad controlable.
d. Limitador de corriente al motor.
e. Economizador de consumo de energía.

5.2.9.3 Eficiencia y Factor de Potencia

El equipo impulsado debe de tener una eficiencia mínima de 90 % a carga completa, para mantener una buena eficiencia del sistema, protección del motor al recalentamiento, protección para sobrevoltaje y disminución de voltaje, sobretemperatura, fallas a tierra, fallas de controles, entre otros. Todos estos deberán desconectar el variador de frecuencia, si la falla ocurre con botones de re-arranque.

5.2.9.4 Harmónicas

Los variadores de frecuencia pueden ocasionar distorsión en la corriente eléctrica, para lo cual se preveen filtros electrónicos, como componentes de los variadores de frecuencia.

El sistema deberá cumplir las normas establecidas por la IEEE 519-1992.

Es importante la coordinación con la empresa local de suministro eléctrico, para controlar la distorsión causada por las harmónicas.

5.2.9.5 Selección de Variadores de Frecuencia

La siguiente información del motor eléctrico es requerida para la selección del variador de frecuencia.

- Corriente de carga es más preciso que la potencia nominal del motor.
- Voltaje nominal.
- Rango de velocidad.
- Es aconsejable limitar la velocidad mínima a no menos del 20%, para evitar recalentamiento.
- Si se desea operar múltiples motores con un controlador de velocidad, éstos deberán tener características de voltaje similares.

Si la operación del motor es contínua, la siguiente información deberá ser especificada.

- +/- 10 % fluctuación de voltaje.
- +/- 10 % variación de frecuencia.
- La variación del voltaje debe estar dentro de los siguientes parámetros:
- 0% voltaje por 1 ciclo.

- 60 % voltaje por 10 ciclos.
- 87% voltaje contínuo.

CAPÍTULO VI

ESTRUCTURA DE COSTOS

6.1 Costos comparativos de sistemas

Análisis Económico de Opciones

Opción 1

Sistema con ductos de suministros y cajas terminales de variación de caudal.

Opción 2

Sistema de enfriamiento con unidades fan-coils, ductos de ventilación y tuberías

Opción 3

Sistema de aire acondicionado con flujo de aire en el piso.

Para efectos de comparación se han utilizado, Costos publicados por RS Means Mechanical Cost Data, Edición 2000, que son precios estándares en Estados Unidos; siendo una referencia, pues sólo se trata de un análisis comparativo. Se recomienda recurrir a costos locales actualizados, cuando se desea tener un costo real.

Opción 1.- Sistema con ductos de suministros y cajas terminales de variación de caudal.

Item	Descripción	Cant	Uni	Costos Base Unitario			Total C/GU	Total
				Mater.	Inst	Total	Total	
001	Unid. Ventiladora Central 10,000 CFM	4	U	9500	1500	11000	12,800	51,200
002	Ducto de Distribución	9120	lb	0.31	2.56	2.87	4.30	39,216
003	Ducto aislamiento 1"	3952	ft^2	0.39	1.28	1.67	2.49	9,840
004	Rejillas de Suministro 12"x12"	270	U	17.9	11.85	29.75	38.00	10,260
005	Cajas terminales volumen Variable 1000 CFM	40	U	600.0	75.00	675.0	840	33,600
006	Termostatos	40	U	24.5	32.5	57	78	3,120
007	Controles	20	Pt.				1000	20,000
							Total	167,236
	Costo/Área (28000 pie^2)							5.97

Notas:

1. RS Means da un estimado de peso de ducto en construcciones estándares de 120 lbs/ton., de refrigeración y 52 pie^2/ton., de refrigeración. En nuestra aplicación la carga térmica total es 76 toneladas.
2. Para determinar el número aproximado de las rejillas de suministro y retorno de aire se consideró:

   Número de rejillas de suministro (12 x12) = 40,000 CFM/ 300CFM = 135

   Número de rejillas de retorno (12 x12) = 40,000 CFM/ 300CFM = 135

   Total = 270

Opción 2.- Sistema de enfriamiento con unidades fan-coils, ductos de ventilación y tuberías.

Item	Descripción	Cant	Uni	Costos base Unitario			Total C/GU	Total
				Mater.	Inst	Total	Total	
001	Fan Coils, 1000 CFM	40	U	1525	97	1622	1825	73,000
002	Ducto de Distribución	9120	lb	0.31	2.56	2.87	4.30	39,216
003	Ducto aislamiento 1"	3,952	ft^2	0.39	1.28	1.67	2.49	9,840
004	Rejillas de Suministro 12"x12"	270	U	17.9	11.85	29.75	38.00	10,260
005	Tubería de agua helada 1"	1600	ft	1.83	5.0	6.83	9.60	14,720
006	Aislamiento de tubería 1"	1600	ft	1.21	2.03	3.24	4.60	7,360
007	Termostatos	40	U	24.5	32.5	57	78	3,120
							Total	157,516
	Factor de Zonas 1.15							181,143
	Costo/área (28000 pie^2)							6.47

Opción 3.- Sistema de aire acondicionado, con flujo de aire en el piso.

Item	Descripción	Cant	Uni	Costos base Unitario			Total C/GU	Total
				Mater.	Inst	Total	Total	
001	Unidad Ventiladora Central 10,000 CFM	4	U	9500	1500	11000	12800	51,200
002	Piso \$7.00/Pie^2	28000	^{2}				1.50	42,000
003	Ducto (15 % Opción 1)	1500	ft	0.31	2.56	2.87	4.30	6,450
004	Ducto de Aislamiento (10% Opción 1)	600	P^2	0.39	1.28	1.67	2.49	1,494
005	Cajas terminales, volumen Variable 150 CFM	265	U	120	18.75	138.7	162	6,480
006	Termostatos	265	U	24.5	32.5	57	78	20,670
007	Controles	20	Pt.				1000	20,000
							Total	148,294
	Costo/Área (28,000 Pie^2)							5.30

Notas:

1. El precio del piso de plataforma, que es la característica principal de la **Opción 3** ha sido considerado parcialmente, desde que incluye el acabado de

piso como lo es el alfombrado, la cavidad para la instalación de cableado eléctrico y de comunicaciones.

Conclusiones

1. El costo mediano para Edificios de Oficinas compilados por RS Means, es de $. 6.85 dólares americanos/pie^2, con precio de hasta $. 10.95 dólares americanos/pie^2, para edificaciones que exceden el 75% del muestreo. Cabe mencionar que en estos precios referenciales se incluyen las instalaciones completas de enfriamiento y calentamiento del edificio total.
2. Tabla sumario

   Se presentan los costos anuales equivalentes, con un estimado general de costos de mantenimiento.

	Opción 1		
	Inicial	Anual	Cost Equiv. Anual
Costo	167,236	3,000	30,218.00

Para i = 10%, interés compuesto, $A = P \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N-1}$, $A = P \times 0.16275$

N = 10

	Opción 2		
	Inicial	Anual	Costo Equiv. Anual
Costo	181,143	6,000	35,481.00

Para i = 10%, interés compuesto, $A = P \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N-1}$, $A = P \times 0.16275$

N = 10

	Opción 3		
	Inicial	Anual	Cost Equiv. Anual
Costo	148,294	3,000	27,135.00

Para i = 10%, interés compuesto, $A = P \frac{i(1+i)^N}{(1+i)^N-1}$, $A = P \times 0.16275$

$N = 10$

3. Por medio del análisis económico se verifica la ventaja del Sistema de Distribución con Flujo de Aire en el piso, desde un punto de vista comparativo.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

7.1 Conclusiones del Proyecto

a. Beneficios del Sistema

Los sistemas de aire acondicionado con flujo de aire en piso ofrecen múltiples beneficios. Estos son:

- Control personal por ocupante a precio relativamente bajo, creando confort individual.
- Proveen gran flexibilidad de modificaciones de espacios al edificio.
- Mejora la calidad del aire de suministro, desde que se realiza cerca de los ocupantes.
- Reducción del consumo de energía de la unidad ventiladora central, desde que la fricción del aire en las cámaras presurizadas es menor, que en los ductos convencionales.
- En sistemas de múltiples unidades ventiladoras ofrecen mayor confiabilidad del sistema; en caso que una unidad falle, las otras pueden seguir en operación, sin necesidad de detener el sistema en servicio.

b. Costos

La inversión inicial puede ser comparativamente alta, debido al costo de la plataforma para la distribución del aire.

Esto crea un incentivo a los diseñadores de maximizar el uso de este espacio dentro de lo razonable, para el beneficio de uso modular de las instalaciones de cableado eléctrico, telecomunicaciones y de computadoras, instalación de tuberías de agua, sistema de protección contra incendios, etc. Lo que provee a todos estos servicios, es el fácil acceso al mantenimiento y flexibilidad para futuras modificaciones.

c. Planificación de los Ambientes

El presente diseño de Aire Acondicionado, a pesar que es un sistema en proceso experimental, ha sido propuesto para uso en ambientes amplios de Oficinas de trabajo, donde existan características térmicas muy similares en cuanto a las zonas de control, tales como las zonas individuales interiores, de preferencia sobre zonas con características muy diferentes, como lo serían auditorios con gran número de personas o zonas perimétricas grandes. Suministros elevados de caudal de aire requerirían instalaciones en número excesivo de rejillas de suministro de aire en el piso, debido al máximo establecido por los fabricantes, a 150 CFM, por un módulo de 12" x 12". En el presente proyecto fue esencial la planificación general de los ambientes, con la valiosa colaboración del arquitecto, sobre la ubicación de los cuartos de máquinas, en lugares centrales, equidistantes, simétricos, que favorecen

la adecuada distribución del aire. Como también fue importante el diseño de la plataforma sobre el piso en un edificio existente. Debido a los cambios de niveles del piso se creó la necesidad de incorporar rampas y escalones para mantener constante el espacio de distribución de aire.

La altura libre de la plataforma al cielo raso, también es importante considerar, como un mínimo de 2.20 metros, para facilitar la estratificación del aire de retorno.

Asimismo, cabe mencionar en el presente proyecto, la gran colaboración del sector industrial en las diferentes etapas, con miras a captar experiencias particulares con la que ellos puedan corregir o crear sus productos, como también servirles de modelo en el mercado de ventas.

d. Instalación del Sistema

Es de gran importancia mencionar que una de las claves para el éxito de este sistema fue el diseño para mantener la hermeticidad de la plataforma de distribución de aire.

La plataforma sobre el piso consiste en estructuras metálicas soportadas por pedestales.

Se realizó una minuciosa inspección en las juntas próximas a las paredes, sellando con material plástico de silicona, para evitar fugas de aire de la cámara presurizada. Es de enfatizar, que el principio de este sistema se basa en el control de aire a través de cajas terminales operadas por termostatos y de existir fugas de aire no controladas, se perderá el control del sistema.

Con respecto a distribución de aire, en ductos convencionales existen códigos, estándares, métodos de fabricación, con pruebas finales para controlar fugas de aire.

En sistemas de plataforma, cuando se desarrolló el presente proyecto, no existían publicaciones sobre pruebas y normas de control de calidad de la instalación de plataformas sobre el piso, lo cual establece la necesidad de implementación de métodos de medidas de caudales en las rejillas en el piso, durante el proceso de balance y pruebas finales.

d. Cálculos térmicos

El edificio considerado para el presente estudio, es una construcción convencional en la ciudad de Lima; de clima relativamente moderado, donde no se aplican códigos de conservación de energía, como ocurre en ciudades con climas marcados, en las cuales el uso del enfriamiento y calefacción en edificios comerciales es reglamentario.

Esto da oportunidad al diseñador al efectuar cálculos térmicos de aire acondicionado, realizar análisis comparativos de consumos de energía, tales como optimizar el espesor de materiales aislantes en techos, paredes, vidrio; en coordinación con el arquitecto.

El nuevo concepto de aire acondicionado del presente proyecto, relacionado con cálculos y análisis de ingeniería, crea la necesidad al ingeniero-diseñador de establecer metodologías de cálculos, aplicados al concepto a desarrollar.

e. *Aspecto de Ingeniería*

Como sistema innovativo, el presente informe detalla una metodología de cálculos adaptados a los estándares de ingeniería utilizados en sistemas de aire acondicionado, como son cálculos de cargas térmica, distribución del aire, selección de equipos, impacto de ruido y vibración. Asímismo, los productos utilizados son adquiribles entre fabricantes de equipos certificados para esta aplicación.

El concepto de sistemas de aire acondicionado con flujo en piso gana mayor aceptación en la industria, lo que genera una nueva línea de productos con uso específico y también en los espacios modulares, que incentiva al ingeniero-diseñador a desarrollar e implementar nuevos modelos con el objetivo de hacerlos eficientes y funcionales para la aplicación.

BIBLIOGRAFÍA

1. ASHRAE. 1992. Handbook Systems and Equipment

   Capítulo II Generalidades sobre Sistemas de Aire Acondicionado Aplicado a Usos de Oficinas.

   - Capítulo 1 Selección y Diseño de Sistemas de Aire Acondicionado
   - Capítulo 2 Sistemas Todo Aire
   - Capítulo 3 Sistemas Aire Agua

2. Daly, Allan. 2002. York Internacional. Manual Técnico Modular. Integrated Terminals. Catálogo del fabricante. Ashrae Journal, Underfloor Air Distribution. Mayo 2002.

   Capítulo III Fundamentos en Sistemas de Aire Acondicionado con Flujo de enfriamiento.

3. ASHRAE Handbook. 1997. Fundamentos. Sección Cálculos de Carga y Energía

   Capítulo IV Consideraciones y Parámetros de Diseño.

4. Cuba, Joseph, Rudoy, W. 1979. ASHRAE Manual. Cooling and Heating Load Manual. Segunda Edición. Capítulo V Cálculos y Selección de los Equipos.

5. Means Cost Publication. 2002. Capítulo VI Costos Comparativos.

ANEXOS

Planos:

Ploteo de Planos.

Los planos han sido elaborados en su integridad por el autor del presente.

Informe Técnico, compilados en archivos electrónicos AUTOCAD 2000, como se presenta a continuación:

Tabla 7.3.1

Dibujos	Planos	Escala de Ploteo	Código de Colores
File 1	M-1, M-2, M-3, M-4, M-5, M-6	1/8" = 1'- 0"	Rojo, Amarillo, Verde, Azul, Magenta(6): 0.50 mm Cyan (4): 0.35 mm Blanco: 0.10 mm Gris (8) : 0.175 mm
File 2	M-7, M-8	1/8" = 1'- 0"	
File 3	M-9, M-10, M-11, M-12, M-13	1/8" = 1'- 0"	
File 4	M-14, M-15, M-16, M-17	1/8" = 1'- 0"	

Nota: M-4, M-5 sólo están dibujados los marcos. Los dibujos completos M-4 y M-5 están en formato PDF.

APÉNDICE

1. Condiciones climáticas, 1997 ASRAE Fundamentos, página **A-01.**
2. Parámetros de Cálculos, ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual, autores Ing. W. Rudoy y Ing. Joseph Cuba, segunda edición 1979, páginas **A-02** a **A-15.**
3. Catálogo de Unidad Ventiladora, York International, páginas **A-16** a **A-55**.
4. Catálogo de Industrial Acoustics Company para selección de atenuadores de Ruido, páginas **A-56** a **A-71**.
5. Catálogo de Tate Building Technology Platform de productos de sistemas de Flujo de Aire en piso, páginas **A-72** a **A-80**.
6. Cátalogo de Penn ventilation. Selección de Campanas de Despresurización, páginas **A-81** a **A-83**.

APÉNDICE

Table 2.1C Climatic Conditions for Other Countries

Col. 1 Country and Station	Col. 2 Latitude and Longitude ° ′	Col. 3 Elevation, Ft	Winter			Summer						
			Col. 4			Col. 5 Design Dry-Bulb			Col. 6 Outdoor Daily Range F deg	Col. 7 Design Wet-Bulb		
			Mean of Annual Extremes	99%	97½%	1%	2½%	5%		1%	2½%	5%
PAKISTAN												
Chittagong	22 21N/91 50E	87	48	52	54	93	91	89	20	82	81	81
Karachi	24 48N/66 59E	13	45	49	51	100	98	95	14	82	82	81
Lahore	31 35N/74 20E	702	32	35	37	109	107	105	27	83	82	81
Peshwar	34 01N/71 35E	1164	31	35	37	109	106	103	29	81	80	79
PANAMA AND CANAL ZONE												
Panama City	8 58N/79 33W	21	69	72	73	93	92	91	18	81	81	80
PARAGUAY												
Asunción	25 17S/57 30W	456	35	43	46	100	98	96	24	81	81	80
PERU												
Lima	12 05S/77 03W	394	51	53	55	86	85	84	17	76	75	74
PHILIPPINES												
Manila	14 35N/120 59E	47	69	73	74	94	92	91	20	82	81	81
POLAND												
Kraków	50 04N/19 57E	723	− 2	2	6	84	81	78	19	68	67	66
Warsaw	52 13N/21 02E	394	− 3	3	8	84	81	78	19	71	70	68
PORTUGAL												
Lisbon	38 43N/9 08W	313	32	37	39	89	86	83	16	69	68	67
PUERTO RICO												
San Juan	18 29N/66 07W	82	65	67	68	89	88	87	11	81	80	79
RUMANIA												
Bucharest	44 25N/26 06E	269	− 2	3	8	93	91	89	26	72	71	70
SAUDI ARABIA												
Dhahran	26 17N/50 09E	80	39	45	48	111	110	108	32	86	85	84
Jedda	21 28N/39 10E	20	52	57	60	106	103	100	22	85	84	83
Riyadh	24 39N/46 42E	1938	29	37	40	110	108	106	32	78	77	76
SENEGAL												
Dakar	14 42N/17 29W	131	58	61	62	95	93	91	13	81	80	80
SOMALIA												
Mogadiscio	2 02N/49 19E	39	67	69	70	91	90	89	12	82	82	81
SOUTH AFRICA												
Capetown	33 56S/18 29E	55	36	40	42	93	90	86	20	72	71	70
Johannesburg	26 11S/78 03E	5463	26	31	34	85	83	81	24	70	69	69
Pretoria	25 45S/28 14E	4491	27	32	35	90	87	85	23	70	69	68
SOVIET UNION												
Alma Ata	43 14N/76 53E	2543	−18	−10	− 6	88	86	83	21	69	68	67
Archangel	64 33N/40 32E	22	−29	−23	−18	75	71	68	13	60	58	57
Kaliningrad	54 43N/20 30E	23	− 3	+ 1	6	83	80	77	17	67	66	65
Krasnoyarsk	56 01N/92 57E	498	−41	−32	−27	84	80	76	12	64	62	60
Kiev	50 27N/30 30E	600	−12	− 5	+ 1	87	84	81	22	69	68	67
Kharkov	50 00N/36 14E	472	−19	−10	− 3	87	84	82	23	69	68	67
Kuibyshev	53 11N/50 06E	190	−23	−19	−13	89	85	81	20	69	67	66
Leningrad	59 56N/30 16E	16	−14	− 9	− 5	78	75	72	15	65	64	63
Minsk	53 54N/27 33E	738	−19	−11	− 4	80	77	74	16	67	65	63
Moscow	55 46N/37 40E	505	−19	−11	− 6	84	81	78	21	69	67	65
Odessa	46 29N/30 44E	214	− 1	4	8	87	84	82	14	70	69	68
Petropavlovsk	52 53N/158 42E	286	− 9	− 3	0	70	68	65	13	58	57	56
Rostov on Don	47 13N/39 43E	159	− 9	− 2	4	90	87	84	20	70	69	68
Sverdlovsk	56 49N/60 38E	894	−34	−25	−20	80	76	72	16	63	62	60
Tashkent	41 20N/69 18E	1569	− 4	3	8	95	93	90	29	71	70	69
Tbilisi	41 43N/44 48E	1325	12	18	22	87	85	83	18	68	67	66
Vladivostok	43 07N/131 55E	94	−15	−10	− 7	80	77	74	11	70	69	68
Volgograd	48 42N/44 31E	136	−21	−13	− 7	93	89	86	19	71	70	69
SPAIN												
Barcelona	41 24N/2 09E	312	31	33	36	88	86	84	13	75	74	73
Madrid	40 25N/3 41W	2188	22	25	28	93	91	89	25	71	69	67
Valencia	39 28N/0 23W	79	31	33	37	92	90	88	14	75	74	73
SUDAN												
Khartoum	15 37N/32 33E	1279	47	53	56	109	107	104	30	77	76	75
SURINAM												
Paramaribo	5 49N/55 09W	12	66	68	70	93	92	90	18	82	82	81
SWEDEN												
Stockholm	59 21N/18 04E	146	3	5	8	78	74	72	15	64	62	60
SWITZERLAND												
Zurich	47 23N/8 33E	1617	4	9	14	84	81	78	21	68	67	66
SYRIA												
Damascus	33 30N/36 20E	2362	25	29	32	102	100	98	35	72	71	70
TAIWAN												
Tainan	22 57N/120 12E	70	40	46	49	92	91	90	14	84	83	82
Taipei	25 02N/121 31E	30	41	44	47	94	92	90	16	83	82	81

Table 3.8 Cooling Load Temperature Differences for Calculating Cooling Load from Flat Roofs

of	Description of Construction	Weight lb/ft²	U-value Btu/(hr·ft²·°F)	Solar Time, hr 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Hour of Maximum CLTD	Minimum CLTD	Maximum CLTD	Difference CLTD	Heat Capacity Btu/(ft²·°F)
	Without Suspended Ceiling																															
	Steel sheet with 1-in. (or 2-in.) insulation	7 (8)	0.213 (0.124)	1	−2	−3	−3	−5	−3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3	14	−5	79	84	2.13
	1-in. wood with 1-in. insulation	8	0.170	6	3	0	−1	−3	−3	−2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9	16	−3	74	77	3.73
	4-in. l.w concrete	18	0.213	9	5	2	0	−2	−3	−3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13	16	−3	73	76	4.45
	2-in. h.w. concrete with 1-in. (or 2-in.) insulation	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	−1	−1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	45	36	29	22	17	16	−1	67	68	6.57
	1-in. wood with 2-in. insulation	19	0.109	3	0	−3	−4	−5	−7	−6	−3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7	16	−7	64	71	3.83
	6-in. l.w. concrete	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28	18	1	64	63	5.79
	2.5-in. wood with 1-in. insulation	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34	19	6	56	50	6.51
	8-in. l.w. concrete	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40	20	7	54	47	7.13
	4-in. h.w. concrete with 1-in. (or 2-in.) insulation	52 (52)	0.200 (0.120)	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30	18	8	53	45	11.21
	2.5-in. wood with 2-in. insulation	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35	19	8	51	43	6.61
	Roof terrace system	75	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37	20	13	46	33	15.98
	6-in. h.w. concrete with 1-in. (or 2-in.) insulation	75 (75)	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34	19	14	45	31	15.89
	4-in. wood with 1-in. (or 2-in) insulation	17 (18)	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40	22	16	43	27	9.27
	With Suspended Ceiling																															
	Steel Sheet with 1-in. (or 2-in.) insulation	9 (10)	0.134 (0.092)	2	0	−2	−3	−4	−4	−1	9	23	37	50	62	71	77	78	74	67	56	42	28	18	12	8	5	15	−4	78	82	2.50
	1-in. wood with 1-in. insulation	10	0.115	20	15	11	8	5	3	2	3	7	13	21	30	40	48	55	60	62	61	58	51	44	37	30	25	17	2	62	60	4.11
	4-in. l.w. concrete	20	0.134	19	14	10	7	4	2	0	0	4	10	19	29	39	48	56	62	65	64	61	54	46	38	30	24	17	0	65	65	4.83
	2-in. h.w. concrete with 1-in. insulation	30	0.131	28	25	23	20	17	15	13	13	14	16	20	25	30	35	39	43	46	47	46	44	41	38	35	32	18	13	47	34	6.94
	1-in. wood with 2-in. insulation	10	0.083	25	20	16	13	10	7	5	5	7	12	18	25	33	41	48	53	57	57	56	52	46	40	34	29	18	5	57	52	4.21
	6-in. l.w. concrete	26	0.109	32	28	23	19	16	13	10	8	7	8	11	16	22	29	36	42	48	52	54	54	51	47	42	37	20	7	54	47	6.17
	2.5-in. wood with 1-in. insulation	15	0.096	34	31	29	26	23	21	18	16	15	15	16	18	21	25	30	34	38	41	43	44	44	42	40	37	21	15	44	29	6.89
	8-in. l.w. concrete	33	0.093	39	36	33	29	26	23	20	18	15	14	14	15	17	20	25	29	34	38	42	45	46	45	44	42	21	14	46	32	7.51
	4-in. h.w. concrete with 1-in. (or 2-in.) insulation	53 (54)	0.128 (0.090)	30	29	27	26	24	22	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	38	38	38	37	36	34	33	19	20	38	18	11.58
	2.5-in. wood with 2-in. insulation	15	0.072	35	33	30	28	26	24	22	20	18	18	18	20	22	25	28	32	35	38	40	41	41	40	39	37	21	18	41	23	6.98
	Roof terrace system	77	0.082	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	22	23	23	25	26	28	29	31	32	33	33	33	33	32	22	22	33	11	16.36
	6-in. h.w. concrete with 1-in. (or 2-in) insulation	77 (77)	0.125 (0.088)	29	28	27	26	25	24	23	22	21	21	22	23	25	26	28	30	32	33	34	34	34	33	32	31	20	21	34	13	16.26
	4-in. wood with 1-in (or 2-in.) insulation	19 (20)	0.082 (0.064)	35	34	33	32	31	29	27	26	24	23	22	21	22	22	24	25	27	30	32	34	35	36	37	36	23	21	37	16	9.64

(1) *Direct Application of Table 3.8 Without Adjustments:*

Values in Table 3.8 were calculated using the following conditions:

- Dark flat surface roof ("dark" for solar radiation absorption)
- Indoor temperature of 78 F
- Outdoor maximum temperature of 95 F with outdoor mean temperature of 85 F and an outdoor daily range of 21 deg F
- Solar radiation typical of 40 deg North latitude on July 21
- Outside surface resistance, $R_o = 0.333$ (hr·ft²·F)/Btu
- Without and with suspended ceiling, but no attic fans or return air ducts in suspended ceiling space
- Inside surface resistance, $R_i = 0.685$ (hr·ft²·F)/Btu

(2) *Adjustments to Table 3.8 Values:*

The following equation makes adjustments for deviations of design and solar conditions from those listed in (1) above.

$$CLTD_{corr} = [(CLTD + LM) \times K + (78 - T_R) + (T_o - 85)] \times f$$

where CLTD is from this table

a) LM is latitude-month correction from Table 3.12 for a horizontal surface.

b) K is a color adjustment factor and is applied after first making month-latitude adjustments. Credit should not be taken for light-colored roof except where permanence of light color is established by experience, as in rural areas or where there is little smoke.
$K = 1.0$ if dark colored or light in an industrial area
$K = 0.5$ if permanently light-colored (rural area)

c) $(78 - T_R)$ is indoor design temperature correction.
Table 3.13 can be used when indoor design is other than 78 F.

d) $(T_o - 85)$ is outdoor design temperature correction, where T_o is the average outside temperature on design day.
Table 3.13 is based on the local design outside dry-bulb temperature and daily range, as given in Column 6 (2 1/2%) and 7, Table 2.1, Climatic Conditions.

e) f is a factor for attic fan and/or ducts above ceiling and is applied after all other adjustments have been made.
$f = 1.0$ no attic or ducts
$f = 0.75$, positive ventilation
Values in Table 3.8 were calculated without and with a suspended ceiling, but made no allowance for positive ventilation or return ducts thru the space. If ceiling is insulated and a fan is used between ceiling and roof, CLTD may be reduced by 25% ($f = .75$). Use of the suspended ceiling space for a return air plenum or with return air ducts should be analyzed separately.

(3) *Roof Constructions Not Listed In Table:*

The U-Values listed are to be used only as guides. The actual value of U as obtained from tables such as Table 3.2 or as calculated for the actual roof construction should be used.

An actual roof construction not in this table would be thermally similar to a roof in the table, if it has similar mass, m lb/ft², and similar heat capacity Btu/(ft²·F). In such a case, use the CLTD from this table as corrected by Note (2) above.

Example: A flat roof without a suspended ceiling has properties m = 18.0 lb/ft², $U = 0.20$ Btu/(hr·ft²·F), and heat capacity = 9.5 Btu/(ft²·F). Use $CLTD_{corr}$ from Roof No. 13, to obtain $CLTD_{corr}$ and use the actual U value to calculate $q/A = U(CLTD)_{corr} = 0.20\ (CLTD_{corr})$.

(4) *Additional Insulation*

For each R-7 increase in R-value due to insulation added to the roof structure (Table 3.7), use a CLTD for a roof whose weight and heat capacity are approximately the same, but whose CLTD has a maximum value 2 hr later. If this is not possible, because a roof with the longest time lag has already been selected, use an effective CLTD in the cooling load calculation equal to 29 deg F.

Table 3.9 Wall Construction Group Description

Group No.	Description of Construction	Weight (lb/ft²)	*U*-Value Btu/(hr·ft²·F)	Heat Capacity Btu/(ft²·F)	Code Numbers of Layers (See Table 3.11)
4-in. Face Brick+*(Brick)*					
C	Air Space+4-in. Face Brick	83	0.358	18.3	A0, A2, B1, A2, E0
D	4-in. Common Brick	90	0.415	18.4	A0, A2, C4, E1, E0
C	1-in. Insulation or Air space+4-in. Common Brick	90	0.174-0.301	18.4	A0, A2, C4, B1/B2, E1, E0
B	2-in. Insulation+4-in. Common Brick	88	0.111	18.5	A0, A2, B3, C4, E1, E0
B	8-in. Common Brick	130	0.302	26.4	A0, A2, C9, E1, E0
A	Insulation or Air space+8-in. Common Brick	130	0.154-0.243	26.4	A0, A2, C9, B1/B2, E1, E0
4-in. Face Brick+*(H.W. Concrete)*					
C	Air Space+2-in. Concrete	94	0.350	19.7	A0, A2, B1, C5, E1, E0
B	2-in. Insulation+4-in. concrete	97	0.116	19.8	A0, A2, B3, C5, E1, E0
A	Air Space or Insulation+8-in. or more Concrete	143-190	0.110-0.112	29.1-38.4	A0, A2, B1, C10/11, E1, E0
4-in. Face Brick+*(L.W. or H.W. Concrete Block)*					
E	4-in. Block	62	0.319	12.9	A0, A2, C2, E1, E0
D	Air Space or Insulation+4-in. Block	62	0.153-0.246	12.9	A0, A2, C2, B1/B2, E1, E0
D	8-in. Block	70	0.274	15.1	A0, A2, C7, A6, E0
C	Air Space or 1-in. Insulation+6-in. or 8-in. Block	73-89	0.221-0.275	15.5-18.5	A0, A2, B1, C7/C8, E1, E0
B	2-in. Insulation+8-in. Block	89	0.096-0.107	15.5-18.6	A0, A2, B3, C7/C8, E1, E0
4-in Face Brick+*(Clay Tile)*					
D	4-in. Tile	71	0.381	15.1	A0, A2, C1, E1, E0
D	Air Space+4-in. Tile	71	0.281	15.1	A0, A2, C1, B1, E1, E0
C	Insulation+4-in. Tile	71	0.169	15.1	A0, A2, C1, B2, E1, E0
C	8-in. Tile	96	0.275	19.7	A0, A2, C6, E1, E0
B	Air Space or 1-in. Insulation+8-in. Tile	96	0.142-0.221	19.7	A0, A2, C6, B1/B2, E1, E0
A	2-in. Insulation+8-in. Tile	97	0.097	19.8	A0, A2, B3, C6, E1, E0
H.W. Concrete Wall+*(Finish)*					
E	4-in. Concrete	63	0.585	12.5	A0, A1, C5, E1, E0
D	4-in. Concrete+1-in. or 2-in. Insulation	63	0.119-0.200	12.5	A0, A1, C5, B2/B3, E1, E0
C	2-in. Insulation+4-in. Concrete	63	0.119	12.7	A0, A1, B6, C5, E1, E0
C	8-in. Concrete	109	0.490	21.9	A0, A1, C10, E1, E0
B	8-in. Concrete+1-in. or 2-in. Insulation	110	0.115-0.187	22.0	A0, A1, C10, B5/B6, E1, E0
A	2-in. Insulation+8-in. Concrete	110	0.115	21.9	A0, A1, B3, C10, E1, E0
B	12-in. Concrete	156	0.421	31.2	A0, A1, C11, E1, E0
A	12-in. Concrete+Insulation	156	0.113	31.3	A0, C11, B6, A6, E0
L.W. and H.W. Concrete Block+*(Finish)*					
F	4-in. Block+Air Space/Insulation	29-36	0.161-0.263	5.7-7.2	A0, A1, C2, B1/B2, E1, E0
E	2-in. Insulation+4-in. Block	29-37	0.105-0.114	5.8-7.3	A0, A1, B1, C2/C3, E1, E0
E	8-in. Block	41-57	0.294-0.402	6.3-11.3	A0, A1, C7/C8, E1, E0
D	8-in. Block+Air Space/Insulation	41-57	0.149-0.173	8.3-11.3	A0, A1, C7/C8, B2, E1, E0
Clay *Tile*+*(Finish)*					
F	4-in. Tile	39	0.419	7.8	A0, A1, C1, E1, E0
F	4-in. Tile+Air space	39	0.303	7.8	A0, A1, C1, B1, E1, E0
E	4-in. Tile+1-in. insulation	39	0.175	7.9	A0, A1, C1, B2, E1, E0
D	2-in. Insulation+4-in. Tile	40	0.110	7.9	A0, A1, B3, C1, E1, E0
D	8-in. Tile	63	0.296	12.5	A0, A1, C6, E1, E0
C	8-in. Tile+Air Space/1-in. Insulation	63	0.151-0.231	12.6	A0, A1, C6, B1/B2, E1, E0
B	2-in. Insulation+8-in. Tile	63	0.099	12.6	A0, A1, B3, C6, E1, E0
Metal Curtain Wall					
G	With/without Air Space+1-in./2-in./3-in. Insulation	5-6	0.091-0.230	0.7	A0, A3, B5/B6/B12, A3, E0
Frame Wall					
G	1-in. to 3-in. Insulation	16	0.081-0.178	3.2	A0, A1, B1, B2/B3/B4, E1, E0

Table 3.10 Cooling Load Temperature Differences for Calculating Cooling Load from Sunlit Walls

North Latitude Wall Facing	Solar Time, hr 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Hr of Maximum CLTD	Minimum CLTD	Maximum CLTD	Difference CLTD
Group A Walls																												
N	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	2	10	14	4
NE	19	19	19	18	17	17	16	15	15	15	15	15	16	16	17	18	18	18	19	19	20	20	20	20	22	15	20	5
E	24	24	23	23	22	21	20	19	19	18	19	19	20	21	22	23	24	24	25	25	25	25	25	25	22	18	25	7
SE	24	23	23	22	21	20	20	19	18	18	18	18	18	19	20	21	22	23	23	24	24	24	24	24	22	18	24	6
S	20	20	19	19	18	18	17	16	16	15	14	14	14	14	14	15	16	17	18	19	19	20	20	20	23	14	20	6
SW	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	17	17	17	17	18	19	20	22	23	24	25	25	24	17	25	8
W	27	27	26	26	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	18	18	18	19	20	22	23	25	26	26	1	18	27	9
NW	21	21	21	20	20	19	19	18	17	16	16	15	15	14	14	14	15	15	16	17	18	19	20	21	1	14	21	7
Group B Walls																												
N	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	9	8	9	9	9	10	11	12	13	14	14	15	15	15	24	8	15	7
NE	19	18	17	16	15	14	13	12	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	21	20	20	21	12	21	9
E	23	22	21	20	18	17	16	15	15	15	17	19	21	22	24	25	26	26	27	27	26	26	25	24	20	15	27	12
SE	23	22	21	20	18	17	16	15	14	14	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	26	25	24	21	14	26	12
S	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	11	12	14	15	17	19	20	21	22	22	22	21	23	11	22	11
SW	27	26	25	24	22	21	19	18	16	15	14	14	13	13	14	15	17	20	22	25	27	28	28	28	24	13	28	15
W	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	14	15	17	19	22	25	27	29	29	30	24	14	30	16
NW	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	12	11	12	12	13	15	17	19	21	22	23	23	24	11	23	12
Group C Walls																												
N	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	8	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	17	16	22	7	17	10
NE	19	17	16	14	13	11	10	10	11	13	15	17	19	20	21	22	22	23	23	23	23	22	21	20	20	10	23	13
E	22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22	25	27	29	29	30	30	30	29	28	27	26	24	18	12	30	18
SE	22	21	19	17	15	14	12	12	12	13	16	19	22	24	26	28	29	29	29	29	28	27	26	24	19	12	29	17
S	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	9	10	11	14	17	20	22	24	25	26	25	25	24	22	20	9	26	17
SW	29	27	25	22	20	18	16	15	13	12	11	11	11	13	15	18	22	26	29	32	33	33	32	31	22	11	33	22
W	31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	35	33	22	12	35	23
NW	25	23	21	20	18	16	14	13	11	10	10	10	10	11	12	13	15	18	22	25	27	27	27	26	22	10	27	17
Group D Walls																												
N	15	13	12	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	10	12	13	15	17	18	19	19	19	18	16	21	6	19	13
NE	17	15	13	11	10	8	7	8	10	14	17	20	22	23	23	24	24	25	25	24	23	22	20	18	19	7	25	18
E	19	17	15	13	11	9	8	9	12	17	22	27	30	32	33	33	32	32	31	30	28	26	24	22	16	8	33	25
SE	20	17	15	13	11	10	8	8	10	13	17	22	26	29	31	32	32	32	31	30	28	26	24	22	17	8	32	24
S	19	17	15	13	11	9	8	7	6	6	7	9	12	16	20	24	27	29	29	29	27	26	24	22	19	6	29	23
SW	28	25	22	19	16	14	12	10	9	8	8	8	10	12	16	21	27	32	36	38	38	37	34	31	21	8	38	30
W	31	27	24	21	18	15	13	11	10	9	9	9	10	11	14	18	24	30	36	40	41	40	38	34	21	9	41	32
NW	25	22	19	17	14	12	10	9	8	7	7	8	9	10	12	14	18	22	27	31	32	32	30	27	22	7	32	25
Group E Walls																												
N	12	10	8	7	5	4	3	4	5	6	7	9	11	13	15	17	19	20	21	23	20	18	16	14	20	3	22	19
NE	13	11	9	7	6	4	5	9	15	20	24	25	25	26	26	26	26	26	25	24	22	19	17	15	16	[illegible]	26	22
E	14	12	10	8	6	5	6	11	18	26	33	36	38	37	36	34	33	32	30	28	25	22	20	17	13	5	38	33
SE	15	12	10	8	7	5	5	8	12	19	25	31	35	37	37	36	34	33	31	28	26	23	20	17	15	5	37	32
S	15	12	10	8	7	5	4	3	4	5	9	13	19	24	29	32	34	33	31	29	26	23	20	17	17	3	34	31
SW	22	18	15	12	10	8	6	5	5	6	7	9	12	18	24	32	38	43	45	44	40	35	30	26	19	5	45	40
W	25	21	17	14	11	9	7	6	6	6	7	9	11	14	20	27	36	43	49	49	45	40	34	29	20	6	49	43
NW	20	17	14	11	9	7	6	5	5	5	6	8	10	13	16	20	26	32	37	38	36	32	28	24	20	5	38	33
Group F Walls																												
N	8	6	5	3	2	1	2	4	6	7	9	11	14	17	19	21	22	23	24	23	20	16	13	11	19	1	24	23
NE	9	7	5	3	2	1	5	14	23	28	30	29	28	27	27	27	27	26	24	22	19	16	13	11	11	1	30	29
E	10	7	6	4	3	2	6	17	28	38	44	45	43	39	36	34	32	30	27	24	21	17	15	12	12	2	45	43
SE	10	7	6	4	3	2	4	10	19	28	36	41	43	42	39	36	34	31	28	25	21	18	15	12	13	2	43	41
S	10	8	6	4	3	2	1	1	3	7	13	20	27	34	38	39	38	35	31	26	22	18	15	12	16	1	39	38
SW	15	11	9	6	5	3	2	2	4	5	8	11	17	26	35	44	50	53	52	45	37	28	23	18	18	2	53	51
W	17	13	10	7	5	4	3	3	4	6	8	11	14	20	28	39	49	57	60	54	43	34	27	21	19	3	60	57
NW	14	10	8	6	4	3	2	2	3	5	8	10	13	15	21	27	35	42	45	42	35	28	22	18	19	2	46	44
Group G Walls																												
N	3	2	1	0	−1	2	7	8	9	12	15	18	21	23	24	24	25	26	22	15	11	9	7	5	18	−1	26	27
NE	3	2	1	0	−1	9	27	36	39	35	30	26	26	27	27	26	25	22	18	14	11	9	7	5	9	−1	39	40
E	4	2	1	0	−1	11	31	47	54	55	50	40	33	31	30	29	27	24	19	15	12	10	8	6	10	−1	55	56
SE	4	2	1	0	−1	5	18	32	42	49	51	48	42	36	32	30	27	24	19	15	12	10	8	6	11	−1	51	52
S	4	2	1	0	−1	0	1	5	12	22	31	39	45	46	43	37	31	25	20	15	12	10	8	5	14	−1	46	47
SW	5	4	3	1	0	0	2	5	8	12	16	26	38	50	59	63	61	52	37	24	17	13	10	8	16	0	63	63
W	6	5	3	2	1	1	2	5	8	11	15	19	27	41	56	67	72	67	48	29	20	15	11	8	17	1	72	71
NW	5	3	2	1	0	0	2	5	8	11	15	18	21	27	37	47	55	55	41	25	17	13	10	7	18	0	55	55

(1) *Direct Application of the Table Without Adjustments:*

Values in the table were calculated using the same conditions for walls as outlined for the roof CLTD table, Table 3.8. These values may be used for all normal air conditioning estimates usually without correction (except as noted below) when the load is calculated for the hottest weather.

For totally shaded walls use the North orientation values.

(2) *Adjustments to Table Values:*

The following equation makes adjustment for conditions other than those listed in Note (1).

$$CLTD_{corr} = (CLTD + LM) \times K + (78 - T_R) + (T_o - 85)$$

where CLTD is from Table 3.10 at the wall orientation.

(a) LM is the latitude-month correction from Table 3.12

(b) K is a color adjustment factor and is applied after first making latitude-month adjustment

$K = 1.0$ is dark colored or light in an industrial area

$K = 0.83$ if permanently medium colored (rural area)

$K = 0.65$ if permanently light colored (rural area)

Credit should not be taken for wall color other than dark except where permanence of color is established by experience, as in rural areas or where there is little smoke.

Colors: Light — Cream
Medium — Medium blue, medium green, bright red, light brown, unpainted wood, and natural color concrete
Dark — Dark blue, red, brown and green

(c) $(78 - T_R)$ is indoor design temperature correction
Table 3.13 may also be used when indoor design is specified as other than 78 F.

(d) $(T_o - 85)$ is outdoor design temperature correction where T_o is the average outside temperature on a design day.
Table 3.13 is based on the local design outside dry-bulb temperature and daily range, as given in Column 6 (2 1/2%) and 7, Table 2.1, Climatic Conditions.

(3) *Wall Construction Not Listed:*

The U-values listed are to be used only as guides. The value of U as obtained from tables such as Table 3.2 or as calculated for the actual wall structure should be used.

An actual wall construction not listed in this table (or Table 3.9) would be thermally similar to a wall in the table, if it has similar mass, lb/ft², and similar heat capacity, Btu/(ft²·F). In that case, use CLTD from this table as corrected by Note (2) above.

(4) *Additional Insulation:*

For each 7 increase in R-value due to insulation added to the wall structures in Table 3.9, use the CLTD for the wall group with the next higher letter in the alphabet. For example, move to a group B wall when the initial wall group is C. When the insulation is added to the exterior of the construction rather than the interior, use the CLTD for the wall group two letters higher. If this is not possible, due to having already selected a wall in Group A, use an effective CLTD in the load calculation as given in the following table.

CLTD, Uncorrected, When Vertical Wall Structure is "Thermally" Heavier than Group A due to Added Insulation

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
11	17	22	21	17	21	22	17

Table 3.11 Thermal Properties and Code Numbers of Layers Used in Calculations of Coefficients for Roof and Wall[a]

Description	Code Number	Thickness and Thermal Properties L	K	D	SH	R	WT	WT × SH
Outside surface resistance	A0					0.333		
1-in. Stucco (asbestos cement or wood siding plaster, etc.)	A1	0.0833	0.4	116	0.20	0.208	9.66	1.93
4-in. face brick (dense concrete)	A2	0.333	0.75	130	0.22	0.444	43.3	9.53
Steel siding (aluminum or other lightweight cladding)	A3	0.005	26.0	480	0.10	0.0002	2.40	0.24
Finish	A6	0.0417	0.24	78	0.26	0.174	3.25	0.85
Air space resistance	B1					0.91		
1-in. insulation	B2	0.083	0.025	2.0	0.2	3.32	0.17	0.03
2-in. insulation	B3	0.167	0.025	2.0	0.2	6.68	0.33	0.07
3-in. insulation	B4	0.25	0.025	2.0	0.2	10.03	0.50	0.10
1-in. insulation	B5	0.0833	0.025	5.7	0.2	3.33	0.47	0.10
2-in. insulation	B6	0.167	0.025	5.7	0.2	6.68	0.95	0.19
1-in. wood	B7	0.0833	0.07	37.0	0.6	1.19	3.08	1.85
2.5-in. wood	B8	0.2083	0.07	37.0	0.6	2.98	7.71	4.63
4-in. wood	B9	0.333	0.07	37.0	0.6	4.76	12.3	7.38
2-in. wood	B10	0.167	0.07	37.0	0.6	2.39	6.18	3.71
3-in. wood	B11	0.25	0.07	37.0	0.6	3.58	9.25	5.55
3-in. insulation	B12	0.25	0.025	5.7	0.2	10.0	1.42	0.28
4-in. clay tile	C1	0.333	0.33	70.0	0.2	1.01	23.3	4.66
4-in. l.w. concrete block	C2	0.333	0.22	38.0	0.2	1.51	12.7	2.54
4-in. h.w. concrete block	C3	0.333	0.47	61.0	0.2	0.71	20.3	4.06
4-in. common brick	C4	0.333	0.42	120	0.2	0.79	40.0	8.00
4-in. h.w. concrete	C5	0.333	1.0	140	0.2	0.333	46.6	9.32
8-in. clay tile	C6	0.667	0.33	70	0.2	2.02	46.7	9.34
8-in. l.w. concrete block	C7	0.667	0.33	38.0	0.2	2.02	25.4	5.08
8-in. h.w. concrete block	C8	0.667	0.6	61.0	0.2	1.11	40.7	8.14
8-in. common brick	C9	0.667	0.42	120	0.2	1.59	80.0	16.00
8-in. h.w. concrete	C10	0.667	1.0	140	0.2	0.667	93.4	18.68
12-in. h.w. concrete	C11	1.0	1.0	140	0.2	1.00	140.0	28.00
2-in. h.w. concrete	C12	0.167	1.0	140	0.2	0.167	23.4	4.68
6-in. h.w. concrete	C13	0.5	1.0	140	0.2	0.50	70.0	14.00
4-in. l.w. concrete	C14	0.333	0.1	40	0.2	3.33	13.3	2.66
6-in. l.w. concrete	C15	0.5	0.1	40	0.2	5.0	20.0	4.00
8-in. l.w. concrete	C16	0.667	0.1	40	0.2	6.67	26.7	5.34
Inside surface resistance	E0					0.685		
0.75-in. plaster; 0.75-in. gypsum or other similar finishing layer	E1	0.0625	0.42	100	0.2	0.149	6.25	1.25
0.5-in. slag or stone	E2	0.0417	0.83	55	0.40	0.050	2.29	0.92
0.375-in. felt membrane	E3	0.0313	0.11	70	0.40	0.285	2.19	0.88
Ceiling air space	E4					1.0		
Acoustic tile	E5	0.0625	0.035	30	0.20	1.786	1.88	0.38

[a] Units: L = ft.; SH = Btu/(lb · deg F); K = Btu/(hr · ft · deg F); R = (hr · ft² · deg F)/Btu; D = lb/ft³; WT = lb/ft²; WT SH = Btu/(ft² · F)

Table 3.12 CLTD Correction For Latitude and Month Applied to Walls and Roofs, North Latitudes

Lat.	Month	N	NNE NNW	NE NW	ENE WNW	E W	ESE WSW	SE SW	SSE SSW	S	HOR
0	Dec	−3	−5	−5	−5	−2	0	3	6	9	−1
	Jan/Nov	−3	−5	−4	−4	−1	0	2	4	7	−1
	Feb/Oct	−3	−2	−2	−2	−1	−1	0	−1	0	0
	Mar/Sept	−3	0	1	−1	−1	−3	−3	−5	−8	0
	Apr/Aug	5	4	3	0	−2	−5	−6	−8	−8	−2
	May/Jul	10	7	5	0	−3	−7	−8	−9	−8	−4
	Jun	12	9	5	0	−3	−7	−9	−10	−8	−5
8	Dec	−4	−6	−6	−6	−3	0	4	8	12	−5
	Jan/Nov	−3	−5	−6	−5	−2	0	3	6	10	−4
	Feb/Oct	−3	−4	−3	−3	−1	−1	1	2	4	−1
	Mar/Sept	−3	−2	−1	−1	−1	−2	−2	−3	−4	0
	Apr/Aug	2	2	2	0	−1	−4	−5	−7	−7	−1
	May/Jul	7	5	4	0	−2	−5	−7	−9	−7	−2
	Jun	9	6	4	0	−2	−6	−8	−9	−7	−2
16	Dec	−4	−6	−8	−8	−4	−1	4	9	13	−9
	Jan/Nov	−4	−6	−7	−7	−4	−1	4	8	12	−7
	Feb/Oct	−3	−5	−5	−4	−2	0	2	5	7	−4
	Mar/Sept	−3	−3	−2	−2	−1	−1	0	0	0	−1
	Apr/Aug	−1	0	−1	−1	−1	−3	−3	−5	−6	0
	May/Jul	4	3	3	0	−1	−4	−5	−7	−7	0
	Jun	6	4	4	1	−1	−4	−6	−8	−7	0
24	Dec	−5	−7	−9	−10	−7	−3	3	9	13	−13
	Jan/Nov	−4	−6	−8	−9	−6	−3	3	9	13	−11
	Feb/Oct	−4	−5	−6	−6	−3	−1	3	7	10	−7
	Mar/Sept	−3	−4	−3	−3	−1	−1	1	2	4	−3
	Apr/Aug	−2	−1	0	−1	−1	−2	−1	−2	−3	0
	May/Jul	1	2	2	0	0	−3	−3	−5	−6	1
	Jun	3	3	3	1	0	−3	−4	−6	−6	1
32	Dec	−5	−7	−10	−11	−8	−5	2	9	12	−17
	Jan/Nov	−5	−7	−9	−11	−8	−4	2	9	12	−15
	Feb/Oct	−4	−6	−7	−8	−4	−2	4	8	11	−10
	Mar/Sep	−3	−4	−4	−4	−2	−1	3	5	7	−5
	Apr/Aug	−2	−2	−1	−2	0	−1	0	1	1	−1
	May/Jul	1	1	1	0	0	−1	−1	−3	−3	1
	Jun	1	2	2	1	0	−2	−2	−4	−4	2
40	Dec	−6	−8	−10	−13	−10	−7	0	7	10	−21
	Jan/Nov	−5	−7	−10	−12	−9	−6	1	8	11	−19
	Feb/Oct	−5	−7	−8	−9	−6	−3	3	8	12	−14
	Mar/Sep	−4	−5	−5	−6	−3	−1	4	7	10	−8
	Apr/Aug	−2	−3	−2	−2	0	0	2	3	4	−3
	May/Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Jun	1	1	1	0	1	0	0	−1	−1	2
48	Dec	−6	−8	−11	−14	−13	−10	−3	2	6	−25
	Jan/Nov	−6	−8	−11	−13	−11	−8	−1	5	8	−24
	Feb/Oct	−5	−7	−10	−11	−8	−5	1	8	11	−18
	Mar/Sep	−4	−6	−6	−7	−4	−1	4	8	11	−11
	Apr/Aug	−3	−3	−3	−3	−1	0	4	6	7	−5
	May/Jul	0	−1	0	0	1	1	3	3	4	0
	Jun	1	1	2	1	2	1	2	2	3	2
56	Dec	−7	−9	−12	−16	−16	−14	−9	−5	−3	−28
	Jan/Nov	−6	−8	−11	−15	−14	−12	−6	−1	2	−27
	Feb/Oct	−6	−8	−10	−12	−10	−7	0	6	9	−22
	Mar/Sep	−5	−6	−7	−8	−5	−2	4	8	12	−15
	Apr/Aug	−3	−4	−4	−4	−1	1	5	7	9	−8
	May/Jul	0	0	0	0	2	2	5	6	7	−2
	Jun	2	1	2	1	3	3	4	5	6	1
64	Dec	−7	−9	−12	−16	−17	−18	−16	−14	−12	−30
	Jan/Nov	−7	−9	−12	−16	−16	−16	−13	−10	−8	−29
	Feb/Oct	−6	−8	−11	−14	−13	−10	−4	1	4	−26
	Mar/Sep	−5	−7	−9	−10	−7	−4	2	7	11	−20
	Apr/Aug	−3	−4	−4	−4	−1	1	5	9	11	−11
	May/Jul	1	0	1	0	3	4	6	8	10	−3
	Jun	2	2	2	2	4	4	6	7	9	0

(1) Corrections in this table are in degrees F. The correction is applied directly to the CLTD for a wall or roof as given in Tables 3.10 and 3.8.
(2) The CLTD correction given in this table is *not* applicable to Table 3.23, Cooling Load Temperature Differences for Conduction through Glass.
(3) For South latitudes, replace Jan. through Dec. by July through June.

Table 3.13 CLTD Corrections for Inside and Outside Design Conditions, F

a) Correction for inside design temperature, F (See Note 1)

Inside db, F	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Correction, F	6	5	4	3	2	1	0	−1	−2

b) Correction for outside design conditions, F (See Note 2)

Design Outside db, F	Daily Range, F													
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
88	−2	−3	−4	−5	−6	−7	−8	−9	−10	−11	−12	−13	−14	−15
90	0	−1	−2	−3	−4	−5	−6	−7	−8	−9	−10	−11	−12	−13
92	2	1	0	−1	−2	−3	−4	−5	−6	−7	−8	−9	−10	−11
94	4	3	2	1	0	−1	−2	−3	−4	−5	−6	−7	−8	−9
96	6	5	4	3	2	1	0	−1	−2	−3	−4	−5	−6	−7
98	8	7	6	5	4	3	2	1	0	−1	−2	−3	−4	−5
100	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	−1	−2	−3
102	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	−1
104	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
106	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3

(1) Correction for inside design = $(78 - T_R)$, where T_R is inside design db temperature, F
(2) Correction for outside design conditions = $(T_o - 85)$, where T_o is outside mean temperature given by

$$T_o = \text{Design outside db} - 1/2 \times \text{Daily Range}$$

Normally, the design outside db is taken from Column 6, 2 1/2%, Table 2.1 and the daily range is taken from Column 7, Table 2.1.

Table 3.14A Overall Coefficients[a] of Heat Transmission (*U*-Factor) of Windows and Skylights, Btu/(hr · ft² · F)

Description	Exterior Vertical Panels				Exterior Horizontal Panels (Skylights)	
	Summer**		Winter*		Summer[i]	Winter[i]
	No Indoor Shade	Indoor Shade***	No Indoor Shade	Indoor Shade***		
Flat Glass[b]						
Single Glass	1.04	0.81	1.10	0.83	0.83	1.23
Insulating Glass, Double[c]						
3/16 in. air space[d]	0.65	0.58	0.62	0.52	0.57	0.70
1/4 in. air space[d]	0.61	0.55	0.58	0.48	0.54	0.65
1/2 in. air space[e]	0.56	0.52	0.49	0.42	0.49	0.59
1/2 in. air space, low emittance coating[f]						
$e = 0.20$	0.38	0.37	0.32	0.30	0.36	0.48
$e = 0.40$	0.45	0.44	0.38	0.35	0.42	0.52
$e = 0.60$	0.51	0.48	0.43	0.38	0.46	0.56
Insulating Glass, Triple[c]						
1/4 in. air space[d]	0.44	0.40	0.39	0.31		
1/2 in. air space[g]	0.39	0.36	0.31	0.26		
Storm Windows						
1 in. to 4 in. air spaces[d]	0.50	0.48	0.50	0.42		
Plastic Bubbles[k]						
Single Walled					0.80	1.13
Double Walled					0.46	0.70

Table 3.14B Adjustment Factors for Various Window and Sliding Patio Door Types (Multiply *U*-Values in Part A by These Factors)

Description	Single Glass	Double or Triple Glass	Storm Windows
Windows			
All Glass[b]	1.00	1.00	1.00
Wood Sash; 80% Glass	0.90	0.95	0.90
Wood Sash; 60% Glass	0.80	0.85	0.80
Metal Sash; 80% Glass	1.00	1.20[m]	1.20[m]
Sliding Patio Doors			
Wood Frame	0.95	1.00	—
Metal Frame	1.00	1.10[m]	—

[a] See Table 3.14B for adjustments for various windows and sliding patio doors.
[b] Emittance of uncoated glass surface = 0.84.
[c] Double and triple refer to number of lights of glass.
[d] 0.125-in. glass.
[e] 0.25-in. glass
[f] Coating on either glass surface facing air space; all other glass surfaces uncoated.
[g] Window design: 0.25-in. glass, 0.125-in. glass, 0.25-in. glass.
[h] Refers to windows with negligible opaque areas.
[i] For heat flow up.
[j] For heat flow down.
[k] Based on area of opening, not total surface area.
[m] Values will be less than these when metal sash and frame incorporate thermal breaks. In some thermal break designs *U* values will be equal to or less than those for the glass. Window manufacturers should be consulted for specific data.

*15 mph outdoor air velocity; 0 F outdoor air; 70 F inside air temp natural convection.
**7.5 mph outdoor air velocity; 89 F outdoor air; 75 F inside air natural convection; solar radiation 248.3 Btu/(hr · ft²)
***Values apply to tightly closed venetian and vertical blinds, draperies, and roller shades.

The reciprocal of the above *U*-factors is the thermal resistance, *R*, for each type of glazing. If tightly drawn drapes (heavy close weave), closed Venetian blinds, or closely fitted roller shades are used internally, the additional *R* is approximately 0.29 (hr · ft² · F)/ Btu. If miniature louvered solar screens are used in close proximity to the outer fenestration surface, the additional *R* is approximately 0.24 (hr · ft² · F)/ Btu.

Table 3.15 *U*-Factors for Summer Conditions Btu/(hr·ft²·F)

Type*	Velocity of Air Sweeping Window, fpm			
	Still Air	185	275	365
Cl. & Cl.	0.56	0.64	0.66	0.67
HA & Cl.	0.56	0.64	0.66	0.67
Refl & Cl.	0.34	0.37	0.37	0.38

*CL = Clear 0.25-in. float; HA = Heat Absorbing 0.25-in. float; Refl. = 0.25-in.reflective float.

Table 3.16 Overall Coefficient of Heat Transmission (*U*-Factor: Btu/(hr·ft²·F) for Transparent Acrylic and Polycarbonate Sheeting of Vertical Windows

Thickness, in.	1/8 in.	3/16 in.	1/4 in.	3/8 in.	1/2 in.
	U-Factor for Winter Heat Loss[1]				
Single-Glazed	1.06	1.01	0.96	0.88	0.81
Reflective*	—	—	0.88	—	—
Double-Glazed: ¼-in. air space	0.55	0.52	0.49	—	—
Double-Glazed: ½-in. air space	0.47	0.45	0.43	—	—
	U-Factor for Summer Heat Gain[2]				
Single-Glazed	0.98	0.93	0.89	0.82	0.76
Reflective*	—	—	0.83	—	—
Double Glazed; ¼-in. air space	0.56	0.53	0.50	—	—
Double-Glazed: ½-in. air space	0.50	0.48	0.45	—	—

[1]15 mph wind velocity.
[2]7.5 mph wind velocity.
*Aluminum metalized polyester film on plastic.

Table 3.17 Solar Optical Properties and Shading Coefficients of Transparent Plastic Sheeting

Type of Plastic	Transmittance		SC
	Visible	Solar	
Acrylic			
Clear	0.92	0.85	0.98
Gray Tint	0.16	0.27	0.52
"	0.33	0.41	0.63
"	0.45	0.55	0.74
"	0.59	0.62	0.80
"	0.76	0.74	0.89
Bronze Tint	0.10	0.20	0.46
"	0.27	0.35	0.58
"	0.61	0.62	0.80
"	0.75	0.75	0.90
Reflective*	0.14	0.12	0.21
Polycarbonate			
Clear (0.125 in.)	0.88	0.82	0.98
Gray (0.125 in.)	0.50	0.57	0.74
Bronze (0.125 in.)	0.50	0.57	0.74

*Aluminum metallized polyester film on plastic.

3.3 GLASS SOLAR LOAD

The CLTD concept, as applied to glass, handles only the conduction part of the cooling load. The Solar Heat Gain (SHG), Btu/(hr·ft²), through fenestration is obtained as the product of the Shading Coefficient (SC) of the particular glazing and the Solar Heat Gain Factor (SHGF), Btu/(hr·ft²), of the reference glazing material which is double strength 1/8 in. sheet glass.

$$SHG = SC \times (SHGF) \tag{3.3}$$

The solar cooling load, q, which lags the solar heat gain, is obtained by the use of the maximum SHGF, $SHGF_{max}$, for the month, latitude and orientation and a conversion factor, the Cooling Load Factor, CLF, thus:

$$q = A \times (SC) \times (SHGF_{max}) \times (CLF) \tag{3.4}$$

where

q = cooling load due to solar radiation through glass, Btu/hr
A = net glass area of the fenestration, ft²
SC = Shading Coefficient
$(SHGF)_{max}$ = maximum SHGF for the month, latitude and orientation, Btu/(hr·ft²)
CLF = Cooling Load Factor

Shading Coefficients for Typical Fenestrations

Table 3.18 gives Shading Coefficients for commonly used types of flat glass. The values are applicable to both sunlit and shaded glass, are based on still air (natural convection) at the inner surface, and are given for either h_o of 4.0 or 3.0 Btu/(hr·ft²·F). The values based on h_o of 4.0 are for 7.5 mph wind at the outer surface; those based on h_o of 3.0 are given for comparison to aid the designer to adjust the SC for outside wind conditions lower than 7.5 mph.

If solar-reflective films or coatings are used, the shading coefficient will be reduced. When heat-absorbing glass is used in double glazing, it should be installed in the outer light, so that the absorbed heat can be more readily dissipated back to the outside air.

Load Source	Equation	Reference, Table, Description
Solar	$q = A \times SC \times SHGF \times CLF$	Area — Net Glass Area Calculated from Plans Shading Coefficients for Combination of Type of Glass and Type of Shading — Tables 3.17-3.22 Maximum Solar Heat Gain Factor for Specific Orientation of Surface, Latitude and Month — Table 3.25 for no external shading Externally shaded Location less than 24 deg N Lat. — Table 3.26 Location at or more than 24 deg N Lat. — Table 3.25, N orientation Cooling Load Factor with No Interior Shading — Table 3.27 Cooling Load Factor if Interior Shading is Used — Table 3.28 For glass areas shaded externally, use north orientation with either Table 3.27 or 3.28

Table 3.18 Shading Coefficients for Glass Without or With Interior Shading by Venetian Blinds or Roller Shades

	Type of Glass	Nominal Thickness Each Light[a]	Solar Trans.[b]	No Interior Shading		Type of Interior Shading				
						Venetian Blinds		Roller Shades		
								Opaque		Translucent
				h_o = 4.0	h_o = 3.0	Medium	Light	Dark	Light	Light
SINGLE GLASS	Single									
	Clear	3/32 to 1/4	0.87-0.80	1.00	1.00					
	Clear	1/4 to 1/2	0.80-0.71	0.94	0.95					
	Clear	3/8	0.72	0.90	0.92	0.64	0.55	0.59	0.25	0.39
	Clear	1/2	0.67	0.87	0.88					
	Clear Pattern	1/8 to 9/32	0.87-0.79	0.83	0.85					
	Heat Absorbing Pattern	1/8		0.83	0.85					
	Heat Absorbing[c]	3/16 to 1/4	0.46	0.69	0.73					
	Heat Absorbing Pattern	3/16 to 1/4		0.69	0.73	0.57	0.53	0.45	0.30	0.36
	Tinted	1/8 to 7/32	0.59-0.45	0.69	0.73					
	Heat Absorbing or Pattern		0.44-0.30	0.60	0.64	0.54	0.52	0.40	0.28	0.32
	Heat Absorbing[c]	3/8	0.34	0.60	0.64					
	Heat Absorbing or Pattern	1/2	0.44-0.30 0.24	0.53	0.58	0.42	0.40	0.36	0.28	0.31
	Reflective Coated Glass			0.30		0.25	0.23			
				0.40		0.33	0.29			
				0.50		0.42	0.38			
				0.60		0.50	0.44			
INSULATING GLASS	Double[d]									
	Clear Out Clear In	3/32, 1/8	0.71[a]	0.88	0.88	0.57	0.51	0.60	0.25	0.37
	Clear Out Clear In	1/4	0.61[a]	0.81	0.82					
	Heat Absorbing Out Clear In	1/4	0.36[a]	0.55	0.58	0.39	0.36	0.40	0.22	0.30
	Reflective Coated Glass			0.20		0.19	0.18			
				0.30		0.27	0.26			
				0.40		0.34	0.33			
	Triple									
	Clear	1/4		0.71						
	Clear	1/8		0.80						

[a] Refer to manufacturer's literature for values.
[b] For vertical blinds with opaque white and beige louvers in the tightly closed position. SC is 0.25 and 0.29 when used with glass of 0.71 to 0.80 transmittance.
[c] Refers to grey, bronze and green tinted heat-absorbing glass.
[d] Refers to factory-fabricated units with 3/16, 1/4 or 1/2 in. air space or to prime windows plus storm windows.

Table 3.19 Shading Coefficients for Double Glazing with Between-Glass Shading

Type of Glass	Nominal Each Pane, in.	Solar Trans.[a]		Description of Air Space	Type of Shading		
		Outer Pane	Inner Pane		Venetian Blinds		Louvered Sun Screen
					Light	Medium	
Clear Out Clear In	3/32, 1/8	0.87	0.87	Shade in contact with glass or shade separated from glass by air space.	0.33	0.36	0.43
Clear Out Clear In	1/4	0.80	0.80	Shade in contact with glass-voids filled with plastic.	—	—	0.49
Heat-Abs.[b] Out Clear In	1/4	0.46	0.80	Shade in contact with glass or shade separated from glass by air space.	0.28	0.30	0.37
				Shade in contact with glass-voids filled with plastic.	—	—	0.41

[a] Refer to manufacturer's literature for exact values.
[b] Refers to grey, bronze, and green tinted heat-absorbing glass.

Table 3.22 Shading Coefficients for Domed Skylights

Dome	Light Diffuser (Translucent)	Curb (See Fig. 3.3) Height, in.	Width to Height Ratio	Shading Coefficient	*U*-Factor
Clear	yes	0	∞	0.61	0.46
$\tau = 0.86$	$\tau = 0.58$	9	5	0.58	0.43
		18	2.5	0.50	0.40
Clear		0	∞	0.99	0.80
$\tau = 0.86$	None	9	5	0.88	0.75
		18	2.5	0.80	0.70
Translucent	None	0	∞	0.57	0.80
$\tau = 0.52$		18	2.5	0.46	0.70
Translucent	None	0	∞	0.34	0.80
$\tau = 0.27$		9	5	0.30	0.75
		18	2.5	0.28	0.70

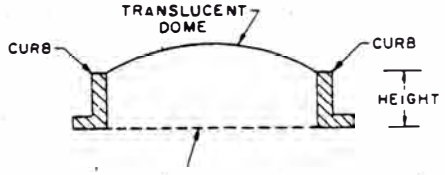


Fig. 3.3 Terminology for Domed Skylights

Table 3.23 Cooling Load Temperature Difference for Conduction Through Glass and Conduction Through Doors

Solar Time, hr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
CLTD, F	0	-1	-2	-2	-2	-2	0	2	4	7	9	12	13	14	14	13	12	10	8	6	4	3	2	

Corrections: The values in the table were calculated for an inside temperature of 78 F and an outdoor maximum temperature of 95 F with an outdoor daily range of 21 deg F. The table remains approximately correct for other outdoor maximums (93 - 102 F) and other outdoor daily ranges (16 - 34 deg F), provided the outdoor daily average temperature remains approximately 85 F. If the room air temperature is different from 78 F, and/or the outdoor daily average temperature is different from 85 F, the following rules apply:

(A) For room temperature other than 78 F, see Table 3.13.

(B) For outdoor conditions other than those listed above, see Table 3.13.

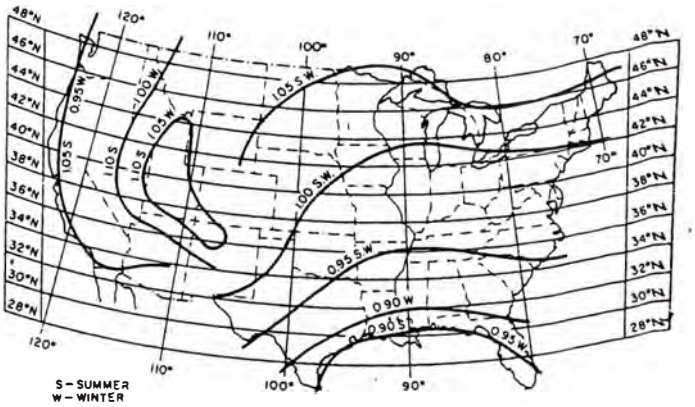


Fig. 3.4 Estimated Atmospheric Clearness Numbers in the U.S. for Nonindustrial Localities

Table 3.24 Solar Reflectances of Various Foreground Surfaces*

Foreground Surface	Incident Angle, deg 20	30	40	50	60	70
New Concrete	0.31	0.31	0.32	0.32	0.33	0.34
Old Concrete	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.25
Bright Green Grass	0.21	0.22	0.23	0.25	0.28	0.31
Crushed Rock	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Bitumen and Gravel Roof	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Bituminous Parking Lot	0.09	0.09	0.10	0.10	0.11	0.12

* Adapted from page 26.9, 1977 Fundamentals Volume, ASHRAE HANDBOOK.

Table 3.25 Maximum Solar Heat Gain Factor, Btu/(hr · ft²) for Sunlit Glass, North Latitudes

0 Deg

	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	34	34	88	177	234	254	235	182	118	296
Feb.	36	39	132	205	245	247	210	141	67	306
Mar.	38	87	170	223	242	223	170	87	38	303
Apr.	71	134	193	224	221	184	118	38	37	284
May	113	164	203	218	201	154	80	37	37	265
June	129	173	206	212	191	140	66	37	37	255
July	115	164	201	213	195	149	77	38	38	260
Aug.	75	134	187	216	212	175	112	39	38	276
Sep.	40	84	163	213	231	213	163	84	40	293
Oct.	37	40	129	199	236	238	202	135	66	299
Nov.	35	35	88	175	230	250	230	179	117	293
Dec.	34	34	71	164	226	253	240	196	138	288

4 Deg

	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	33	33	79	170	229	252	237	193	141	286
Feb.	35	35	123	199	242	248	215	152	88	301
Mar.	38	77	163	219	242	227	177	96	43	302
Apr.	55	125	189	223	223	190	126	43	38	287
May	93	154	200	220	206	161	89	38	38	272
June	110	164	202	215	196	147	73	38	38	263
July	96	154	197	215	200	156	85	39	38	267
Aug.	59	124	184	215	214	181	120	42	40	279
Sep.	39	75	156	209	231	216	170	93	44	293
Oct.	36	36	120	193	234	239	207	148	86	294
Nov.	34	34	79	168	226	248	232	190	139	284
Dec.	33	33	62	157	221	250	242	206	160	277

8 Deg

	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	32	32	71	163	224	250	242	203	162	275
Feb.	34	34	114	193	239	248	219	165	110	294
Mar.	37	67	156	215	241	230	184	110	55	300
Apr.	44	117	184	221	225	195	134	53	39	289
May	74	146	198	220	209	167	97	39	38	277
June	90	155	200	217	200	141	82	39	39	269
July	77	145	195	215	204	162	93	40	39	272
Aug.	47	117	179	214	216	186	128	51	41	282
Sep.	38	66	149	205	230	219	176	107	56	290
Oct.	35	35	112	187	231	239	211	160	108	288
Nov.	33	33	71	161	220	245	233	200	160	273
Dec.	31	31	55	149	215	246	247	215	179	265

12 Deg

	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	31	31	63	155	217	246	247	212	182	262
Feb.	34	34	105	186	235	248	226	177	133	286
Mar.	36	58	148	210	240	233	190	124	73	297
Apr.	40	108	178	219	227	200	142	64	40	290
May	60	139	194	220	212	173	106	40	40	280
June	75	149	198	217	204	161	90	40	40	274
July	63	139	191	215	207	168	102	41	41	275
Aug.	42	109	174	212	218	191	135	62	142	282
Sep.	37	57	142	201	229	222	182	121	73	287
Oct.	34	34	103	180	227	238	219	172	130	280
Nov.	32	32	63	153	214	241	243	209	179	260
Dec.	30	30	47	141	207	242	251	223	197	250

16 Deg

	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	30	30	55	147	210	244	251	223	199	248
Feb.	33	33	96	180	231	247	233	188	154	275
Mar.	35	53	140	205	239	235	197	138	93	291
Apr.	39	99	172	216	227	204	150	77	45	289
May	52	132	189	218	215	179	115	45	41	282
June	66	142	194	217	207	167	99	41	41	277
July	55	132	187	214	210	174	111	44	42	277
Aug.	41	100	168	209	219	196	143	74	46	282
Sep.	36	50	134	196	227	224	191	134	93	282
Oct.	33	33	95	174	223	237	225	183	150	270
Nov.	30	30	55	145	206	241	247	220	196	246
Dec.	29	29	41	132	198	241	254	233	212	234

20 Deg

	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	29	29	48	138	201	243	253	233	214	232
Feb.	31	31	88	173	226	244	238	201	174	263
Mar.	34	49	132	200	237	236	206	152	115	284
Apr.	38	92	166	213	228	208	158	91	58	287
May	47	123	184	217	217	184	124	54	42	283
June	59	135	189	216	210	173	108	45	42	279
July	48	124	182	213	212	179	119	53	43	278
Aug.	40	91	162	206	220	200	152	88	57	280
Sep.	36	46	127	191	225	225	199	148	114	275
Oct.	32	32	87	167	217	236	231	196	170	258
Nov.	29	29	48	136	197	239	249	229	211	230
Dec.	27	27	35	122	187	238	254	241	226	217

24 Deg

	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	27	27	41	128	190	240	253	241	227	214
Feb.	30	30	80	165	220	244	243	213	192	249
Mar.	34	45	124	195	234	237	214	168	137	275
Apr.	37	88	159	209	228	212	169	107	75	283
May	43	117	178	214	218	190	132	67	46	282
June	55	127	184	214	212	179	117	55	43	279
July	45	116	176	210	213	185	129	65	45	278
Aug.	38	87	156	203	220	204	162	105	72	277
Sep.	35	42	119	185	222	225	206	163	134	266
Oct.	31	31	79	159	211	237	235	207	187	244
Nov.	27	27	42	126	187	236	249	237	224	213
Dec.	26	26	29	112	180	234	247	247	237	199

28 Deg

	N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	25	25	35	117	183	235	251	247	238	196
Feb.	29	29	72	157	213	244	246	224	207	234
Mar.	33	41	116	189	231	237	221	182	157	265
Apr.	36	84	151	205	228	216	178	124	94	278
May	40	115	172	211	219	195	144	83	58	280
June	51	125	178	211	213	184	128	68	49	278
July	41	114	170	208	215	190	140	80	57	276
Aug.	38	83	149	199	220	207	172	120	91	272
Sep.	34	38	111	179	219	226	213	177	154	256
Oct.	30	30	71	151	204	236	238	217	202	229
Nov.	26	26	35	115	181	232	247	243	235	195
Dec.	24	24	24	99	172	227	248	251	246	179

Table 3.25 Maximum Solar Heat Gain Factor, Btu/(hr · ft²) for Sunlit Glass, North Latitudes (continued)

32 Deg

	N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	24	24	29	105	175	229	249	250	246	176
Feb.	27	27	65	149	205	242	248	232	221	217
Mar.	32	37	107	183	227	237	227	195	176	252
Apr.	36	80	146	200	227	219	187	141	115	271
May	38	111	170	208	220	199	155	99	74	277
June	44	122	176	208	214	189	139	83	60	276
July	40	111	167	204	215	194	150	96	72	273
Aug.	37	79	141	195	219	210	181	136	111	265
Sep.	33	35	103	173	215	227	218	189	171	244
Oct.	28	28	63	143	195	234	239	225	215	213
Nov.	24	24	29	103	173	225	245	246	243	175
Dec.	22	22	22	84	162	218	246	252	252	158

36 Deg

	N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	22	22	24	90	166	219	247	252	252	155
Feb.	26	26	57	139	195	239	248	239	232	199
Mar.	30	33	99	176	223	238	232	206	192	238
Apr.	35	76	144	196	225	221	196	156	135	262
May	38	107	168	204	220	204	165	116	93	272
June	47	118	175	205	215	194	150	99	77	273
July	39	107	165	201	216	199	161	113	90	268
Aug.	36	75	138	190	218	212	189	151	131	257
Sep.	31	31	95	167	210	228	223	200	187	230
Oct.	27	27	56	133	187	230	239	231	225	195
Nov.	22	22	24	87	163	215	243	248	248	154
Dec.	20	20	20	69	151	204	241	253	254	136

40 Deg

	N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	20	20	20	74	154	205	241	252	254	133
Feb.	24	24	50	129	186	234	246	244	241	180
Mar.	29	29	93	169	218	238	236	216	206	223
Apr.	34	71	140	190	224	223	203	170	154	252
May	37	102	165	202	220	208	175	133	113	265
June	48	113	172	205	216	199	161	116	95	267
July	38	102	163	198	216	203	170	129	109	262
Aug.	35	71	135	185	216	214	196	165	149	247
Sep.	30	30	87	160	203	227	226	209	200	215
Oct.	25	25	49	123	180	225	238	236	234	177
Nov.	20	20	20	73	151	201	237	248	250	132
Dec.	18	18	18	60	135	188	232	249	253	113

44 Deg

	N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	17	17	17	64	138	189	232	248	252	109
Feb.	22	22	43	117	178	227	246	248	247	160
Mar.	27	27	87	162	211	236	238	224	218	206
Apr.	33	66	136	185	221	224	210	183	171	240
May	36	96	162	201	219	211	183	148	132	257
June	47	108	169	205	215	203	171	132	115	261
July	37	96	159	198	215	206	179	144	128	254
Aug.	34	66	132	180	214	215	202	177	165	236
Sep.	28	28	80	152	198	226	227	216	211	199
Oct.	23	23	42	111	171	217	237	240	239	157
Nov.	18	18	18	64	135	186	227	244	248	109
Dec.	15	15	15	49	115	175	217	240	246	89

48 Deg

	N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	15	15	15	53	118	175	216	239	245	85
Feb.	20	20	36	103	168	216	242	249	250	138
Mar.	26	26	80	154	204	234	239	232	228	188
Apr.	31	61	132	180	219	225	215	194	186	226
May	35	97	158	200	218	214	192	163	150	247
June	46	110	165	204	215	206	180	148	134	252
July	37	96	156	196	214	209	187	158	146	244
Aug.	33	61	128	174	211	216	208	188	180	223
Sep.	27	27	72	144	191	223	228	223	220	182
Oct.	21	21	35	96	161	207	233	241	242	136
Nov.	15	15	15	52	115	172	212	234	240	85
Dec.	13	13	13	36	91	156	195	225	233	65

52 Deg

	N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	13	13	13	39	92	155	193	222	230	62
Feb.	18	18	29	85	156	202	235	247	250	115
Mar.	24	24	73	145	196	230	239	238	236	169
Apr.	30	56	128	177	215	224	220	204	199	211
May	34	98	154	198	217	217	199	175	167	235
June	45	111	161	202	214	210	188	162	152	242
July	36	97	152	194	213	212	195	171	163	233
Aug.	32	56	124	169	208	216	212	197	193	208
Sep.	25	25	65	136	182	218	228	228	227	163
Oct.	19	19	28	80	148	192	225	238	240	114
Nov.	13	13	13	39	90	152	189	217	225	62
Dec.	10	10	10	19	73	127	172	199	209	42

56 Deg

	N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	10	10	10	21	74	126	169	194	205	40
Feb.	16	16	21	71	139	184	223	239	244	91
Mar.	22	22	65	136	185	224	238	241	241	149
Apr.	28	58	123	173	211	223	223	213	210	195
May	36	99	149	195	215	218	206	187	181	222
June	53	111	160	199	213	213	196	174	168	231
July	37	98	147	192	211	214	201	183	177	221
Aug.	30	56	119	165	203	216	215	206	203	193
Sep.	23	23	58	126	171	211	227	230	231	144
Oct.	16	16	20	68	132	176	213	229	234	91
Nov.	10	10	10	21	72	122	165	190	200	40
Dec.	7	7	7	7	47	92	135	159	171	23

60 Deg

	N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	7	7	7	7	46	88	130	152	164	21
Feb.	13	13	13	58	118	168	204	225	231	68
Mar.	20	20	56	125	173	215	234	241	242	128
Apr.	27	59	118	168	206	222	225	220	218	178
May	43	98	149	192	212	220	211	198	194	208
June	58	110	162	197	213	215	202	186	181	217
July	44	97	147	189	208	215	206	193	190	207
Aug.	28	57	114	161	199	214	217	213	211	176
Sep.	21	21	50	115	160	202	222	229	231	123
Oct.	14	14	14	56	111	159	193	215	221	67
Nov.	7	7	7	7	45	86	127	148	160	22
Dec.	4	4	4	4	16	51	76	100	107	9

(Continued)

Table 3.25 Maximum Solar Heat Gain Factor, Btu/(hr·ft²) for Sunlit Glass, North Latitudes (continued)

	64 Deg									
	N (Shade)	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	HOR
Jan.	3	3	3	3	15	45	67	89	96	8
Feb.	11	11	11	43	89	144	177	202	210	45
Mar.	18	18	47	113	159	203	226	236	239	105
Apr.	25	59	113	163	201	219	225	225	224	160
May	48	97	150	189	211	220	215	207	204	192
June	62	114	162	193	213	216	208	196	193	203
July	49	96	148	186	207	215	211	202	200	192
Aug.	27	58	109	157	193	211	217	217	217	159
Sep.	19	19	43	103	148	189	213	224	227	101
Oct.	11	11	11	40	83	135	167	191	199	46
Nov.	4	4	4	4	15	44	66	87	93	8
Dec.	0	0	0	0	1	5	11	14	15	1

Table 3.26 Maximum Solar Heat Gain Factor For Externally Shaded Glass, Btu/(hr·ft²) (Based on Ground Reflectance of 0.2)

Use for latitudes 0 - 24 deg.
For latitudes greater than 24, use north orientation. Table 3.25
For horizontal glass in shade, use the tabulated values for all latitudes

	N	NNE/ NNW	NE/ NW	ENE/ WNW	E/ W	ESE/ WSW	SE/ SW	SSE/ SSW	S	(ALL LATIT.) HOR
Jan.	31	31	31	32	34	36	37	37	38	16
Feb.	34	34	34	35	36	37	38	38	39	16
Mar.	36	36	37	38	39	40	40	39	39	19
Apr.	40	40	41	42	42	42	41	40	40	24
May	43	44	45	46	45	43	41	40	40	28
June	45	46	47	47	46	44	41	40	40	31
July	45	45	46	47	47	45	42	41	41	31
Aug.	42	42	43	45	46	45	43	42	42	28
Sept.	37	37	38	40	41	42	42	41	41	23
Oct.	34	34	34	36	38	39	40	40	40	19
Nov.	32	32	32	32	34	36	38	38	39	17
Dec.	30	30	30	31	32	34	36	37	37	15

Table 3.27 Cooling Load Factors for Glass without Interior Shading, North Latitudes

Fenestration Facing	Room Construction	Solar Time, hr																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N (Shaded)	L	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.63	0.71	0.76	0.80	0.82	0.82	0.79	0.79	0.84	0.61	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20
	M	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.53	0.59	0.65	0.70	0.74	0.75	0.76	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36	0.31	0.27
	H	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.38	0.45	0.49	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.72	0.72	0.70	0.70	0.75	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28
NNE	L	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.26	0.43	0.47	0.44	0.41	0.40	0.39	0.39	0.38	0.36	0.33	0.30	0.26	0.20	0.16	0.13	0.10	0.08	0.07
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06	0.24	0.38	0.42	0.39	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.34	0.33	0.30	0.27	0.22	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	H	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08	0.26	0.39	0.42	0.39	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.31	0.28	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
NE	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.23	0.41	0.51	0.51	0.45	0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.24	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08
	H	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.23	0.37	0.44	0.44	0.39	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
ENE	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.21	0.40	0.52	0.57	0.53	0.45	0.39	0.34	0.31	0.28	0.25	0.22	0.18	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.20	0.35	0.45	0.49	0.47	0.41	0.36	0.33	0.30	0.28	0.26	0.23	0.20	0.17	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08
	H	0.09	0.09	0.08	0.07	0.07	0.22	0.36	0.46	0.49	0.45	0.38	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
E	L	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.50	0.42	0.37	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.46	0.39	0.35	0.31	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08
	H	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.20	0.34	0.45	0.49	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
ESE	L	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02	0.17	0.34	0.49	0.58	0.61	0.57	0.48	0.41	0.36	0.32	0.28	0.24	0.20	0.16	0.13	0.10	0.09	0.07	0.06
	M	0.08	0.07	0.06	0.05	0.05	0.16	0.31	0.43	0.51	0.54	0.51	0.44	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.22	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09
	H	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.19	0.32	0.43	0.50	0.52	0.49	0.41	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11
SE	L	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.13	0.28	0.43	0.55	0.62	0.63	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.56	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	H	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.17	0.28	0.40	0.49	0.53	0.53	0.48	0.41	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
SSE	L	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.15	0.29	0.43	0.55	0.63	0.64	0.60	0.52	0.45	0.40	0.35	0.29	0.23	0.18	0.15	0.12	0.10	0.08
	M	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.08	0.16	0.26	0.38	0.48	0.55	0.57	0.54	0.48	0.43	0.39	0.35	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12
	H	0.12	0.11	0.11	0.10	0.09	0.12	0.19	0.29	0.40	0.49	0.54	0.55	0.51	0.44	0.39	0.35	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13
S	L	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
	M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.35	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14
	H	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.11	0.14	0.17	0.24	0.33	0.43	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.37	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
SSW	L	0.10	0.08	0.07	0.06	0.05	0.06	0.09	0.11	0.15	0.19	0.27	0.39	0.52	0.62	0.67	0.65	0.58	0.46	0.36	0.28	0.23	0.19	0.15	0.12
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.25	0.35	0.46	0.55	0.59	0.59	0.53	0.44	0.35	0.30	0.25	0.22	0.19	0.16
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18	0.21	0.27	0.37	0.46	0.53	0.57	0.55	0.49	0.40	0.32	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16
SW	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.24	0.36	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.43	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.14	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.25	0.34	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
WSW	L	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.17	0.26	0.40	0.52	0.62	0.66	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.15
	M	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.17	0.24	0.35	0.46	0.54	0.58	0.55	0.42	0.34	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.19	0.26	0.36	0.46	0.53	0.56	0.51	0.38	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
W	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.14	0.15	0.16	0.21	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16
WNW	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.26	0.40	0.53	0.63	0.62	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.17	0.24	0.35	0.47	0.55	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18	0.25	0.36	0.46	0.53	0.52	0.38	0.30	0.24	0.20	0.18	0.16
NW	L	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.33	0.47	0.59	0.60	0.42	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.54	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16
	H	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10	0.10	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.18	0.19	0.22	0.30	0.41	0.50	0.51	0.36	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15
NNW	L	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05	0.07	0.11	0.14	0.18	0.22	0.25	0.27	0.29	0.30	0.33	0.44	0.57	0.62	0.44	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.10	0.12	0.15	0.18	0.21	0.23	0.26	0.27	0.28	0.31	0.39	0.51	0.56	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.12	0.15	0.17	0.20	0.23	0.25	0.26	0.28	0.28	0.31	0.38	0.49	0.53	0.38	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16
HOR.	L	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.07	0.14	0.24	0.36	0.48	0.58	0.66	0.72	0.74	0.73	0.67	0.59	0.47	0.37	0.29	0.24	0.19	0.16	0.13
	M	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.56	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.15	0.20	0.28	0.36	0.45	0.52	0.59	0.62	0.64	0.62	0.58	0.51	0.42	0.35	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19

Table 3.28 Cooling Load Factors for Glass with Interior Shading, North Latitudes (All Room Constructions)

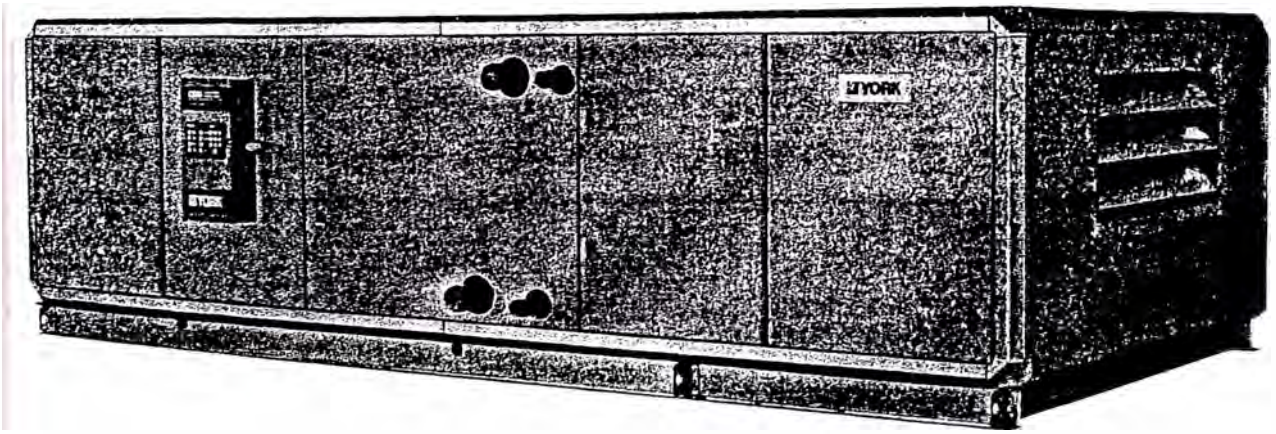
Fenestration Facing	Solar Time, hr																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N	0.08	0.07	0.06	0.06	0.07	0.73	0.66	0.65	0.73	0.80	0.86	0.89	0.89	0.86	0.82	0.75	0.78	0.91	0.24	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10
NNE	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.64	0.77	0.62	0.42	0.37	0.37	0.37	0.36	0.35	0.32	0.28	0.23	0.17	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
NE	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.56	0.76	0.74	0.58	0.37	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.12	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
ENE	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.52	0.76	0.80	0.71	0.52	0.31	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.15	0.11	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
E	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.47	0.72	0.80	0.76	0.62	0.41	0.27	0.24	0.22	0.20	0.17	0.14	0.11	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03
ESE	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.41	0.67	0.79	0.80	0.72	0.54	0.34	0.27	0.24	0.21	0.19	0.15	0.12	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03
SE	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.30	0.57	0.74	0.81	0.79	0.68	0.49	0.33	0.28	0.25	0.22	0.18	0.13	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
SSE	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.12	0.31	0.54	0.72	0.81	0.81	0.71	0.54	0.38	0.32	0.27	0.22	0.16	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04
S	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.09	0.16	0.23	0.38	0.58	0.75	0.83	0.80	0.68	0.50	0.35	0.27	0.19	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05
SSW	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.09	0.14	0.18	0.22	0.27	0.43	0.63	0.78	0.84	0.80	0.66	0.46	0.25	0.13	0.11	0.09	0.08	0.07	0.06
SW	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.11	0.14	0.16	0.19	0.22	0.38	0.59	0.75	0.83	0.81	0.69	0.45	0.16	0.12	0.10	0.09	0.07	0.06
WSW	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.23	0.44	0.64	0.78	0.84	0.78	0.55	0.16	0.12	0.10	0.09	0.07	0.06
W	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.06	0.09	0.11	0.13	0.15	0.16	0.17	0.31	0.53	0.72	0.82	0.81	0.61	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
WNW	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.07	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.18	0.22	0.43	0.65	0.80	0.84	0.66	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
NW	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.07	0.11	0.14	0.17	0.19	0.20	0.21	0.22	0.30	0.52	0.73	0.82	0.69	0.16	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
NNW	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.11	0.17	0.22	0.26	0.30	0.32	0.33	0.34	0.34	0.39	0.61	0.82	0.76	0.17	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06
HOR.	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.12	0.27	0.44	0.59	0.72	0.81	0.85	0.85	0.81	0.71	0.58	0.42	0.25	0.14	0.12	0.10	0.08	0.07	0.06

FORM 100.09-EG1 (393)

YORK®

AIRPAK — AP

ENGINEERING GUIDE



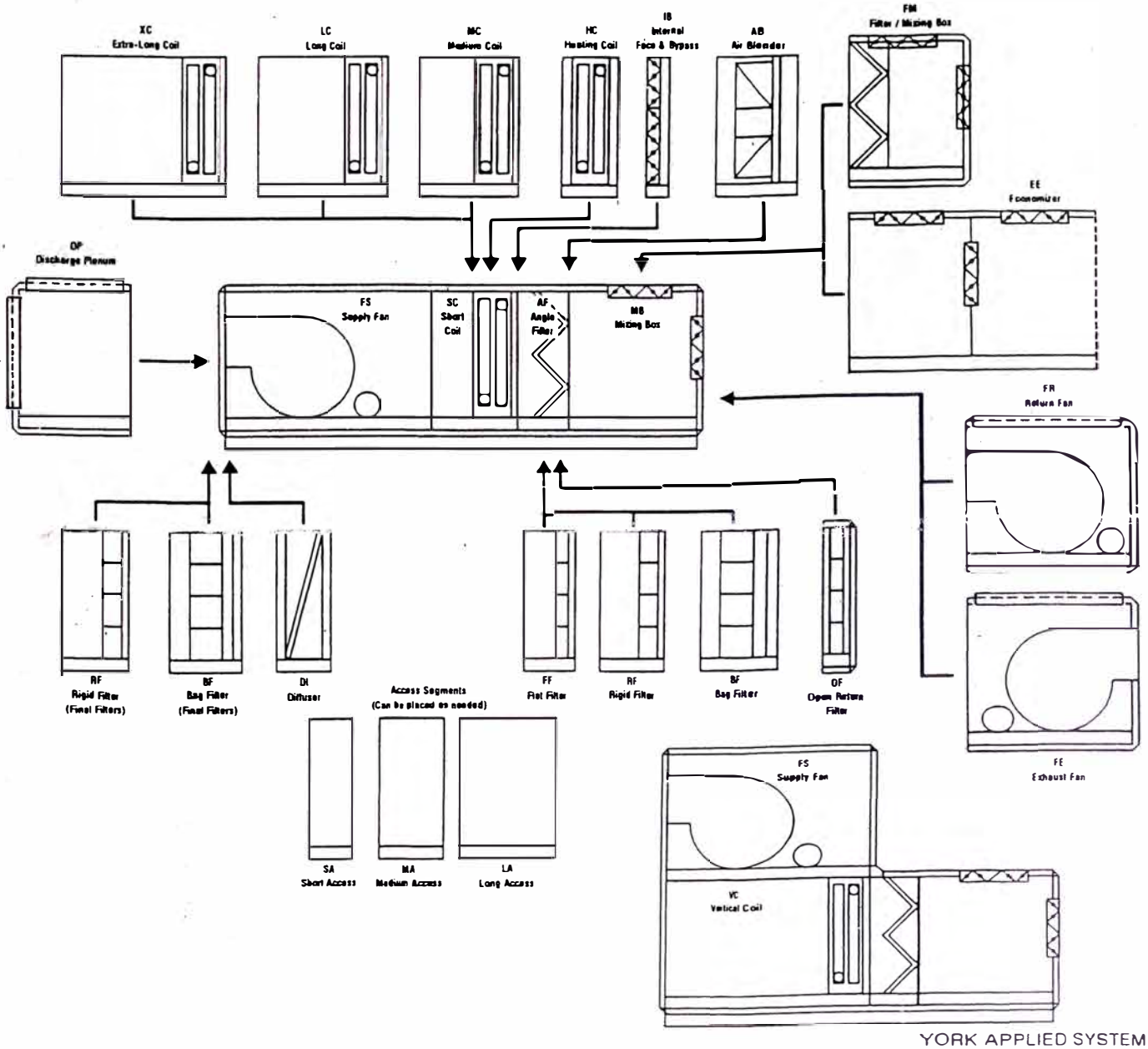
MANUFACTURER CERTIFIED TO ARI AS COMPLYING WITH ARI STANDARD 430

INDOOR CENTRAL STATION AIR HANDLING UNITS

General Description

TABLE OF CONTENTS

SEGMENT AVAILABILITY



SEGMENT IDENTIFICATION

Unit Type:

☐ AP - AirPak Central Station Air Handling Unit with Double Wall Construction

Fan Segment:

☐ FS - Supply Fan
☐ FE - Exhaust Fan
☐ FR - Return Fan
- ☐ Forward Curved Fan
  - ☐ Standard
  - ☐ Class II
- ☐ Airfoil Fan
  - ☐ Standard
  - ☐ Class II

Accessory Segments:

☐ SC - Short Coil (10" Coil Space)
☐ MC - Medium Coil (20" Coil Space)
☐ LC - Long Coil (28" Coil Space)
☐ XC - Extra-Long Coil (36" Coil Space)
☐ HC - Heating Coil (8" Coil Space)
☐ VC - Vertical Coil (20" Coil Space)
☐ SA - Short Access (12")
☐ MA - Medium Access (18")
☐ LA - Long Access (24")
☐ OF - Open Return Filter (2" & 4")
☐ FF - Flat Filter (2" & 4")
☐ AF - Angle Filter (2" & 4")
☐ RF - Rigid Filter (12") w / 2" or 4" Pre-filters
☐ BF - Bag Filter (21" & 32") w / 2" or 4" Pre-filters
☐ DP - Discharge Plenum
☐ EE - Economizer
☐ DI - Diffuser
☐ AB - Air Blender
☐ MB - Mixing Box
☐ FM - Filter/Mixing Box
☐ IB - Internal Face & Bypass

NOMENCLATURE

AIR FLOW

AP – 120 – FS – 15 x 11 – (AF) (MB)

Unit Type

AP - AirPak

Unit Size

35	305
60	360
80	400
105	500
120	580
150	660
170	800
215	1000
250	

Fan Segment

FS - Supply Fan (Standard)
FS II - Supply Fan (Class II)

FE - Exhaust Fan (Standard)
FE II - Exhaust Fan (Class II)

FR - Return Fan (Standard)
FR II - Return Fan (Class II)

Accessories

AB - Air Blender
AF - Angle Filter (2" & 4")
BF - Bag Filter (21" & 32")
DI - Diffuser
DP - Discharge Plenum
EE - Economizer
FF - Flat Filter (2" & 4")
FM - Filter / Mixing Box (2" & 4")
HC - Heating Coil (8")
IB - Internal Face & Bypass
LA - Long Access (24")
LC - Long Coil (28")
MA - Medium Access (18")
MB - Mixing Box
MC - Medium Coil (20")
OF - Open Return Filter (2" & 4")
RF - Rigid Filter (12")
SA - Short Access (12")
SC - Short Coil (10")
VC - Vertical Coil (20")
XC - Extra-Long Coil (36")

Fan Size

FC Fans		AF Fans	
9 x 4	20 x 15	13	24
9 x 6	20 x 18	15	27
10 x 7	22 x 20	16	30
10 x 10	25 x 22	18	33
12 x 12	27 x 25	20	36
15 x 11	30 x 27	22	40
15 x 15	30 x 30		44
18 x 18	33 x 33		

General Description (Cont'd.)

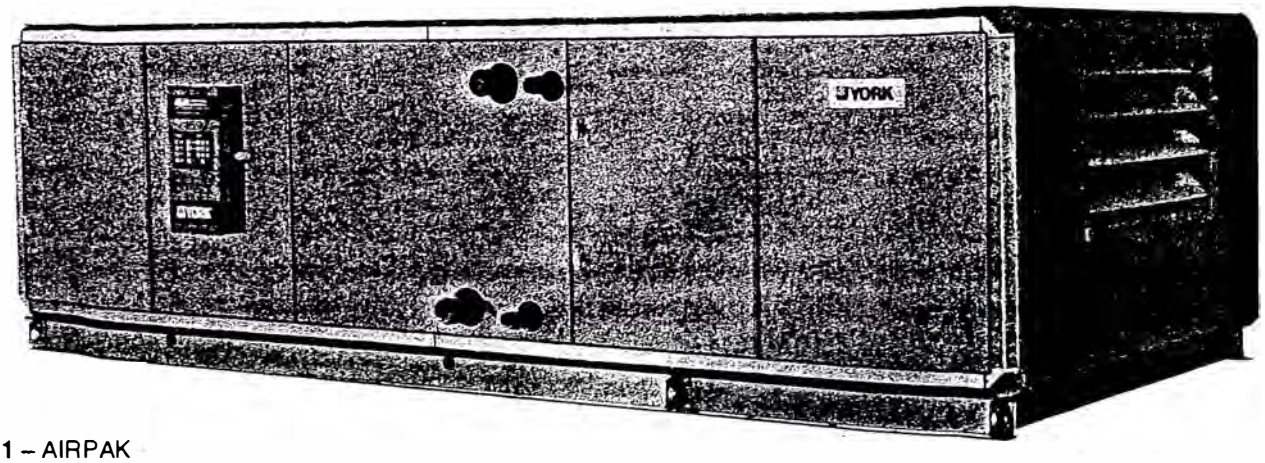


FIG. 1 – AIRPAK

UNIT DESCRIPTION

The YORK AirPak introduces a new level of quality, flexibility, and serviceability to the HVAC industry.

QUALITY

AirPak units are completely constructed of "true" double wall panels - including the floor panels! All panels are insulated with a full 2 inches of insulation. Solid or perforated lining is available throughout the unit to meet a variety of applications.

The AirPak coil drain pan is designed to meet the intent of ASHRAE Standard 62 - 89 Indoor Air Quality (IAQ) requirements. The pan is 4 inches deep with a "V-shaped" design that eliminates standing condensate. The pan has a full 2 inches of insulation to give the pan the thermal protection it requires. Auxiliary drain pans are available in every section. Intermediate drain pans are provided on all cooling coils that exceed 48" in finned height.

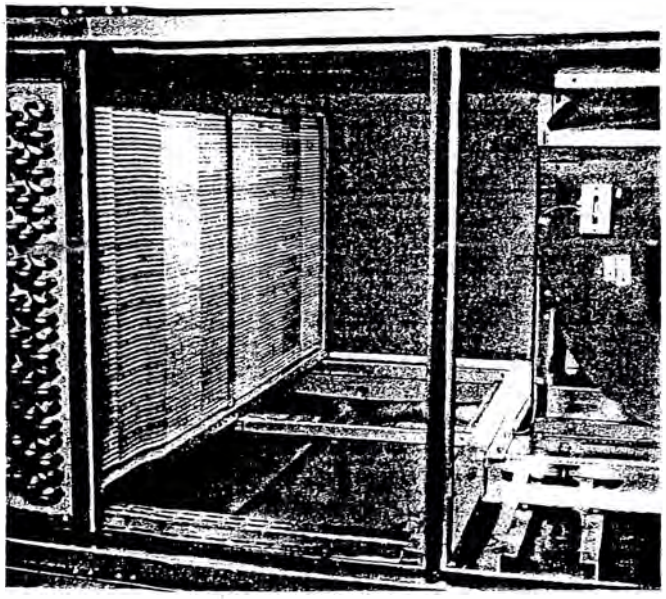


FIG. 2 – AIRPAK COIL DRAIN PAN

FLEXIBILITY

For maximum flexibility the AirPak is based on a segmented design concept. The unit construction is unitized, built as a single unit, for greater unit integrity. The unit may be split per customer defined needs if required, to meet various shipping and jobsite requirements.

The unitized construction means that each unit is built as a unit, not as a conglomeration of sections. This adds integrity to the unit and eliminates opportunity for unit air leakage by greatly reducing the number of sheet metal joints.

A complete line of Factory Packaged Controls are available with the YORK AirPak. Factory Packaged Controls assures the customer of single source responsibility, lower first cost and high quality. The AirPak design allows all factory control wiring to be contained within the unit frame. This eliminates exposed control wires and the opportunity for damage during unit installation and servicing. YORK International now features an RS 232 PROTOCOL that can communicate with any Building Automation System on the jobsite.

SERVICEABILITY

The AirPak offers unlimited unit access with completely removable panels. All of the unit panels, including the top panels can be completely removed with a common hand tool. The unique YORK quick panel latching system allows panels to be removed and replaced in a matter of seconds.

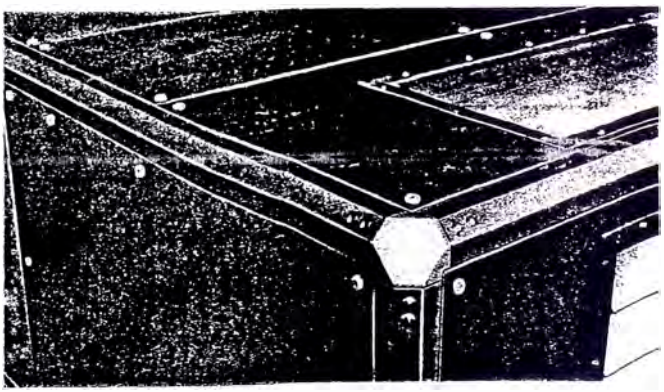


FIG. 3 – REMOVABLE TOP & SIDE PANELS

The time consuming act of removing and replacing sheet metal screws is no longer necessary to remove air unit panels. The YORK quick connect latch assures easy removal and replacement of panels! This is an exclusive feature of the YORK AirPak.

The YORK panel/latching system virtually eliminates the need for access doors. The removal of top panels on smaller units allows the use of overhead cranes and highlifts in removing and servicing of components. Fan and filter segments come equipped with doors as a standard feature.

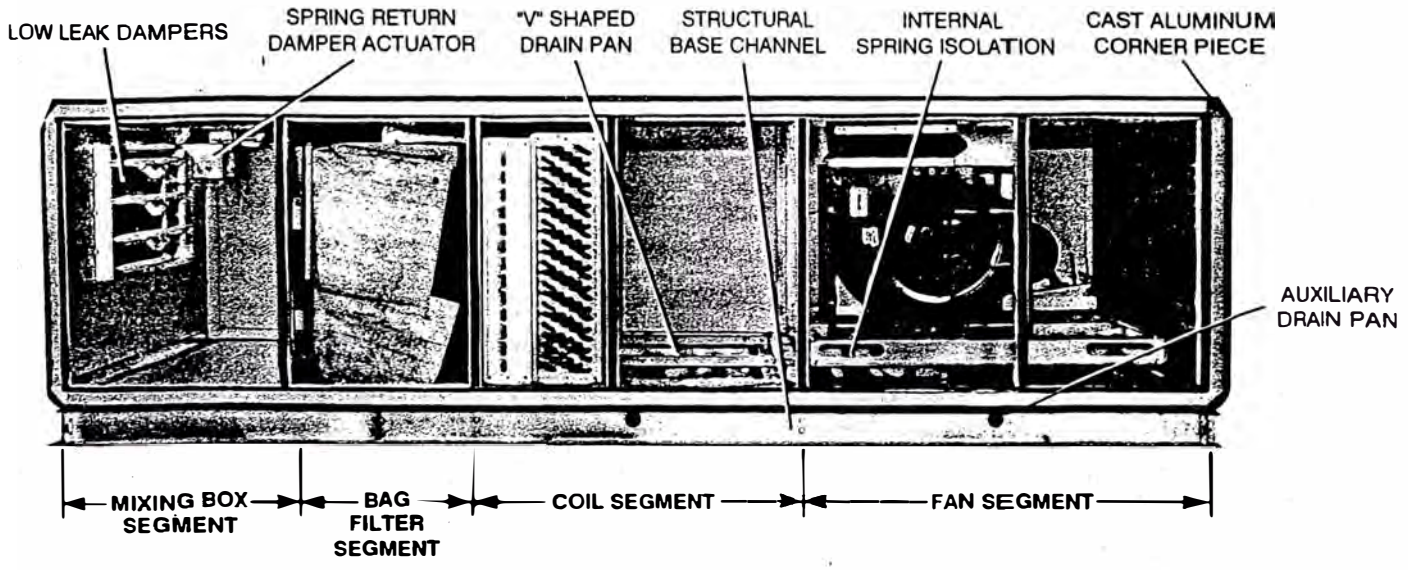


FIG. 4 – AIRPAK (PANELS REMOVED)

AIRPAK CONSTRUCTION

The YORK AirPak design and construction is unequaled in quality and serviceability. It's unique design gives the strength and durability for industrial applications and the complete serviceability that can only be found in the YORK AirPak.

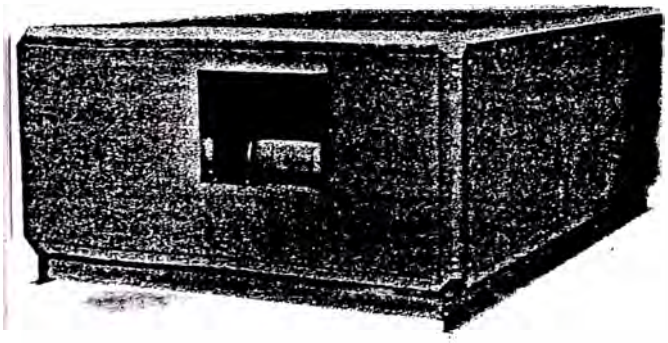


FIG. 5 – AIRPAK UNITIZED CONSTRUCTION

UNIT DESIGN SUMMARY

Unitized Construction

The design and application concept of the AirPak allows the designer the flexibility to arrange individual segments for a variety of applications. Each unit is then engineered and built as a single piece of equipment. This results in superior integrity when compared to units utilizing pre-engineered and built modules (sections) that are connected with sheet metal screws to form a unit.

Each individual unit is custom designed to minimize the number of panels in the unit. This decreases the opportunity for air leakage and assures better unit integrity.

Full Perimeter Base Rail Channel

The AirPak is completely supported by a full-perimeter base rail channel. The base rail is constructed of heavy gage galvanized steel and has intermediate cross-members for unit support. The base rail gives support to the internal components and protects the unit during shipment and installation. The base rail also provides additional height for jobsite trapping of condensate drain pans. (See Fig. 4)

Unit Frame

The rugged unit frame gives the unit industrial quality and durability. The integral frame permits the unit panels to be removed without affecting the integrity of the unit. After all of the panels have been removed, the frame remains to support the internal components.

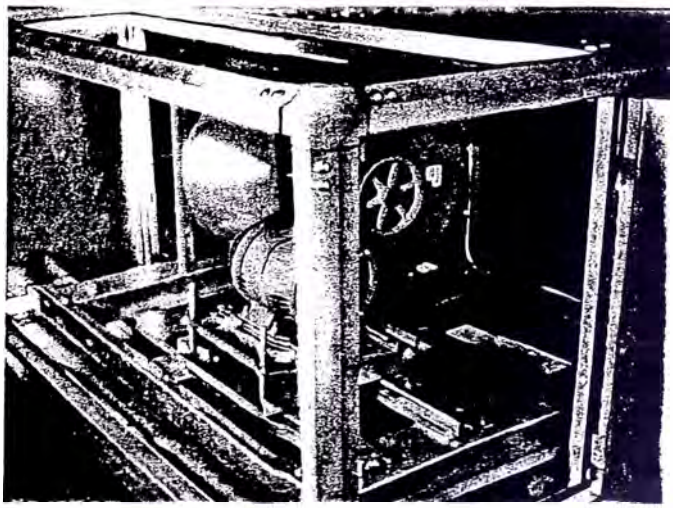


FIG. 6 – AIRPAK UNIT FRAME

Cast Aluminum Corner Post

The rugged cast aluminum corner posts add strength and rigidity to the unit. The smooth exterior corner finish also symbolizes the comprehensive engineering, style and quality of the YORK AirPak.

FIG. 7 – AIRPAK CORNER POST

Full Length and Height Raceway Channels

The fully insulated, double-wall Raceway Channels tie the entire unit together by connecting the corner pieces, unit frame and base rail. The raceway also creates the panel sealing surface. All factory control wiring is inside of the raceway for protection.

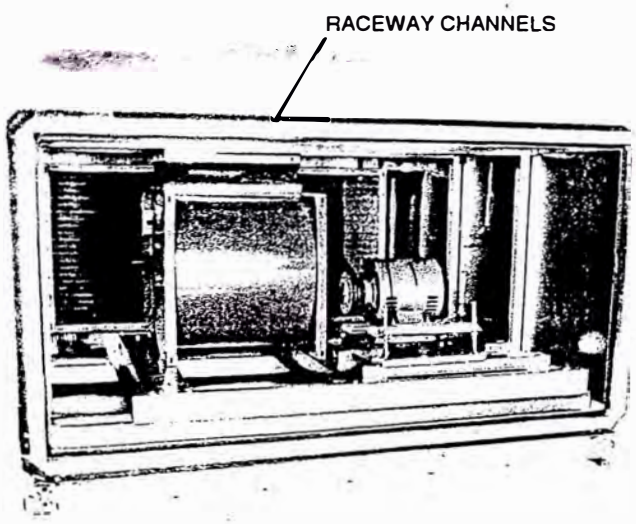


FIG. 8 – RACEWAY CHANNELS

Removable Panels

All of the AirPak panels (all double wall) are completely removable. The removable panels greatly reduces the time required to service and clean components. The removable panels minimized the space required for coil removal. Coils and other components can be easily removed through the side or top of the unit with no structural dissassembly of the unit.

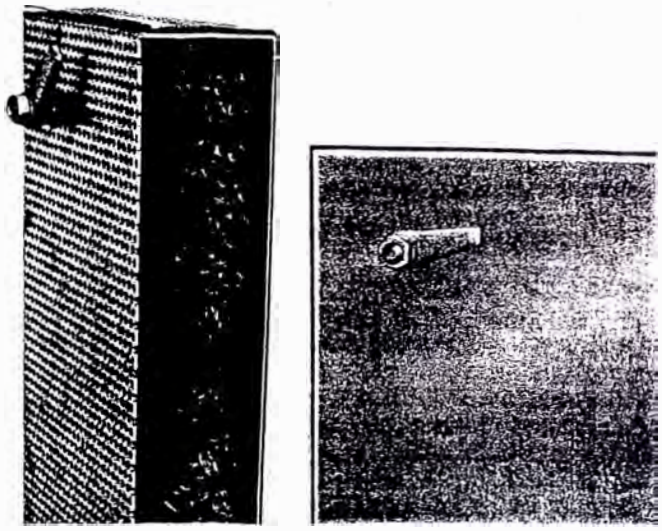


FIG. 9 – REMOVABLE PANELS (CUTAWAY)

Quick Connect Latch

The Quick Connect Latch is the key to the panel removal system. The latch is operable with a simple wrench. The motion of the latch is 180 degrees. The first 90 degrees moves the lever arm to a sealing position on the frame and the second 90 degrees pulls the latch snug, creating the panel seal.

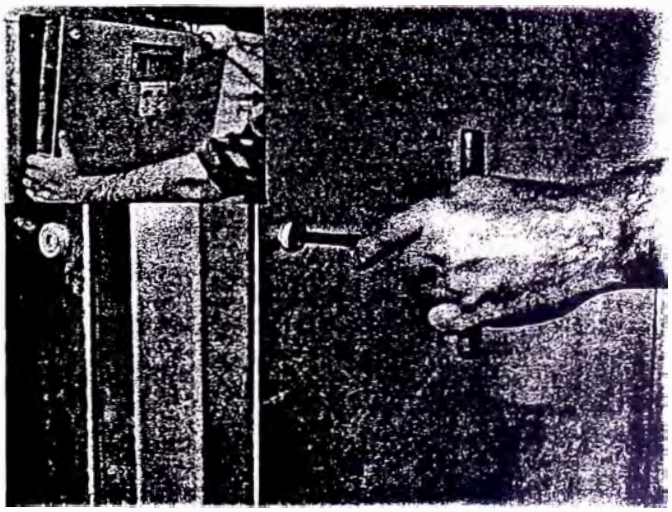


FIG. 10 – QUICK CONNECT LATCH

VARIABLE AIR VOLUME APPLICATIONS

Factory mounted variable frequency drives (YORK Air-Modulator) and variable inlet vanes are available with the YORK AirPak for Variable Air Volume Applications.

York Air-Modulator (Variable Frequency Drive):

The YORK Air-Modulator (variable frequency drive) offers the most efficient means of fan control for variable air volume systems. The Air-Modulator varies the speed of the fan to match the VAV load requirements.

The Air-Modulator takes maximum advantage of the relationship between fan speed and fan horsepower. With the Air-Modulator, any given reduction in fan speed results in a cubic reduction in fan horsepower. For example, a 10% speed reduction results in a 27% fan horsepower reduction!

The Air-Modulator offers the following benefits over variable linet vanes and discharge dampers:

- Extended Equipment Life - soft start of motor and fan.
- Quieter Fan Operation - fan operating at reduced speed and constant line of efficiency.
- Eliminates need for starter panels.
- Improved system control and response - DDC Controls with LED Digital Display.
- Available on all unit sizes as a factory mounted option.
- Proven Reliability.

Variable Inlet Vanes

Variable inlet vanes are another method of energy efficient fan control. While the fan runs at a constant speed, the inlet vanes modulate the air entering the fan. This produces a reduced air volume which results in lower operating horsepowers.

Variable inlet vanes are available on all airfoil fans and forward curved fans sizes 12 x 12 and larger.

The vanes are located within each inlet cone of airfoil fans and adjacent to the inlet ring of forward curved fans. The vanes consist of a series of radial damper blades which operate in parallel and are controlled by a common control shaft which extends to the outside of the fan.

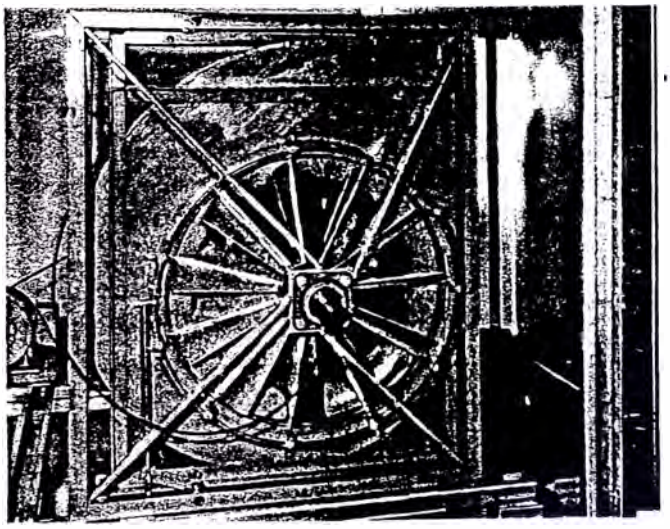


FIG. 11 – FORWARD CURVED FAN WITH VARIABLE INLET VANES

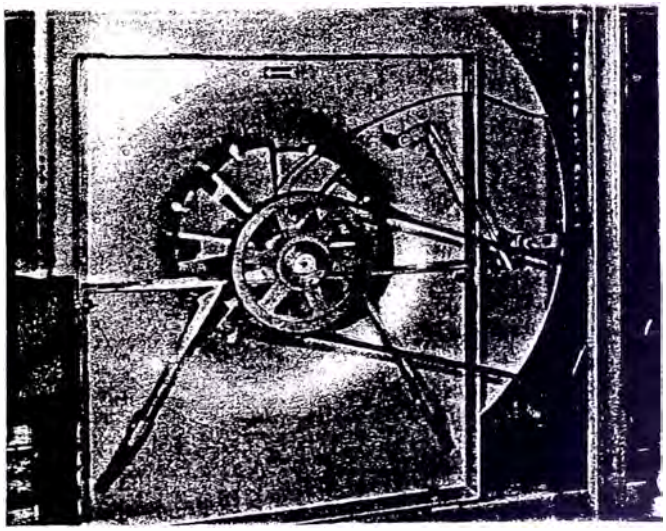


FIG. 12 – AIRFOIL FAN WITH VARIABLE INLET VANES

Quick Selection Tables

TABLE 1 — CDW COILS (5/8" O.D.)

UNIT SIZE AP –	FACE VELOCITY – FPM						COIL DIMENSIONS		COIL FACE AREA
	450	475	500	525	550	575			
	CFM						FH	FL	
35	1,527	1,612	1,697	1,782	1,867	1,952	21.25	23.00	3.4
60	2,470	2,607	2,744	2,881	3,018	3,156	27.25	29.00	5.5
80	3,406	3,595	3,785	3,974	4,163	4,352	27.25	40.00	7.6
105	4,538	4,790	5,042	5,294	5,546	5,798	30.25	48.00	10.1
120	5,388	5,688	5,987	6,286	6,586	6,885	30.25	57.00	12.0
150	6,617	6,985	7,352	7,720	8,088	8,455	30.25	70.00	14.7
170	7,585	8,007	8,428	8,849	9,271	9,692	33.25	73.00	16.9
215	9,567	10,099	10,630	11,162	11,693	12,225	39.25	78.00	21.3
250	11,030	11,642	12,255	12,868	13,481	14,093	45.25	78.00	24.5
305	13,570	14,324	15,078	15,832	16,586	17,340	48.25	90.00	30.2
360	16,102	16,996	17,891	18,785	19,680	20,574	57.25	90.00	35.8
400	17,891	18,885	19,878	20,872	21,866	22,860	57.25	100.00	39.8
500	22,138	23,367	24,597	25,827	27,057	28,287	63.25	112.00	49.2
580	26,338	27,801	29,264	30,727	32,190	33,653	75.25	112.00	58.5
660	29,630	31,276	32,922	34,568	36,214	37,860	75.25	126.00	65.8
800	35,547	37,522	39,497	41,471	43,446	45,421	81.25	140.00	79.0
1000	45,168	47,677	50,187	52,696	55,205	57,715	93.25	155.00	100.4

TABLE 2 — BDW COILS (1/2" O.D.)

UNIT SIZE AP –	FACE VELOCITY – FPM						COIL DIMENSIONS		COIL FACE AREA
	450	475	500	525	550	575			
	CFM						FH	FL	
35	1,438	1,517	1,597	1,677	1,757	1,837	20.00	23.00	3.2
60	2,492	2,631	2,769	2,908	3,046	3,184	27.50	29.00	5.5
80	3,438	3,628	3,819	4,010	4,201	4,392	27.50	40.00	7.6
105	4,500	4,750	5,000	5,250	5,500	5,750	30.00	48.00	10.0
120	5,344	5,641	5,938	6,234	6,531	6,828	30.00	57.00	11.9
150	6,563	6,927	7,292	7,656	8,021	8,385	30.00	70.00	14.6
170	7,414	7,826	8,238	8,650	9,062	9,474	32.50	73.00	16.5
215	9,141	9,648	10,156	10,664	11,172	11,680	37.50	78.00	20.3
250	10,969	11,578	12,188	12,797	13,406	14,016	45.00	78.00	24.4
305	13,359	14,102	14,844	15,586	16,328	17,070	47.50	90.00	29.7
360	16,172	17,070	17,969	18,867	19,766	20,664	57.50	90.00	35.9
400	17,969	18,967	19,965	20,964	21,962	22,960	57.50	100.00	39.9
500	22,750	24,014	25,278	26,542	27,806	29,069	65.00	112.00	50.6
580	26,250	27,708	29,167	30,625	32,083	33,542	75.00	112.00	58.3
660	29,531	31,172	32,813	34,453	36,094	37,734	75.00	126.00	65.6
800	36,094	38,099	40,104	42,109	44,115	46,120	82.50	140.00	80.2
1000	44,805	47,294	49,783	52,272	54,761	57,250	92.50	155.00	99.6

TABLE 3 — FORWARD CURVED FANS

CFM	Static Pressure									UNIT SIZE
	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	
1500				9 x 6						AP35
2000								9 x 4		
2500				10 x 10						AP60
3000										
3500				12 x 12						AP80
4000										
4500										AP105
5000									12 x 12	
5500				15 x 15						
5500									15 x 11	AP120
6000										
6500										
7000							15 x 15			AP150
7500		18 x 18								
8000										AP170
8500									18 x 18	
9000				20 x 15						
9500									20 x 18	AP215
10000										
11000										
11000										AP250
12000			22 x 20				20 x 18		22 x 20	
13000										
14000										AP305
15000										
16000										
16000					25 x 22					AP360
17500										
19000										
19000										AP400
20500				27 x 25					25 x 22	
22000										
24000										AP500
26000								27 x 25		
28000										
28000				30 x 27						AP580
30000										
32000										
32000										AP660
34000				33 x 33						
36000										

NOTES: 1. All fan sizes specified in the quick selection chart above are based on the most efficient forward curved fan for the specified static pressure and CFM.
2. For Airfoil Fan Selection, and comprehensive AirPak Fan Data, see page 14. (AirPak fan and motor data).

Quick Selection Tables

TABLE 4 — AIRPAK QUICK SELECTION DIMENSIONS & WEIGHTS

			UNIT SIZE								
			35	60	80	105	120	150	170	215	250
UNIT HEIGHT			37	43	43	46	46	46	52	55	61
UNIT WIDTH			36	42	53	62	70	83	86	91	91
SEGMENT			L = LENGTH OF SEGMENT IN THE DIRECTION OF AIRFLOW								
FS, FR, FE	FAN 1	L	40"	44"	46"	50"	46"	48"	54"	54"	58"
		lbs.	501#	600#	684#	870#	948#	1105#	1365#	1426#	1675#
	FAN 2	L	40"	44"	44"	46"	46"	46"	48"	54"	54"
		lbs.	517#	562#	661#	807#	951#	1004#	1259#	1493#	1536#
	FAN 3	L	N/A	N/A	N/A	50"	44"	44"	48"	52"	54"
		lbs.	N/A	N/A	N/A	1024#	1118#	1270#	1404#	1639#	1754#
HC	HEATING COIL (8") (using 1 Row / 8 FPI SDC Coil)	L	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"
		lbs.	106#	128#	153#	183#	204#	237#	260#	286#	203#
SC	SHORT COIL (10") (using 6 Row / 8 FPI BDW Coil)	L	16"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	20"	20"
		lbs.	230#	301#	350#	419#	479#	547#	608#	684#	747#
MC	MEDIUM COIL (20") (using 8 Row / 8 FPI BDW Coil)	L	26"	28"	28"	28"	28"	28"	28"	30"	30"
		lbs.	309#	396#	431#	546#	630#	716#	795#	888#	970#
LC	LONG COIL (28") (using (2) 8 Row / 8 FPI BDW Coils)	L	34"	36"	36"	36"	36"	36"	36"	38"	38"
		lbs.	405#	571#	679#	821#	931#	1070#	1203#	1347#	1498#
XC	EXTRA-LONG COIL (36") (using (2) 8 Row/8 FPI & (1) 1 Row/8 FPI BDW Coils)	L	42"	44"	44"	44"	44"	44"	44"	46"	46"
		lbs.	512#	668#	789#	946#	1069#	1223#	1373#	1520#	1696#
VC	VERTICAL COIL (20")*	L	Same As FS	Same As FS	Same As FS	Same As FS	Same As FS	Same As FS	Same As FS	Same As FS	Same As FS
		lbs.	398#	509#	597#	725#	801#	905#	1051#	1136#	1274#
OF	OPEN RETURN FILTER (2")	L	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"
		lbs.	14#	15#	22#	23#	28#	31#	32#	36#	38#
	OPEN RETURN FILTER (4")	L	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
		lbs.	18#	20#	28#	30#	37#	42#	44#	52#	54#
FF	FLAT FILTER (2" or 4")	L	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"
		lbs.	112#	123#	142#	166#	182#	205#	214#	231#	237#
AF	ANGLE FILTER (2")	L	18"	20"	20"	20"	20"	20"	16"	22"	18"
		lbs.	164#	188#	210#	248#	269#	298#	279#	351#	336#
	ANGLE FILTER (4")	L	20"	22"	22"	22"	22"	22"	18"	24"	20"
		lbs.	178#	206#	231#	278#	302#	334#	318#	394#	383#
RF	RIGID FILTER (12" w / 2" Pre-filter)	L	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"
		lbs.	174#	201#	228#	278#	308#	355#	362#	418#	428#
	RIGID FILTER (12" w / 4" Pre-filter)	L	20"	20"	20"	20"	20"	20"	20"	20"	20"
		lbs.	174#	201#	228#	278#	308#	355#	362#	418#	428#
BF	BAG FILTER (21" w/2" or 4" Pre-filter)	L	26"	26"	26"	26"	26"	26"	26"	26"	26"
		lbs.	198#	222#	249#	291#	318#	366#	370#	405#	421#
	BAG FILTER (32" w/2" or 4" Pre-filter)	L	36"	36"	36"	36"	36"	36"	36"	36"	36"
		lbs.	243#	279#	3041#	354#	383#	428#	415#	482#	503#
MB	MIXING BOX	L	20"	20"	20"	20"	20"	20"	22"	26"	26"
		lbs.	235#	275#	319#	377#	412#	467#	521#	600#	649#
FM	FILTER / MIXING BOX (2")	L	22"	26"	26"	26"	26"	26"	24"	30"	30"
		lbs.	257#	311#	355#	429#	484#	550#	573#	670#	725#
	FILTER / MIXING BOX (4")	L	24"	28"	28"	28"	28"	28"	26"	32"	32"
		lbs.	270#	327#	373#	157#					
EE	ECONOMIZER	L	40"	40"	40"	40"	40"	40"	42"	52"	52"
		lbs.	397#	475#	555#	665#	773#	834#	933#	1101#	1199#
SA	SHORT ACCESS (12")	L	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"
		lbs.	86#	98#	111#	130#	142#	158#	167#	176#	181#
MA	MEDIUM ACCESS (18")	L	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"
		lbs.	114#	129#	144#	167#	182#	201#	213#	223#	230#
LA	LONG ACCESS (24")	L	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"
		lbs.	141#	159#	178#	205#	221#	244#	258#	270#	279#
DI	DIFFUSER	L	18"	18"	22"	22"	22"	22"	26"	26"	30"
		lbs.	132#	154#	198#	233#	254#	283#	337#	358#	409#
DP	DISCHARGE PLENUM	L	20"	20"	20"	20"	20"	20"	22"	26"	26"
		lbs.	176#	206#	236#	281#	305#	349#	392#	450#	472#
AB	AIR BLENDER	L	22"	28"	34"	36"	28"	30"	34"	36"	34"
		lbs.	160#	220#	286#	348#	325#	370#	445#	492#	504#
IB	INTERNAL FACE & BYPASS	L	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"
		lbs.	102#	120#	138#	164#	181#	209#	228#	244#	254#

NOTES:
1. Add 6 inches in length (for the two end channels) to determine the overall unit length.
2. The unit widths do not include header connections.
3. For coil segments the dimension in (N") represents the coil space available.
4. The unit height includes the base rail (5 inches for the AP35 - AP500 and 8 inches for the AP580 - AP1000).
5. Fan weights include the largest available motor.

* See VC segment dimensions on page 29 for specific segment height.

TABLE 4 — AIRPAK QUICK SELECTION DIMENSIONS & WEIGHTS

		UNIT SIZE							
		305	360	400	500	580	660	800	1000
UNIT HEIGHT		64	73	73	81	95	95	102	113
UNIT WIDTH		103	103	113	125	125	139	153	168
SEGMENT		L = LENGTH OF SEGMENT IN THE DIRECTION OF AIRFLOW							
FS, FR, FE	FAN 1	L lbs.	62" 2060#	62" 2209#	68" 2402#	72" 3014#	72" 3224#	76" 4190#	74" 4880#	80" 5880#
	FAN 2	L lbs.	58" 2058#	58" 2120#	62" 2358#	68" 2891#	72" 3545#	74" 3957#	80" 4887#	86" 5451#
	FAN 3	L lbs.	58" 2259#	62" 2531#	68" 2932#	74" 3947#	74" 3589#	80" 4417#	86" 4946#	94" 5952#
HC	HEATING COIL (8") (using 1 Row / 8 FPI SDC Coil)	L lbs.	10" 391#	10" 424#	10" 456#	10" 556#	10" 618#	10" 680#	10" 784#	10" 921#
SC	SHORT COIL (10") (using 6 Row / 8 FPI BDW Coil)	L lbs.	22" 936#	24" 1061#	24" 1142#	26" 1414#	26" 1566#	28" 1737#	28" 1997#	30" 2409#
MC	MEDIUM COIL (20") (using 8 Row / 8 FPI BDW Coil)	L lbs.	32" 1211#	34" 1368#	34" 1471#	36" 1820#	36" 2002#	38" 2224#	38" 2547#	40" 3009#
LC	LONG COIL (28") (using (2) 8 Row / 8 FPI BDW Coils)	L lbs.	40" 1847#	42" 2114#	42" 2286#	44" 2834#	44" 3138#	46" 3495#	46" 4063#	48" 4859#
XC	EXTRA-LONG COIL (36") (using (2) 8 Row/8 FPI & (1) 1 Row/8 FPI BDW Coils)	L lbs.	48" 2082#	50" 2375#	50" 2564#	52" 3168#	52" 3513#	54" 3902#	54" 4515#	56" 5360#
VC	VERTICAL COIL (20")*	L lbs.	Same As FS 1618#	Same As FS 1795#	Same As FS 1971#	Same As FS 2487#	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A	N/A N/A
OF	OPEN RETURN FILTER (2")	L lbs.	0" 48#	0" 52#	0" 56#	0" 64#	0" 72#	0" 80#	0" 100#	0" 126#
	OPEN RETURN FILTER (4")	L lbs.	2" 68#	2" 76#	2" 86#	2" 94#	2" 100#	2" 112#	2" 150#	2" 187#
FF	FLAT FILTER (2" or 4")	L lbs.	10" 303#	10" 316#	10" 338#	10" 394#	10" 430#	10" 477#	10" 536#	10" 601#
AF	ANGLE FILTER (2")	L lbs.	18" 418#	20" 453#	20" 481#	20" 574#	22" 635#	22" 696#	22" 750#	26" 915#
	ANGLE FILTER (4")	L lbs.	20" 477#	22" 516#	22" 547#	22" 655#	24" 725#	24" 788#	24" 868#	28" 1042#
RF	RIGID FILTER (12" w / 2" Pre-filter)	L lbs.	18" 550#	18" 617#	18" 653#	18" 771#	18" 844#	18" 935#	18" 1074#	18" 1303#
	RIGID FILTER (12" w / 4" Pre-filter)	L lbs.	20" 550#	20" 617#	20" 659#	20" 771#	20" 844#	20" 935#	20" 1074#	20" 1303#
BF	BAG FILTER (21" w/2" or 4" Pre-filter)	L lbs.	26" 536#	26" 564#	26" 596#	26" 708#	26" 791#	26" 869#	26" 984#	26" 1116#
	BAG FILTER (32" w/2" or 4" Pre-filter)	L lbs.	36" 637#	36" 670#	36" 707#	36" 846#	36" 938#	36" 1027#	36" 1125#	36" 1307#
MB	MIXING BOX	L lbs.	28" 883#	32" 933#	32" 997#	40" 1333#	44" 1487#	44" 1627#	52" 1944#	56" 2250#
FM	FILTER / MIXING BOX (2")	L lbs.	32" 926#	36" 1012#	36" 1086#	40" 1364#	44" 1497#	44" 1636#	52" 1925#	56" 2215#
	FILTER / MIXING BOX (4")	L lbs.	34" 981#	38" 1071#	38" 1148#	40" 1418#	48" 1581#	48" 1727#	52" 1997#	58" 2331#
EE	ECONOMIZER	L lbs.	54" 1496#	64" 1735#	64" 1857#	72" 2388#	82" 2718#	82" 2959#	90" 3424#	100" 4087#
SA	SHORT ACCESS (12")	L lbs.	12" 235#	12" 244#	12" 260#	12" 312#	12" 327#	12" 357#	12" 393#	12" 496#
MA	MEDIUM ACCESS (18")	L lbs.	18" 296#	18" 308#	18" 326#	18" 395#	18" 414#	18" 449#	18" 492#	18" 544#
LA	LONG ACCESS (24")	L lbs.	24" 957#	24" 372#	24" 393#	24" 478#	24" 501#	24" 540#	24" 591#	24" 651#
DI	DIFFUSER	L lbs.	30" 515#	34" 589#	34" 626#	34" 766#	36" 846#	36" 914#	40" 1082#	44" 1290#
DP	DISCHARGE PLENUM	L lbs.	28" 587#	32" 662#	32" 706#	40" 882#	44" 984#	44" 1063#	52" 1286#	56" 1506#
AB	AIR BLENDER	L lbs.	36" 652#	40" 742#	42" 814#	42" 1002#	48" 1165#	50" 1291#	48" 1411#	60" 1823#
IB	INTERNAL FACE & BYPASS	L lbs.	12" 331#	12" 355#	12" 381#	12" 461#	12" 489#	12" 538#	12" 599#	12" 692#

NOTES:
1. Add 6 inches in length (for the two end channels) to determine the overall unit length.
2. The unit widths do not include header connections.
3. For coil segments the dimension in (N") represents the coil space available.
4. The unit height includes the base rail (5 inches for the AP35 - AP500 and 8 inches for the AP580 - AP1000).
5. Fan weights include the largest available motor.

* See VC segment dimensions on page 29 for specific segment height.

YORK APPLIED SYSTEMS

ABLE 5 — FAN AND MOTOR DATA

UNIT SIZE	FAN			MAX. MOTOR HP	MAX. MOTOR FRAME	MAXIMUM FAN		SHAFT DIAMETER & BEARING SIZE		FAN OUTLET AREA (sq. ft.)	VIV TORQUE (in. lb..)
	SEGMENT NUMBER[1]	TYPE	SIZE			TSP.	RPM	STD.	CLASS II		
35	1	FC	9 x 6	3	182T	6.0	2800	3/4"	3/4"	.59	N/A
	2	FC	9 x 4	5	184T	6.0	3000	3/4"	3/4"	.48	N/A
60	1	FC	10 x 10	5	184T	6.0	2600	3/4"	3/4"	1.04	N/A
	2	FC	10 x 7	7.5	213T	6.0	2600	3/4"	3/4"	.77	N/A
80	1	FC	12 x 12	5	184T	6.0	2200	1"	1"	1.46	47
	2	FC	10 x 10	7.5	213T	6.0	2600	3/4"	3/4"	1.04	N/A
105	1	FC	15 x 15	7.5	213T	6.0	1700	1-3/16"	1-3/16"	2.05	47
	2	FC	12 x 12	10	215T	6.0	2200	1"	1"	1.46	47
	3	AF	13	15	254T	9.0	4600	1-3/16"	1-7/16"	1.89	55
120	1	FC	15 x 15	7.5	213T	6.0	1700	1-3/16"	1-3/16"	2.05	47
	2	FC	15 x 11	10	215T	6.0	1700	1-3/16"	1-3/16"	1.62	47
	3	AF	15	20	256T	9.0	4200	1-3/16"	1-7/16"	2.33	77
150	1	FC	18 x 18	10	215T	6.0	1500	1-3/16"	1-7/16"	2.87	52
	2	FC	15 x 15	15	254T	6.0	1700	1-3/16"	1-3/16"	2.05	47
	3	AF	16	20	256T	9.0	3600	1-7/16"	1-11/16"	2.82	77
170	1	FC	20 x 15	15	254T	6.0	1300	1-7/16"	1-7/16"	3.39	54
	2	FC	18 x 18	20	256T	6.0	1500	1-3/16"	1-7/16"	2.87	52
	3	AF	18	25	284T	9.0	3400	1-7/16"	1-11/16"	3.45	98
215	1	FC	20 x 18	15	254T	5.5	1300	1-7/16"	1-7/16"	3.91	54
	2	FC	20 x 15	25	284T	6.0	1300	1-7/16"	1-7/16"	3.39	54
	3	AF	20	30	286T	9.0	3000	1-1 1/16"	1-15/16"	4.14	131
250	1	FC	22 x 20	20	256T	5.5	1200	1-7/16"	2-3/16"	4.78	56
	2	FC	20 x 18	25	284T	6.0	1300	1-7/16"	1-7/16"	3.91	54
	3	AF	22	30	286T	9.0	2800	1-1 1/16"	2-3/16"	5.12	136
305	1	FC	25 x 22	20	256T	6.0	1100	1-1 1/16"	2-7/16"	6.13	60
	2	FC	22 x 20	40	324T	6.0	1200	1-7/16"	2-3/16"	4.78	56
	3	AF	24	40	324T	9.0	2400	1-15/16"	2-3/16"	6.21	156
360	1	FC	25 x 22	30	286T	6.0	1100	1-1 1/16"	2-7/16"	6.13	60
	2	FC	22 x 20	40	324T	6.0	1200	1-7/16"	2-3/16"	4.78	56
	3	AF	27	50	326T	9.0	2200	1-15/16"	2-7/16"	7.54	222
400	1	FC	27 x 25	25	284T	6.0	900	1-1 1/16"	2-7/16"	7.55	60
	2	FC	25 x 22	40	324T	6.0	1100	1-1 1/16"	2-7/16"	6.13	60
	3	AF	30	50	326T	9.0	1900	2-7/16"	2-15/16"	9.31	296
500	1	FC	30 x 27	40	324T	5.5	800	1-1 1/16"	2-11/16"	8.74	66
	2	FC	27 x 25	50	326T	6.0	900	1-1 1/16"	2-7/16"	7.55	60
	3	AF	33	60	364T	9.0	1800	2-7/16"	2-15/16"	11.27	334
580	1	FC	30 x 30	50	326T	6.0	900	1-1 1/16"	2-11/16"	9.38	66
	2	FC	30 x 27	60	364T	5.5	800	1-1 1/16"	2-11/16"	8.74	66
	3	AF	33	75	365T	9.0	1800	2-7/16"	2-15/16"	11.27	334
660	1	FC	33 x 33	60	364T	6.0	800	2-3/16"	2-11/16"	11.85	68
	2	AF	33	75	365T	9.0	1800	2-7/16"	2-15/16"	11.27	334
	3	AF	36	75	365T	9.0	1700	2-7/16"	2-15/16"	13.79	386
800	1	AF	33	75	365T	9.0	1800	2-7/16"	2-15/16"	11.27	334
	2	AF	36	100	404T	9.0	1700	2-7/16"	2-15/16"	13.79	386
	3	AF	40	75	365T	9.0	1500	2-1 1/16"	3-7/16"	16.77	426
1000	1	AF	36	100	404T	9.0	1700	2-7/16"	2-15/16"	13.79	380
	2	AF	40	100	404T	9.0	1500	2-1 1/16"	3-7/16"	16.77	426
	3	AF	44	100	404T	9.0	1400	2-15/16"	3-7/16"	20.49	464

[1] Fan Segment Numbers (1), (2) and (3) refer to segment lengths which vary in size depending on the fan selected within a given AP unit size.

FC = Forward Curved Fan
AF = Airfoil Fan

TABLE 6 — COIL DATA

UNIT SIZE	Free Flow Coils 1/2" Dia. Tubes				TurboFin Coils 5/8" Dia. Tubes				Non-Freeze Coils 1" Dia. Tubes (SDC Type)			
	Full Face		Reduced Face		Full Face		Reduced Face		Full Face		Reduced Face	
	[1](Quantity) FH x FL	Area (sq. ft.)	[1](Quantity) FH x FL	Area (sq. ft.)	①(Quantity) FH x FL	Area (sq. ft.)	[1](Quantity) FH x FL	Area (sq. ft.)	[1](Quantity) FH x FL	Area (sq. ft.)	[1](Quantity) FH x FL	Area (sq. ft.)
35	(1) 20.00 x 23.00	3.2	(1) 15.00 x 23.00	2.4	(1) 21.25 x 23.00	3.4	(1) 15.25 x 23.00	2.4	(1) 21.00 x 23.00	3.4	(1) 15.00 x 23.00	2.4
60	(1) 27.50 x 29.00	5.5	(1) 20.00 x 29.00	4.0	(1) 27.25 x 29.00	5.5	(1) 21.25 x 29.00	4.3	(1) 27.00 x 29.00	5.4	(1) 21.00 x 29.00	4.2
80	(1) 27.50 x 40.00	7.6	(1) 20.00 x 40.00	5.6	(1) 27.25 x 40.00	7.6	(1) 21.25 x 40.00	5.9	(1) 27.00 x 40.00	7.5	(1) 21.00 x 40.00	5.8
105	(1) 30.00 x 48.00	10.0	(1) 22.50 x 48.00	7.5	(1) 30.25 x 48.00	10.1	(1) 21.25 x 48.00	7.1	(1) 30.00 x 48.00	10.0	(1) 21.00 x 48.00	7.0
120	(1) 30.00 x 57.00	11.9	(1) 22.50 x 57.00	8.9	(1) 30.25 x 57.00	12.0	(1) 21.25 x 57.00	8.4	(1) 30.00 x 57.00	11.9	(1) 21.00 x 57.00	8.3
150	(1) 30.00 x 70.00	14.6	(1) 22.50 x 70.00	10.9	(1) 30.25 x 70.00	14.7	(1) 21.25 x 70.00	10.3	(1) 30.00 x 70.00	14.6	(1) 21.00 x 70.00	10.2
170	(1) 32.50 x 73.00	16.5	(1) 25.00 x 73.00	12.7	(1) 33.25 x 73.00	16.9	(1) 24.25 x 73.00	12.3	(1) 33.00 x 73.00	16.7	(1) 24.00 x 73.00	12.2
215	(1) 37.50 x 78.00	20.3	(1) 27.50 x 78.00	14.9	(1) 39.25 x 78.00	21.3	(1) 27.25 x 78.00	14.8	(1) 39.00 x 78.00	21.1	(1) 27.00 x 78.00	14.6
250	(1) 45.00 x 78.00	24.4	(1) 32.50 x 78.00	17.6	(1) 45.25 x 78.00	24.5	(1) 33.25 x 78.00	18.0	(1) 45.00 x 78.00	24.4	(1) 33.00 x 78.00	17.8
305	(1) 47.50 x 90.00	29.7	(1) 35.00 x 90.00	21.9	(1) 48.25 x 90.00	30.2	(1) 36.25 x 90.00	22.7	(1) 48.00 x 90.00	30.0	(1) 36.00 x 90.00	22.5
360	(2) 57.50 x 90.00	35.9	(1) 42.50 x 90.00	26.6	(2) 57.25 x 90.00	35.8	(1) 42.25 x 90.00	26.4	(2) 57.00 x 90.00	35.6	(1) 42.00 x 90.00	26.3
400	(2) 57.50 x 100.00	39.9	(1) 42.50 x 100.00	29.5	(2) 57.25 x 100.00	39.8	(1) 42.25 x 100.00	29.3	(2) 57.00 x 100.00	39.6	(1) 42.00 x 100.00	29.2
500	(2) 65.00 x 112.00	50.6	(1) 47.50 x 112.00	36.9	(2) 63.25 x 112.00	49.2	(1) 48.25 x 112.00	37.5	(2) 63.00 x 112.00	49.0	(1) 48.00 x 112.00	37.3
580	(2) 75.00 x 112.00	58.3	(2) 57.50 x 112.00	44.7	(2) 75.25 x 112.00	58.5	(2) 57.25 x 112.00	44.5	(2) 75.00 x 112.00	58.3	(2) 57.00 x 112.00	44.3
660	(2) 75.00 x 126.00	65.6	(2) 57.50 x 126.00	50.3	(2) 75.25 x 126.00	65.8	(2) 57.25 x 126.00	50.1	(2) 75.00 x 126.00	65.6	(2) 57.00 x 126.00	49.9
800	(2) 82.50 x 140.00	80.2	(2) 60.00 x 140.00	58.3	(2) 81.25 x 140.00	79.0	(2) 60.25 x 140.00	58.6	(2) 81.00 x 140.00	78.8	(2) 60.00 x 140.00	58.3
1000	(2) 92.50 x 155.00	99.6	(2) 70.00 x 155.00	75.3	(2) 93.25 x 155.00	100.4	(2) 69.25 x 155.00	74.5	(2) 90.00 x 155.00	96.9	(2) 69.00 x 155.00	74.3

[1](Quantity) = Connections per Unit
(1) = 1 set of connections
(2) = 2 set of connections

FH x FL = Finned Height (Inches) x Finned Length (Inches)

Note: Unit sizes AP35 - AP305 use a single full face coil. Unit sizes AP360 - AP1000 use a tall coil (i.e. 2 sets of connections).

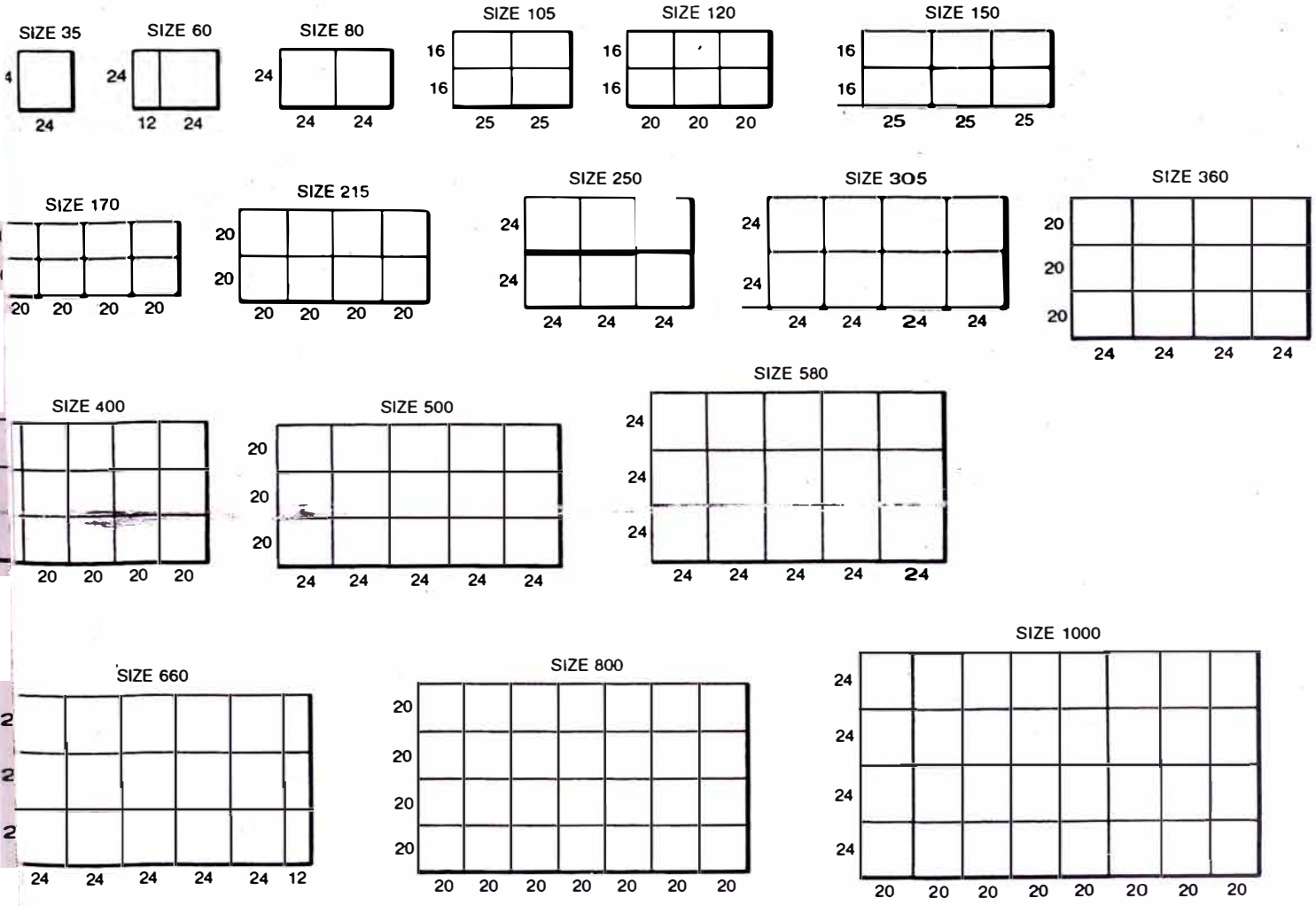
LTER DATA

FLAT FILTER (FF) & RETURN FILTER (OF) SEGMENTS – 2" OR 4"

ter Sizes And Quantities Per Unit Size

		UNIT SIZE															
		35	60	80	105	120	150	170	215	250	305	360	400	500	580	660	800	1000
ea (sq. ft.)		4.0	6.0	8.0	11.1	13.3	16.7	17.8	22.2	24.0	32.0	40.0	41.7	50.0	60.0	66.0	77.8	106.7
ter ze	12 x 24		1													3		
	16 x 20					6		8										
	16 x 25				4		6											
	20 x 20								8				15				28	
	24 x 20											12		15				32
	24 x 24	1	1	2						6	8				15	15		

TE 1. See the filter configurations below for specific filter arrangements.
2. Flat filters are side-loaded.
3. Return filters are front-loaded.



FILTER DATA

ANGLE FILTER (AF) & FILTER MIXING BOX (FM) SEGMENTS – 2" OR 4"

Filter Sizes And Quantities Per Unit Size

		UNIT SIZE															
		35	60	80	105	120	150	170	215	250	305	360	400	500	580	660	800	1000
Area (eq. ft.)		4.4	8.9	11.1	15.6	16.7	21.1	22.2	29.2	35.6	42.2	50.0	55.6	66.7	80.0	88.0	120.0	168.0
Filter Size	12 x 24															4		
	16 x 20	2	4		2		2			16	4							
	16 x 25								8		12							
	20 x 20			4	4	6	6	8				8		24				
	20 x 24																36	48
	20 x 25								2			8	16					
	24 x 24														20	20		42

NOTE 1. See the filter configurations below for specific filter arrangements.
2. Angle & filter / mixing box filters are side-loading.

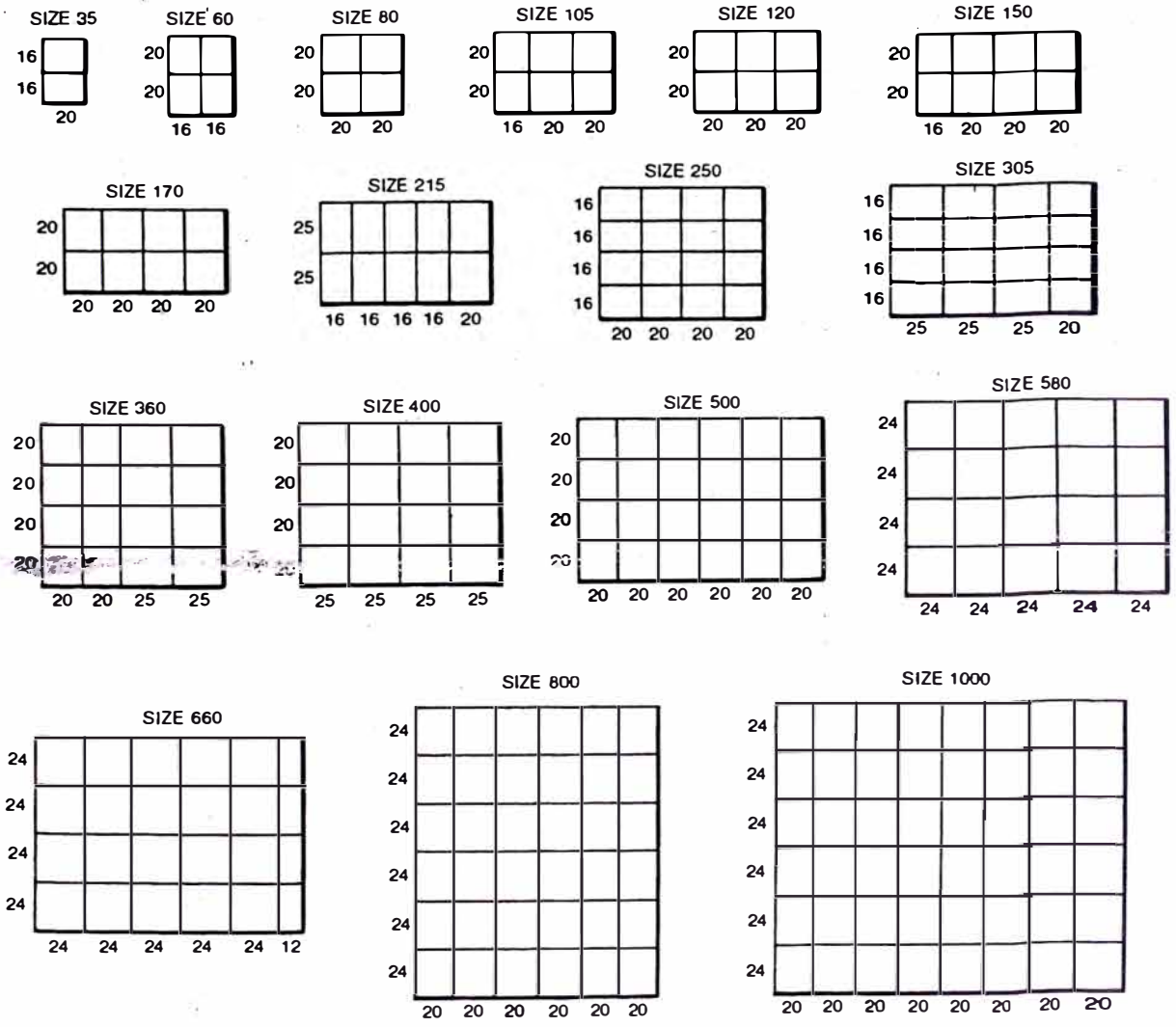


TABLE 7 — DAMPER DATA

UNIT SIZE	DAMPER SIZE		DAMPER AREA	LOW LEAK DAMPERS				ULTRA LOW LEAK DAMPERS			
	HEIGHT (In.)	WIDTH (in.)	(sq. ft.)	LEAKAGE (CFM / FT²) @ 1"	LEAKAGE (CFM / FT²) @ 4"	TORQUE (IN-LB) (1)	(2)	LEAKAGE (CFM / FT²) @ 1"	LEAKAGE (CFM / FT²) @ 4"	TORQUE (IN-LB) (1)	(2)
35	14.75	15.00	1.54	4.3	9.0	20	20	3.5	6.5	20	20
60	14.75	22.00	2.25	4.3	9.0	20	20	3.5	6.5	20	20
80	14.75	30.00	3.07	4.3	9.0	20	20	3.5	6.5	20	20
105	14.75	39.00	3.99	4.3	9.0	20	24	3.5	6.5	20	20
120	14.75	46.00	4.71	4.3	9.0	20	28	3.5	6.5	20	24
150	14.75	56.00	5.74	3.7	8.0	20	34	3.0	6.0	20	29
170	14.75	64.00	6.56	3.7	8.0	20	39	3.0	6.0	20	33
215	20.75	55.00	7.93	3.7	8.0	22	48	3.0	6.0	22	40
250	20.75	63.00	9.08	3.7	8.0	25	54	3.0	6.0	25	45
305	20.75	78.00	11.24	3.4	6.0	32	67	2.75	4.5	32	56
360	26.75	70.00	13.00	3.4	6.0	37	78	2.75	4.5	37	65
400	26.75	78.00	14.49	3.4	6.0	41	87	2.75	4.5	41	72
500	26.75	98.00	18.20	3.4	6.0	51	109	2.75	4.5	51	91
580	32.75	92.00	20.92	3.4	6.0	59	126	2.75	4.5	59	105
660	32.75	103.00	23.43	3.4	6.0	66	141	2.75	4.5	66	117
800	32.75	125.00	28.43	3.4	6.0	80	171	2.75	4.5	80	142
1000	38.75	131.00	35.25	3.4	6.0	100	212	2.75	4.5	100	176

NOTE: Area given is per damper. All mixing segments (MB, FM & EE) utilize the same size damper.

TORQUE: (1) Figures in this column are based on minimum recommended operating torque.
(2) Based on torque required to achieve maximum leakage performance.

TABLE 8 — BLENDER DATA

UNIT SIZE	TOTAL AREA (sq. ft.)
35	1.45
60	2.28
80	3.29
105	3.85
120	4.56
150	5.52
170	6.58
215	7.72
250	9.87
305	11.58
360	13.44
400	15.42
500	19.80
580	20.20
660	24.75
800	30.24
1000	39.48

TABLE 10 — TURBOFIN CDW OR CDX FOR COOLING AND DEHUMIDIFYING (5/8") APD (in. wg.)

WET COIL — For Standard Air

Rows	Fin No.	AIR VELOCITY (FPM)						
		400	425	450	475	500	525	550
4	8	0.35	0.38	0.42	0.45	0.48	0.52	0.56
	10	0.40	0.44	0.48	0.52	0.56	0.60	0.64
	12	0.45	0.50	0.55	0.59	0.64	0.70	0.75
	14	0.50	0.56	0.52	0.66	0.72	0.80	0.86
5	8	0.44	0.48	0.62	0.56	0.61	0.65	0.69
	10	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.81
	12	0.57	0.62	0.68	0.74	0.80	0.87	0.94
	14	0.64	0.69	0.76	0.83	0.90	0.99	1.07
6	8	0.53	0.58	0.63	0.68	0.73	0.78	0.83
	10	0.60	0.66	0.72	0.78	0.84	0.90	0.97
	12	0.68	0.75	0.82	0.89	0.97	1.04	1.12
	14	0.76	0.84	0.92	1.00	1.10	1.18	1.27
8	8	0.70	0.77	0.83	0.90	0.97	1.04	1.11
	10	0.80	0.88	0.95	1.03	1.12	1.20	1.29
	12	0.91	1.00	1.09	1.19	1.29	1.39	1.50
	14	1.02	1.12	1.23	1.35	1.46	1.58	1.71
10	8	0.87	0.95	1.04	1.12	1.20	1.29	1.38
	10	0.99	1.09	1.18	1.28	1.39	1.49	1.60
	12	1.12	1.24	1.35	1.47	1.60	1.72	1.86
	14	1.25	1.39	1.52	1.66	1.81	1.95	2.12
12	8	1.05	1.14	1.24	1.34	1.44	1.55	1.65
	10	1.19	1.30	1.42	1.54	1.66	1.79	1.92
	12	1.35	1.48	1.62	1.77	1.91	2.07	2.23
	14	1.51	1.66	1.82	2.00	2.16	2.35	2.54

TABLE 11 — TURBOFIN CDW FOR HEATING & CDW OR CDX FOR SENSIBLE COOLING (5/8") APD (in. wg.)

DRY COIL — For Standard Air

Rows	Fin No.	AIR VELOCITY (FPM)								
		400	450	500	550	600	700	800	900*	1000*
1	8	0.07	0.09	0.10	0.12	0.14	0.19	0.23	0.29	0.34
	10	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.21	0.26	0.32	0.38
	12	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.23	0.29	0.35	0.42
	14	0.10	0.12	0.14	0.17	0.20	0.25	0.32	0.38	0.46
2	8	0.14	0.17	0.21	0.25	0.28	0.37	0.47	0.57	0.68
	10	0.16	0.20	0.23	0.27	0.32	0.41	0.52	0.63	0.76
	12	0.18	0.22	0.26	0.31	0.36	0.46	0.58	0.70	0.84
	14	0.20	0.24	0.29	0.35	0.40	0.51	0.64	0.77	0.92
3	8	0.21	0.26	0.31	0.37	0.43	0.56	0.70	0.86	1.03
	10	0.24	0.29	0.35	0.41	0.48	0.62	0.78	0.95	1.13
	12	0.27	0.33	0.39	0.46	0.53	0.69	0.86	1.05	1.25
	14	0.30	0.37	0.43	0.51	0.58	0.76	0.94	1.15	1.37
4	8	0.28	0.35	0.42	0.49	0.57	0.74	0.93	1.14	1.37
	10	0.32	0.39	0.47	0.55	0.64	0.83	1.04	1.26	1.51
	12	0.36	0.44	0.52	0.61	0.71	0.92	1.15	1.40	1.67
	14	0.40	0.49	0.57	0.67	0.78	1.01	1.26	1.54	1.83
5	8	0.35	0.43	0.52	0.61	0.71	0.93	–	–	–
	10	0.40	0.49	0.58	0.69	0.80	1.03	–	–	–
	12	0.45	0.55	0.66	0.77	0.89	1.15	–	–	–
	14	0.50	0.61	0.76	0.85	0.98	1.27	–	–	–
6	8	0.43	0.52	0.62	0.73	0.85	1.11	–	–	–
	10	0.48	0.59	0.70	0.82	0.95	1.24	–	–	–
	12	0.54	0.66	0.79	0.92	1.07	1.38	–	–	–
	14	0.60	0.73	0.88	1.02	1.19	1.52	–	–	–
8	8	0.57	0.69	0.83	0.98	1.14	1.48	–	–	–
	10	0.64	0.78	0.93	1.10	1.27	1.65	–	–	–
	12	0.72	0.88	1.05	1.23	1.42	1.84	–	–	–
	14	0.80	0.98	1.17	1.36	1.57	2.03	–	–	–
10	8	0.71	0.87	1.04	1.22	1.42	1.85	–	–	–
	10	0.80	0.98	1.17	1.37	1.59	2.06	–	–	–
	12	0.90	1.10	1.31	1.54	1.78	2.30	–	–	–
	14	1.00	1.22	1.45	1.71	1.97	–	–	–	–
12	8	0.85	1.04	1.25	1.47	1.70	2.22	–	–	–
	10	0.96	1.17	1.40	1.64	1.91	2.48	–	–	–
	12	1.08	1.32	1.57	1.84	2.13	2.76	–	–	–
	14	1.20	1.47	1.74	2.04	2.35	–	–	–	–

eyond scope of ARI Certification for cooling applications.

Air Pressure Drop

TABLE 12 — FREE-FLOW BDW OR BDX FOR COOLING AND DEHUMIDIFYING (1/2") APD (in. wg)

WET COIL — For Standard Air

Rows	Fin No.	AIR VELOCITY (In. wg.)										
		300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550
2	8	0.06	0.08	0.09	0.10	0.10	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.18
	10	0.08	0.09	0.10	0.12	0.13	0.14	0.15	0.17	0.18	0.20	0.21
	12	0.10	0.11	0.12	0.14	0.16	0.17	0.18	0.20	0.21	0.23	0.25
	14	0.12	0.13	0.14	0.16	0.18	0.19	0.20	0.22	0.23	0.25	0.27
3	8	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.18	0.19	0.21	0.23	0.25	0.26
	10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.19	0.21	0.23	0.25	0.27	0.29	0.32
	12	0.15	0.17	0.19	0.21	0.23	0.25	0.27	0.30	0.32	0.35	0.37
	14	0.18	0.20	0.22	0.24	0.26	0.29	0.30	0.35	0.37	0.40	0.42
4	8	0.13	0.15	0.17	0.19	0.21	0.23	0.26	0.28	0.30	0.33	0.35
	10	0.17	0.19	0.21	0.23	0.25	0.28	0.31	0.34	0.36	0.39	0.42
	12	0.20	0.22	0.25	0.28	0.31	0.34	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49
	14	0.23	0.25	0.29	0.33	0.36	0.40	0.43	0.46	0.49	0.51	0.56
5	8	0.17	0.19	0.21	0.24	0.27	0.29	0.32	0.35	0.38	0.41	0.44
	10	0.21	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.45	0.49	0.53
	12	0.25	0.28	0.31	0.35	0.38	0.42	0.46	0.50	0.54	0.58	0.62
	14	0.29	0.33	0.36	0.42	0.44	0.49	0.53	0.58	0.63	0.67	0.71
6	8	0.20	0.23	0.26	0.29	0.32	0.35	0.38	0.42	0.45	0.49	0.53
	10	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.42	0.46	0.50	0.55	0.59	0.63
	12	0.30	0.34	0.38	0.42	0.46	0.50	0.55	0.60	0.64	0.69	0.74
	14	0.35	0.40	0.45	0.49	0.53	0.58	0.64	0.70	0.73	0.79	0.85
8	8	0.27	0.31	0.34	0.38	0.42	0.47	0.51	0.56	0.61	0.65	0.71
	10	0.33	0.37	0.42	0.47	0.52	0.57	0.62	0.67	0.73	0.78	0.84
	12	0.40	0.45	0.50	0.56	0.61	0.67	0.73	0.79	0.86	0.92	0.99
	14	0.47	0.53	0.58	0.65	0.70	0.77	0.84	0.91	0.99	1.06	1.14
10	8	0.34	0.39	0.42	0.47	0.52	0.58	0.65	0.72	0.79	0.88	0.93
	10	0.43	0.47	0.54	0.61	0.68	0.75	0.83	0.90	0.97	1.05	1.12
	12	0.51	0.56	0.62	0.70	0.78	0.86	0.94	1.03	1.14	1.20	1.29
	14	0.59	0.65	0.70	0.79	0.88	0.97	1.05	1.16	1.25	1.35	1.46
12	8	0.42	0.48	0.54	0.60	0.66	0.73	0.81	0.89	0.99	1.10	–
	10	0.52	0.60	0.68	0.78	0.88	0.98	1.08	1.13	1.28	1.38	1.48
	12	0.63	0.73	0.83	0.93	1.03	1.13	1.23	1.34	1.46	1.58	1.70
	14	0.74	0.86	0.98	1.08	1.18	1.28	1.38	1.55	1.64	1.78	1.92

TABLE 13 — FREE-FLOW BDW FOR HEATING & BDW OR BDX FOR SENSIBLE COOLING (1/2") APD (in. wg.

DRY COIL — For Standard A

Rows	Fin No.	AIR VELOCITY (In. wg.)									
		400	450	500	550	600	650	700	800	900*	1000*
1	8	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.14	0.17
	10	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.13	0.16	0.20
	12	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.12	0.15	0.19	0.22
	14	0.06	0.06	0.08	0.09	0.12	0.13	0.14	0.17	0.21	0.24
2	8	0.07	0.09	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.23	0.28	0.33
	10	0.08	0.10	0.12	0.14	0.17	0.19	0.21	0.27	0.33	0.39
	12	0.10	0.12	0.14	0.16	0.19	0.22	0.25	0.31	0.38	0.45
	14	0.12	0.14	0.16	0.18	0.21	0.25	0.29	0.35	0.43	0.51
3	8	0.11	0.13	0.16	0.18	0.21	0.24	0.27	0.34	0.42	0.50
	10	0.13	0.15	0.18	0.21	0.25	0.28	0.32	0.40	0.49	0.59
	12	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0.25	[illegible]	0.33	0.37	0.46	0.56	0.67
	14	0.16	0.21	0.24	0.29	0.33	0.38	0.42	0.52	0.63	0.75
4	8	0.14	0.17	0.21	0.24	0.28	0.32	0.37	0.46	0.56	0.67
	10	0.17	0.20	0.24	0.29	0.33	0.38	0.43	0.54	0.65	0.78
	12	0.19	0.23	0.28	0.33	0.38	0.43	0.49	0.62	0.75	0.90
	14	0.21	0.26	0.32	0.37	0.43	0.48	0.55	0.70	0.85	1.02
5	8	0.18	0.22	0.26	0.30	0.35	0.40	0.46	–	–	–
	10	0.21	0.25	0.30	0.36	0.41	0.47	0.54	–	–	–
	12	0.24	0.29	0.35	0.41	0.48	0.54	0.62	–	–	–
	14	0.27	0.33	0.40	0.46	0.55	0.61	0.70	–	–	–
6	8	0.21	0.26	0.31	0.36	0.42	0.48	0.55	–	–	–
	10	0.25	0.31	0.36	0.43	0.50	0.57	0.60	–	–	–
	12	0.29	0.35	0.42	0.49	0.57	0.65	0.74	–	–	–
	14	0.33	0.39	0.48	0.55	0.64	0.73	0.88	–	–	–
8	8	0.28	0.35	0.41	0.49	0.56	0.64	0.73	–	–	–
	10	0.33	0.41	0.49	0.57	0.66	0.76	0.86	–	–	–
	12	0.38	0.47	0.56	0.66	0.76	0.87	0.98	–	–	–
	14	0.43	0.53	0.63	0.75	0.86	0.98	1.10	–	–	–
10	8	0.37	0.44	0.50	0.58	0.65	0.73	0.82	–	–	–
	10	0.43	0.51	0.59	0.67	0.76	0.86	0.96	–	–	–
	12	0.49	0.58	0.67	0.76	0.87	0.98	1.09	–	–	–
	14	0.55	0.65	0.75	0.85	0.98	1.10	1.22	–	–	–
12	8	0.48	0.55	0.61	0.69	0.76	0.84	0.93	–	–	–
	10	0.55	0.63	0.71	0.79	0.88	0.98	1.08	–	–	–
	12	0.62	0.71	0.80	0.89	1.00	1.11	1.22	–	–	–
	14	0.69	0.79	0.89	0.99	1.12	1.24	1.36	–	–	–

* Beyond scope of ARI Certification for cooling applications.

TABLE 14 – AIR BLENDER APD (in. wg.)

BLENDER FACE VELOCITY	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
PRESSURE DROP	.07	.08	.10	.12	.14	.16	.18	.20	.23	.26	.29

NOTE: Variable air volume applications with blender velocities below 1000 FPM should be reviewed to ensure proper blender performance.

TABLE 15 – STEAM DISTRIBUTING COILS (SDC) APD (in. wg.)

COIL	ROW DEPTH	FIN SERIES	AIR VELOCITY (FPM)									
			300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
SDC	1	6	0.04	0.06	0.09	0.13	0.17	0.22	0.27	0.32	0.38	0.44
		8	0.05	0.08	0.12	0.16	0.21	0.27	0.33	0.39	0.46	0.53
		10	0.06	0.10	0.15	0.20	0.26	0.32	0.39	0.47	0.55	0.64
		11	0.07	0.11	0.16	0.21	0.28	0.35	0.42	0.50	0.59	0.69
		12	0.07	0.12	0.17	0.23	0.30	0.37	0.45	0.54	0.64	0.74
		13	0.08	0.13	0.18	0.25	0.32	0.40	0.49	0.58	0.68	0.79
		14	0.08	0.14	0.20	0.27	0.34	0.43	0.52	0.62	0.73	0.84

Ratings for more than one row deep are obtained with multiple sections of one-row coils.
All unit coils are rated and certified in accordance with ARI Standard 410.

TABLE 16 – DAMPER APD (in. wg.)

MODEL	FACE VELOCITY															
	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800
LOW LEAK	.01	.02	.04	.05	.07	.09	.12	.14	.17	.21	.25	.28	.31	.37	.40	.47
ULTRA-LOW LEAK	.01	.02	.03	.04	.05	.07	.09	.11	.13	.16	.19	.22	.24	.29	.31	.36

TABLE 17 – FAN VELOCITY PRESSURE LOSS*

	FAN OUTLET VELOCITY							
	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000
F. C.	0.32	0.40	0.50	0.60	0.71	0.84	0.97	1.12
A. F.	0.09	0.11	0.13	0.16	0.19	0.23	0.26	0.30

* Applies to supply fans without the proper length of discharge duct.
* Applies to ALL return fans and supply fans in units with final filters.

TABLE 18 – DIFFUSER AIR PRESSURE DROP*

	FAN OUTLET VELOCITY							
	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000
DIFFUSER (DIF)	0.09	0.11	0.14	0.17	0.20	0.24	0.27	0.32

TABLE 19 – FILTER APD (in. wg)

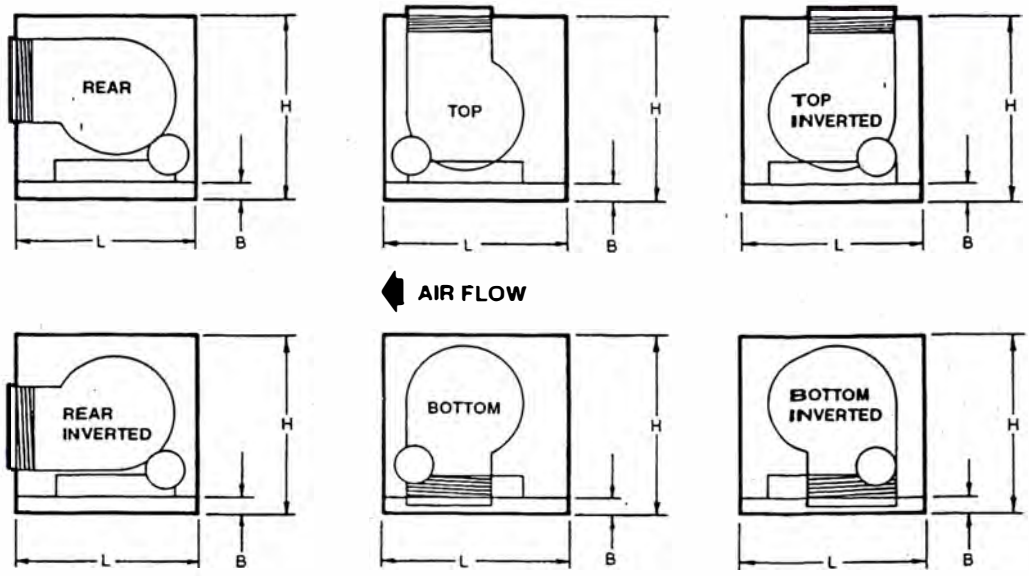
TYPE FILTER MEDIA	FILTER VELOCITY (FPM)								
	200	250	300	350	400	450	500	550	600
2"- Throwaway	0.06	0.08	0.11	0.15	0.20	0.22	0.24	0.26	0.28
2"- Pleated	0.12	0.13	0.14	0.17	0.20	0.25	0.30	NR	NR
2"- Cleanable	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12
4"- Pleated	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20	0.21	0.23	NR	NR
12"- 45% Rigid	0.10	0.12	0.15	0.19	0.23	0.28	0.34	0.40	0.46
12"- 65% Rigid	0.13	0.16	0.20	0.24	0.28	0.35	0.40	0.46	0.52
12"- 85% Rigid	0.22	0.25	0.32	0.40	0.48	0.56	0.64	0.72	0.80
12"- 95% Rigid	0.30	0.34	0.42	0.52	0.61	0.72	0.84	0.95	1.06
21"- 65% Efficient Bag	0.05	0.08	0.10	0.12	0.16	0.18	0.20	0.25	0.28
21"- 85% Efficient Bag	0.18	0.20	0.24	0.28	0.34	0.40	0.45	0.50	0.55
21"- 95% Efficient Bag	0.28	0.32	0.36	0.42	0.50	0.60	0.70	0.76	0.84
32"- 65% Efficient Bag	0.06	0.07	0.09	0.12	0.16	0.18	0.24	0.26	0.32
32"- 85% Efficient Bag	0.06	0.08	0.14	0.18	0.24	0.26	0.30	0.34	0.38
32"- 95% Efficient Bag	0.05	0.10	0.18	0.24	0.30	0.35	0.40	0.46	0.52

NOTES: 1. Filter pressure drop is through clean filters.
2. NR - Not Recommended.

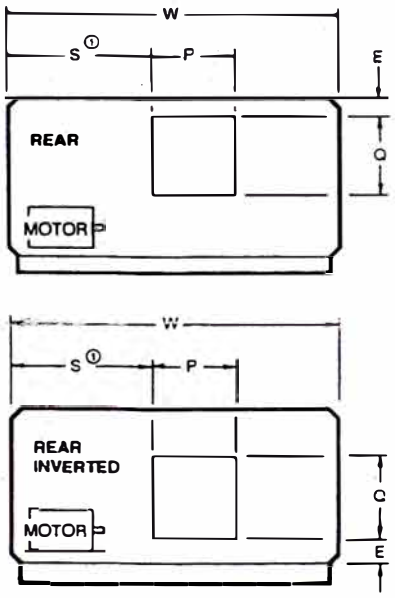
Segment Dimensions

FS - SUPPLY FAN SEGMENT

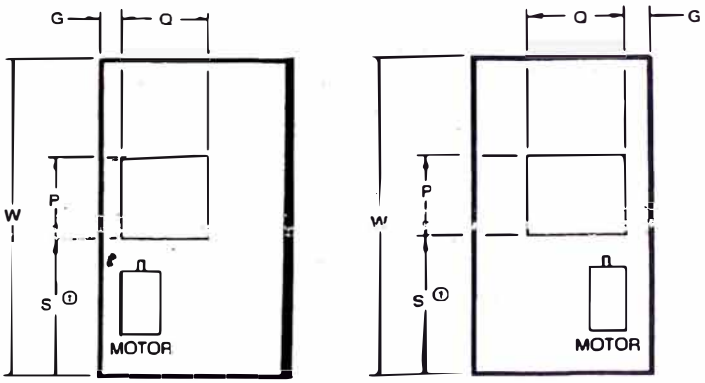
SIDE VIEW



REAR VIEW



TOP/BOTTOM VIEW



① "S"DIMENSION IS ON MOTOR / DRIVE SIDE OF FAN SEGMENT.

NOTES:
1. Motor / Drive may be located on either the right hand (R. H.) or left (L. H.) side of unit.
2. An access door is supplied as standard on the motor / drive side of unit.
3. Access doors (opposite motor / drive side), access doors (both sides), window in door, auxiliary drain pan and perforated liners are all optional.

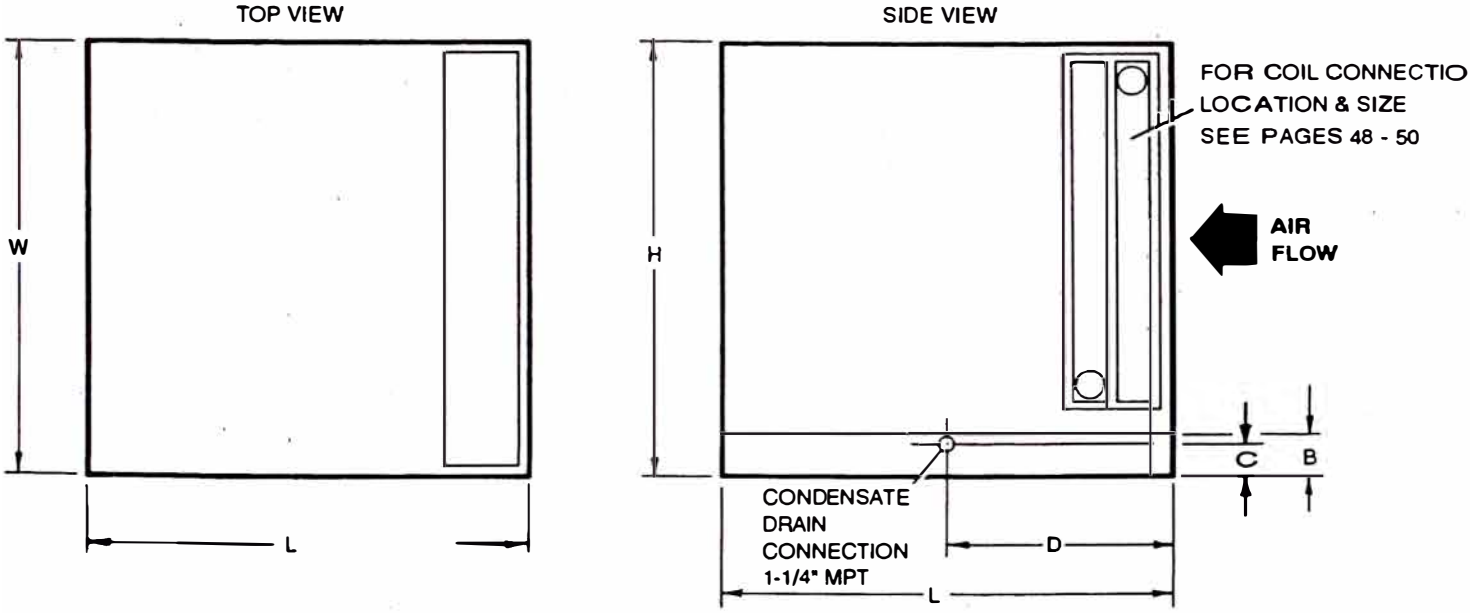
"FS" SEGMENT DIMENSIONS (in.)

				UNIT DIMENSIONS				FAN DISCHARGE DIMENSIONS					
UNIT SIZE	FAN NUMBER	FAN TYPE	FAN SIZE	W	L	H	B	E	F	G	P	Q	S
35	FAN 1	FC	9 x 6	36.00	40.00	37.00	5	13.75	9.31	16.31	8.25	10.25	13.88
35	FAN 2	FC	9 x 4	36.00	40.00	37.00	5	13.75	9.31	16.31	6.81	10.25	14.60
60	FAN 1	FC	10 x 10	42.00	44.00	43.00	5	14.55	9.31	19.68	13.12	11.38	14.41
60	FAN 2	FC	10 x 7	42.00	44.00	43.00	5	14.55	9.31	19.68	9.69	11.38	16.16
80	FAN 1	FC	12 x 12	53.00	46.00	43.00	5	15.49	9.31	19.61	15.62	13.44	18.69
80	FAN 2	FC	10 x 10	53.00	44.00	43.00	5	14.55	9.31	19.68	13.12	11.38	19.97
105	FAN 1	FC	15 x 15	62.00	50.00	46.00	5	17.93	10.31	20.39	18.60	15.88	21.69
105	FAN 2	FC	12 x 12	62.00	46.00	46.00	5	16.49	10.31	19.12	15.62	13.44	23.19
105	FAN 3	AF	13	62.00	50.00	46.00	5	19.15	11.28	23.59	19.32	14.13	27.18
120	FAN 1	FC	15 x 15	70.00	46.00	46.00	5	18.06	10.31	17.55	18.60	15.88	32.70
120	FAN 2	FC	15 x 11	70.00	46.00	46.00	5	18.06	10.31	17.55	14.69	15.88	32.70
120	FAN 3	AF	15	70.00	44.00	46.00	5	19.84	11.28	14.90	21.25	15.81	31.69
150	FAN 1	FC	18 x 18	83.00	48.00	46.00	5	16.34	6.78	14.56	21.88	18.88	39.00
150	FAN 2	FC	15 x 15	83.00	46.00	46.00	5	18.06	10.31	17.55	18.62	15.88	39.00
150	FAN 3	AF	16	83.00	44.00	46.00	5	19.16	9.22	13.41	23.63	17.19	38.37
170	FAN 1	FC	20 x 15	86.00	54.00	52.00	5	17.03	7.78	14.00	19.75	24.75	41.75
170	FAN 2	FC	18 x 18	86.00	48.00	52.00	5	19.87	10.31	14.56	21.88	18.88	39.00
170	FAN 3	AF	18	86.00	48.00	52.00	5	22.18	11.31	14.48	26.00	19.13	36.00
215	FAN 1	FC	20 x 18	91.00	54.00	55.00	5	20.06	10.81	14.06	22.75	24.75	39.00
215	FAN 2	FC	20 x 15	91.00	54.00	55.00	5	20.06	10.81	14.06	19.75	24.75	41.75
215	FAN 3	AF	20	91.00	52.00	55.00	5	20.56	11.06	14.38	28.75	20.75	39.25
250	FAN 1	FC	22 x 20	91.00	58.00	61.00	5	21.56	11.31	14.56	25.25	27.25	39.00
250	FAN 2	FC	20 x 18	91.00	54.00	61.00	5	20.06	10.81	14.06	22.75	24.75	39.00
250	FAN 3	AF	22	91.00	54.00	61.00	5	21.63	11.56	13.66	31.44	23.44	31.56
305	FAN 1	FC	25 x 22	103.00	62.00	64.00	5	22.31	10.81	13.31	28.25	31.25	45.25
305	FAN 2	FC	22 x 20	103.00	58.00	64.00	5	21.56	11.31	14.56	25.25	27.25	39.00
305	FAN 3	AF	24	103.00	58.00	64.00	5	26.78	11.59	13.40	35.00	25.56	38.00
360	FAN 1	FC	25 x 22	103.00	62.00	73.00	5	22.31	10.81	13.31	28.25	31.25	45.25
360	FAN 2	FC	22 x 20	103.00	58.00	73.00	5	21.56	11.31	14.56	25.25	27.25	39.00
360	FAN 3	AF	27	103.00	62.00	73.00	5	28.41	11.59	13.16	38.50	28.09	35.50
400	FAN 1	FC	27 x 25	113.00	68.00	73.00	5	24.56	11.31	14.56	31.75	34.25	48.75
400	FAN 2	FC	25 x 22	113.00	62.00	73.00	5	22.81	11.31	13.31	28.25	31.25	45.25
400	FAN 3	AF	30	113.00	68.00	73.00	5	29.72	11.59	13.66	40.44	31.56	38.56
500	FAN 1	FC	30 x 27	125.00	72.00	81.00	5	26.06	11.31	14.56	34.25	36.75	52.25
500	FAN 2	FC	27 x 25	125.00	68.00	81.00	5	24.56	11.31	14.56	31.75	34.25	48.75
500	FAN 3	AF	33	125.00	74.00	81.00	5	32.59	11.53	13.34	47.25	34.38	42.75
580	FAN 1	FC	30 x 30	125.00	72.00	95.00	8	26.06	11.31	14.56	36.75	36.75	52.25
580	FAN 2	FC	30 x 27	125.00	72.00	95.00	8	26.06	11.31	14.56	34.25	36.75	54.75
580	FAN 3	AF	33	125.00	74.00	95.00	8	32.59	11.53	13.34	47.25	34.38	42.75
660	FAN 1	FC	33 x 33	139.00	76.00	95.00	8	24.12	11.31	14.06	39.75	42.25	57.25
660	FAN 2	AF	33	139.00	74.00	95.00	8	32.59	11.59	13.34	47.25	34.38	42.75
660	FAN 3	AF	36	139.00	80.00	95.00	8	34.82	11.56	14.84	51.88	38.31	48.62
800	FAN 1	AF	33	153.00	74.00	102.00	8	32.59	11.53	13.34	47.25	34.38	42.75
800	FAN 2	AF	36	153.00	80.00	102.00	8	34.82	11.56	14.84	51.88	38.31	48.62
800	FAN 3	AF	40	153.00	86.00	102.00	8	37.18	12.56	14.00	57.50	42.00	52.00
1000	FAN 1	AF	36	168.00	80.00	113.00	8	34.82	11.56	14.84	51.88	38.31	48.62
1000	FAN 2	AF	40	168.00	86.00	113.00	8	37.18	12.56	14.00	57.50	42.00	52.00
1000	FAN 3	AF	44	168.00	94.00	113.00	8	39.78	12.59	14.75	63.44	46.50	57.56

Segment Dimensions

HC - HEATING COIL (8")
SC - SHORT COIL (10")
MC - MEDIUM COIL (20")
LC - LONG COIL (28")
XC - EXTRA-LONG COIL (36")

COILS



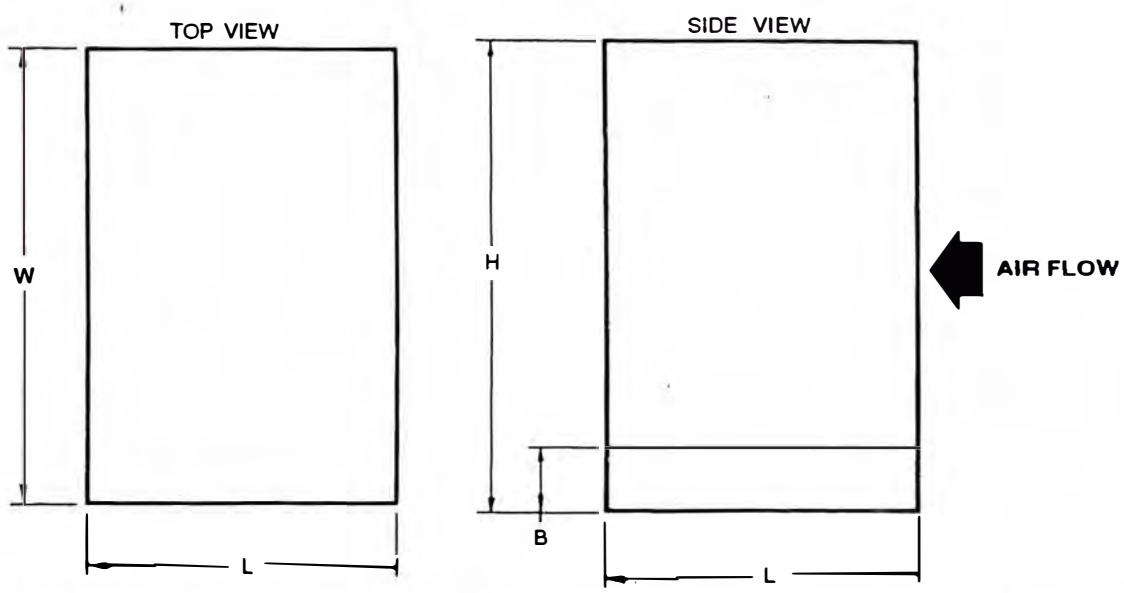
COIL SEGMENT DIMENSIONS

DIMENSION		UNIT SIZE															
		35	60	80	105	120	150	170	215	250	305	360	400	500	580	660	800	1000
H		37"	43"	43"	46"	46"	46"	52"	55"	61"	64"	73"	73"	81"	95"	95"	102"	113"
W		36"	42"	53"	62"	70"	83"	86"	91"	91"	103"	103"	113"	125"	125"	139"	153"	168"
L	SC (10")	16"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	20"	20"	22"	24"	24"	26"	26"	28"	28"	30"
	MC (20")	26"	28"	28"	28"	28"	28"	28"	30"	30"	32"	34"	34"	36"	36"	38"	38"	40"
	LC (28")	34"	36"	36"	36"	36"	36"	36"	38"	38"	40"	42"	42"	44"	44"	46"	46"	48"
	XC (36")	42"	44"	44"	44"	44"	44"	44"	46"	46"	48"	50"	50"	52"	52"	54"	54"	56"
	HC (8")	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"
B		5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	8"	8"	8"	8"
D		L/2	L/2	L/2	L/2	L/2	L/2	L/2	L/2	L/2	L/2	L/2	L/2	L/2	L/2	L/2	L/2	L/2
C		3.6"	3.6"	3.6"	3.6"	3.6"	3.6"	3.6"	3.6"	3.6"	3.6"	3.6"	3.6"	3.6"	6.6"	6.6"	6.6"	6.6"

NOTES:
1. All cooling coil sections have a 4" deep, sloped drain pan with connections on both sides of the unit.
2. All coils located in the same coil segment, must have the same coil hand.
3. Full and reduced face coils can not be used in the same or adjacent segments.
4. Solid lining (only) available in cooling coil segment.
5. Viewing ports must be placed in adjacent segments.
6. Access doors must be placed in adjacent segments.
7. Auxiliary drain pan and perforated liners are available as options in the heating coil segment (HC).
8. A sloped drain is standard in the SC, MC, LC and XC coil segments.

FILTER SEGMENTS

OF - OPEN RETURN FILTER (2" & 4")
FF - FLAT FILTER
AF - ANGLE FILTER (2" & 4")
RF - RIGID FILTER (12" w/ 2" or 4" Pre-filter)
BF - BAG FILTER (21" or 32" w/ 2" or 4" Pre-filter)



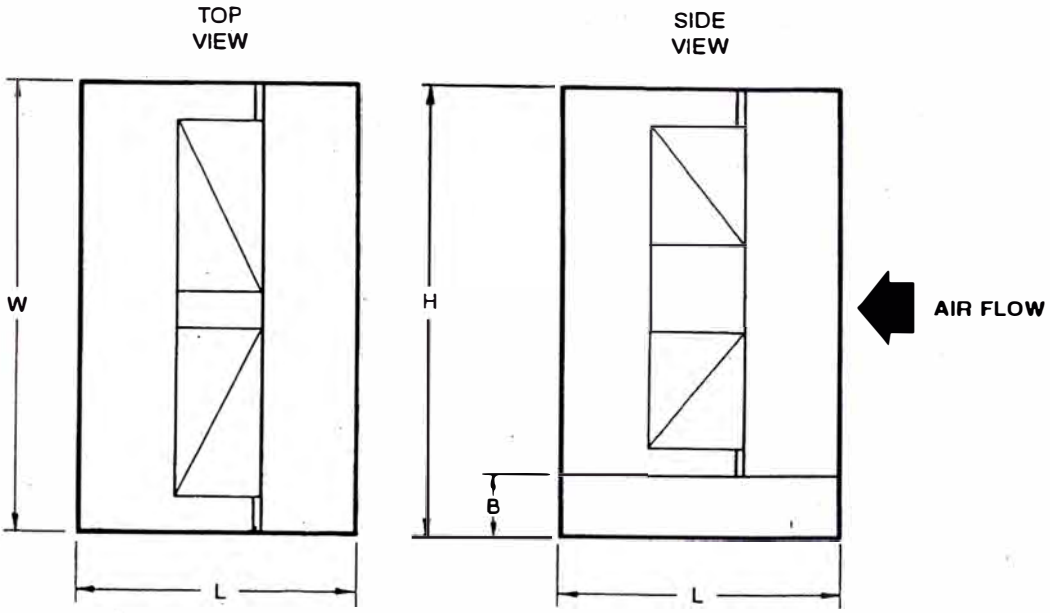
FILTER SEGMENT DIMENSIONS

DIMENSION			UNIT SIZE															
			35	60	80	105	120	150	170	215	250	305	360	400	500	580	660	800	1000
H			37"	43"	43"	46"	46"	46"	52"	56"	61"	64"	73"	73"	81"	95"	95"	102"	113"
W			36"	42"	53"	62"	70"	83"	86"	91"	91"	103"	103"	113"	125"	125"	139"	153"	168"
L	OF	(2")	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"	0"
		(4")	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"	2"
	FF	(2" or 4")	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"	10"
	AF	(2")	18"	18"	18"	18"	20"	20"	16"	22"	18"	18"	20"	20"	20"	22"	22"	22"	26
		(4")	20"	22"	22"	22"	22"	22"	18"	24"	20"	20"	22"	22"	22"	24"	24"	24"	28"
	RF	w/2" Pre-filter	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"
		w/4" Pre-filter	20"	20"	20"	20"	20"	20"	20"	20"	20"	20"	20"	20"	20"	20"	20"	20"	20"
	BF	(21")	26"	26"	26"	26"	26"	26"	26"	26"	26"	26"	26"	26"	26"	26"	26"	26"	26"
		(32")	36"	36"	36"	36"	36"	36"	36"	36"	36"	36"	36"	36"	36"	36"	36"	36"	36"
B			5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	8"	8"	8"	8"

NOTES:
1. All filters are side-loading (except for open return segments - front loading).
2. Open return (2") filters fit within the frame of the unit and do not add any length in the direction of air flow.
3. All filter segments (except OF segment) come equipped with a full height access door on the motor / drive side of the unit as part of standard construction.
4. Viewing ports **are not** available in the FF and AF filter segments.
5. The BF segment can be equipped with either a 2" or 4" Pre-filter - the segment's overall length does not change.
6. Access doors (opposite motor / drive side), access doors (both sides) and auxiliary drain pans are all options for the FF, AF, RF and BF filter segments.
7. Window in door is available for the RF and BF filter segment.
8. Perforated liner is available for the FF, RF, AF and BF filter segments.

Segment Dimensions

AB - AIR BLENDER SEGMENT

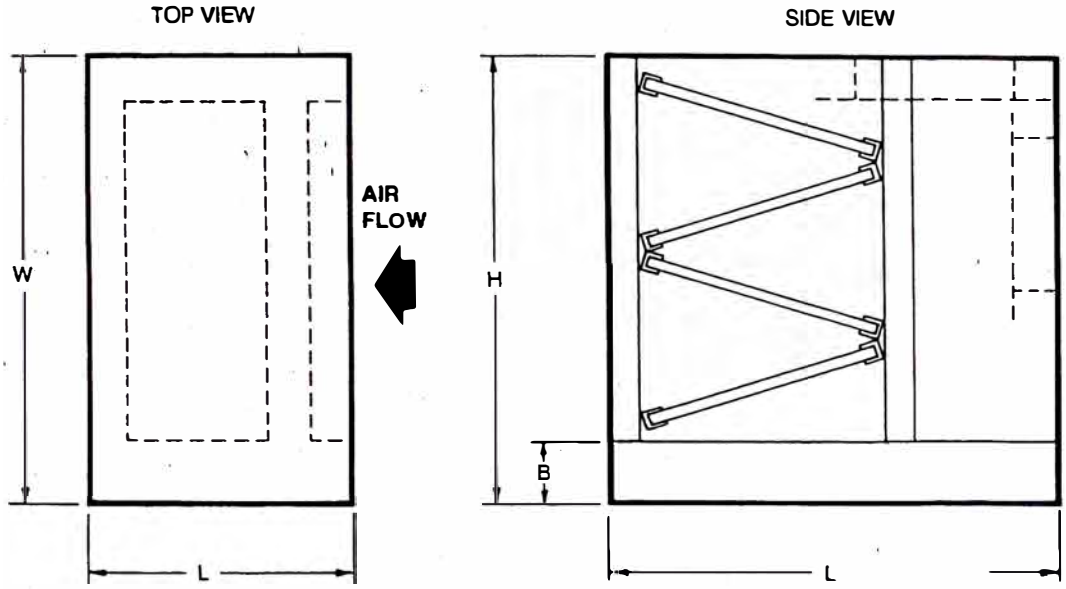


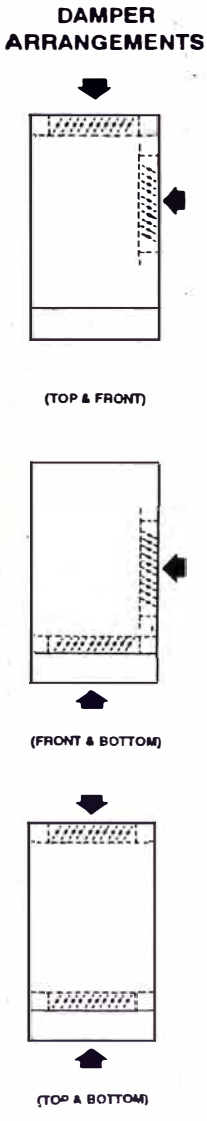
AIR BLENDER DIMENSIONS

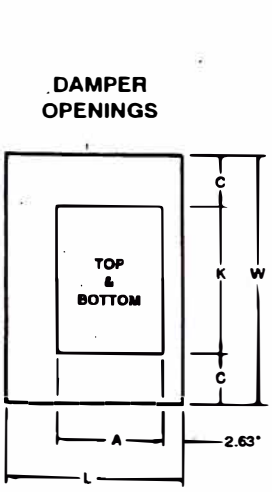
DIMENSION	UNIT SIZE																
	35	60	80	105	120	150	170	215	250	305	360	400	500	580	660	800	1000
H	37"	43"	43"	46"	46"	46"	52"	55"	61"	64"	73"	73"	81"	95"	95"	102"	113"
W	36"	42"	53"	62"	70"	83"	86"	91"	91"	103"	103"	113"	125"	125"	139"	153"	168"
L	22"	28"	34"	36"	28"	30"	34"	36"	34"	36"	40"	42"	42"	48"	50"	48"	60"
B	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	8"	8"	8"	8"

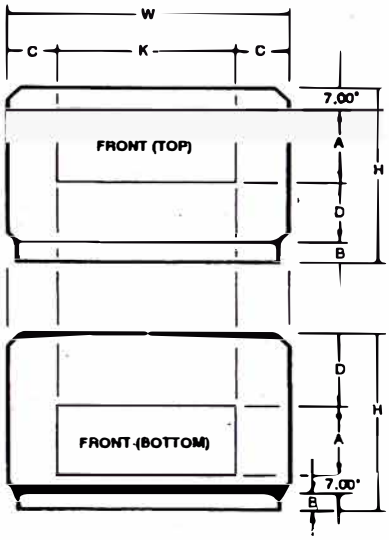
NOTES: 1. Air blender should be applied immediately after the mixing box/economizer segment.
2. Access doors (drive side, opposite sides) (and both sides), viewing ports, auxiliary drain pans and perforated liners are all available.

FM - FILTER / MIXING BOX SEGMENT









DAMPER OPENING DIMENSIONS

UNIT SIZE	A	C	D	K
35	14.88	10.44	10.13	15.13
60	14.88	9.94	16.13	22.13
80	14.88	11.44	16.13	30.13
105	14.88	11.44	19.13	39.13
120	14.88	11.94	19.13	46.13
150	14.88	13.44	19.13	56.13
170	14.88	10.94	25.13	64.13
215	20.88	17.94	22.13	55.13
250	20.88	13.94	28.13	63.13
305	20.88	12.44	31.13	78.13
360	26.88	16.44	34.13	70.13
400	26.88	17.44	34.13	78.13
500	26.88	13.44	42.13	98.13
580	32.88	16.44	47.13	92.13
660	32.88	17.94	47.13	103.13
800	32.88	13.94	54.13	125.13
1000	38.88	18.44	59.13	131.13

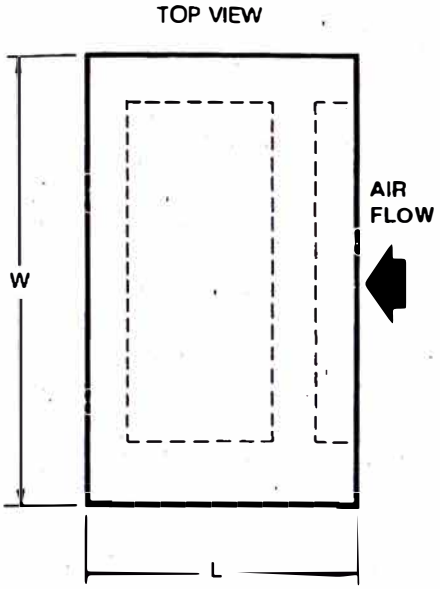
FILTER / MIXING BOX DIMENSIONS

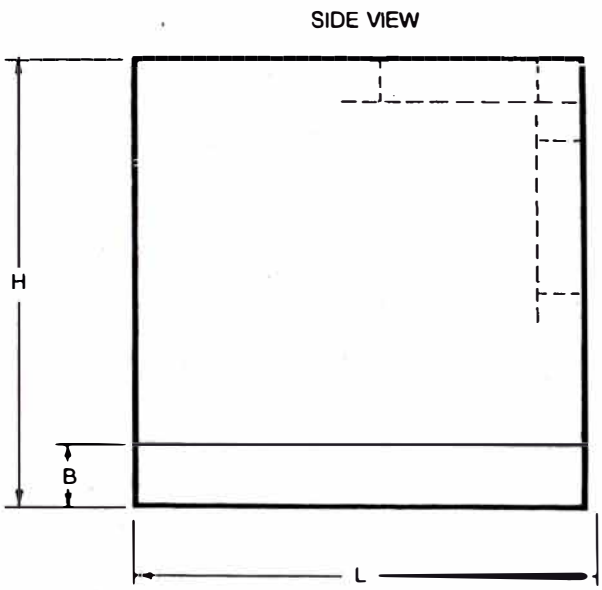
DIMENSION		UNIT SIZE															
		35	60	80	105	120	150	170	215	250	305	360	400	500	580	660	800	1000
H		37"	43"	43"	46"	46"	46"	52"	55"	61"	64"	73"	73"	81"	95"	95"	102"	113"
W		36"	42"	53"	62"	70"	83"	86"	91"	91"	103"	103"	113"	125"	125"	139"	153"	168"
L	(2")	22"	26"	26"	26"	26"	26"	24"	30"	30"	32"	36"	36"	40"	44"	44"	52"	56"
	(4")	24"	28"	28"	28"	28"	28"	26"	32"	32"	34"	38"	38"	40"	46"	46"	52"	58"
B		5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	8"	8"	8"	8"

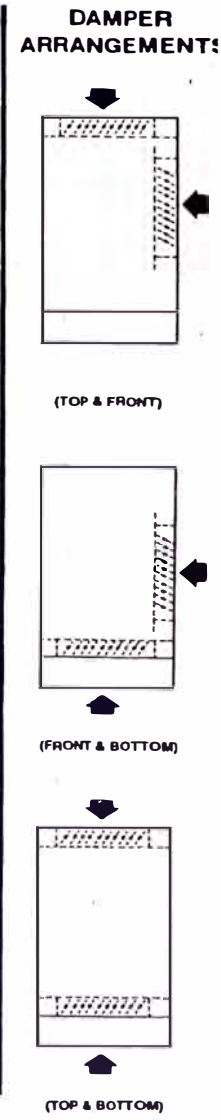
NOTES: 1. Segment has a full-height access door on the drive side of the unit for side servicing of filters.
2. View port is not available for FM segment.
3. Access doors (opposite side & both sides) and auxiliary drain pans are available.

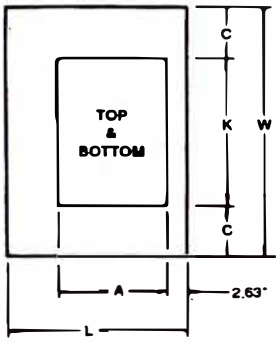
Segment Dimensions

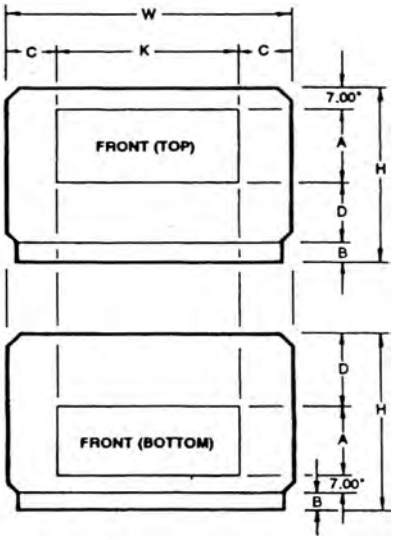
MB - MIXING BOX SEGMENT











DAMPER OPENING DIMENSIONS

UNIT SIZE	A	C	D	K
35	14.88	10.44	10.13	15.13
60	14.88	9.94	16.13	22.13
80	14.88	11.44	16.13	30.13
105	14.88	11.44	19.13	39.13
120	14.88	11.94	19.13	46.13
150	14.88	13.44	19.13	56.13
170	14.88	10.94	25.13	64.13
215	20.88	17.94	22.13	55.13
250	20.88	13.94	28.13	63.13
305	20.88	12.44	31.13	78.13
360	26.88	16.44	34.13	70.13
400	26.88	17.44	34.13	78.13
500	26.88	13.44	42.13	98.13
580	32.88	16.44	47.13	92.13
660	32.88	17.94	47.13	103.13
800	32.88	13.94	54.13	125.13
1000	38.88	18.44	59.13	131.13

MIXING BOX DIMENSIONS

DIMENSION	UNIT SIZE																
	35	60	80	105	120	150	170	215	250	305	360	400	500	580	660	800	1000
H	37"	43"	43"	46"	46"	46"	52"	60"	61"	64"	73"	73"	81"	95"	95"	102"	113"
W	36"	42"	53"	62"	70"	83"	86"	91"	91"	103"	103"	113"	125"	125"	139"	153"	168"
L	20"	20"	20"	20"	20"	20"	22"	26"	26"	28"	32"	32"	40"	44"	44"	52"	56"
B	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	8"	8"	8"	8"

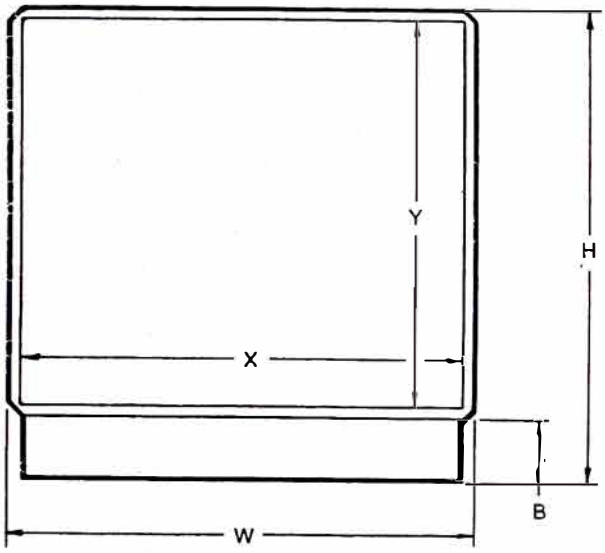
NOTES: 1. MB segment must be the first segment in the direction of air flow.
2. Access doors (drive side, opposite side & both sides), viewing ports, auxiliary drain pans and perforated liners are all available as options.

Segment Dimensions

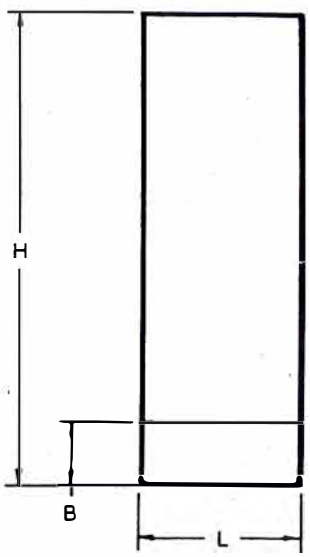
SA, MA, LA, - ACCESS SEGMENT

SA - SHORT ACCESS SEGMENT (12")
MA - MEDIUM ACCESS SEGMENT (18")
LA - LONG ACCESS SEGMENT (24")

END VIEW



SIDE VIEW

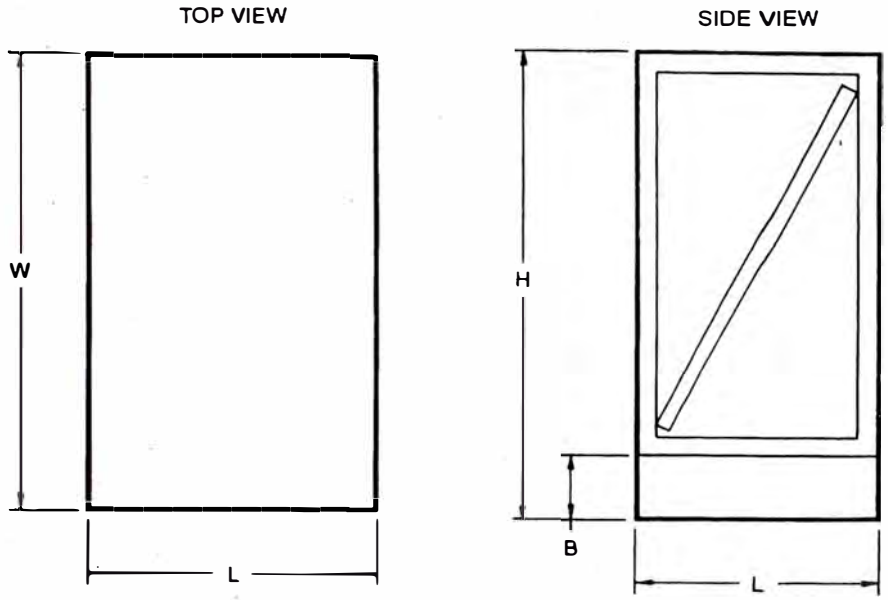


ACCESS SEGMENT DIMENSIONS

DIMENSION		UNIT SIZE															
		35	60	80	105	120	150	170	215	250	305	360	400	500	580	660	800	1000
H		37"	43"	43"	46"	46"	46"	52"	55"	61"	64"	73"	73"	81"	95"	95"	102"	113"
W		36"	42"	53"	62"	70"	83"	86"	91"	91"	103"	103"	113"	125"	125"	139"	153"	168"
L	SA (12")	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"	12"
	MA (18")	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"	18"
	LA (24")	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"	24"
B		5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	8"	8"	8"	8"
X		28.5	34.5	45.5	54.5	62.5	75.5	78.5	83.5	83.5	95.75	95.75	105.75	117.75	117.75	131.75	145.75	160.7
Y		24.1	30.1	30.1	33.1	33.1	33.1	39.1	42.1	48.1	51.1	60.1	60.1	68.1	79.1	79.1	86.1	97.1

NOTES: 1. Access segments can be used at any point in the unit configuration.
2. Dimensions X & Y define the smallest interior dimension. (segment bulkheads).
3. Access doors (drive side, opposite side & both sides), viewing ports, auxiliary drain pans & perforated liners are all available.

DI - DIFFUSER SEGMENT



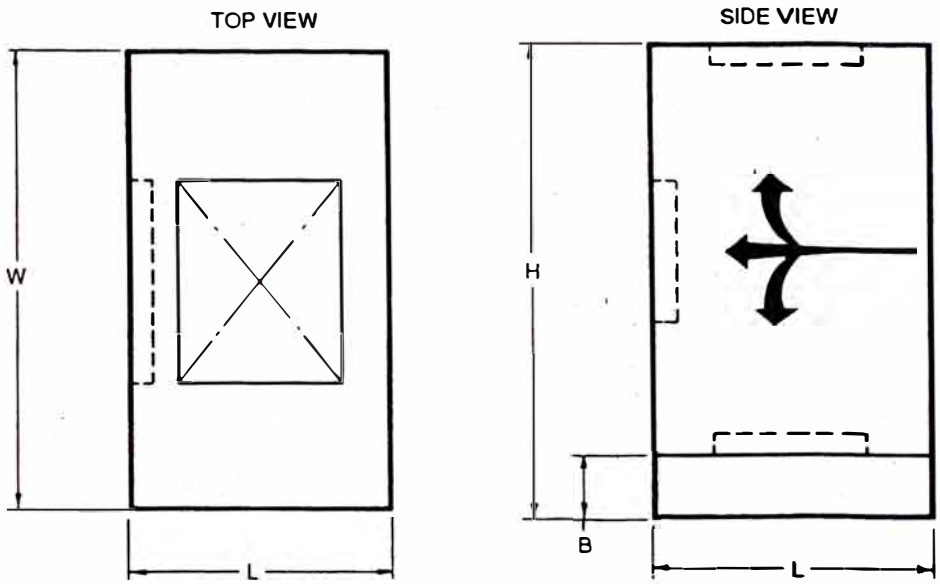
DIFFUSER DIMENSIONS

DIMENSION	UNIT SIZE																
	35	60	80	105	120	150	170	215	250	305	360	400	500	580	660	800	1000
H	37"	43"	43"	46"	46"	46"	52"	55"	61"	64"	73"	73"	81"	95"	95"	102"	113"
W	36"	42"	53"	62"	70"	83"	86"	91"	91"	103"	103"	113"	125"	125"	139"	153"	168"
L	18"	18"	22"	22"	22"	22"	26"	26"	30"	30"	34"	34"	34"	36"	36"	40"	44"
B	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	8"	8"	8"	8"

NOTES
1. The DI segment must be immediately downstream of a rear-discharge FS segment.
2. Access doors (Drive side, opposite side & both sides), viewing ports, auxiliary drain pans and perforated liners are all available.
3. Diffuser segment cannot be first in airstream.
4. Diffuser plate is removable through the side of the unit.

Segment Dimensions

DP - DISCHARGE PLENUM SEGMENT

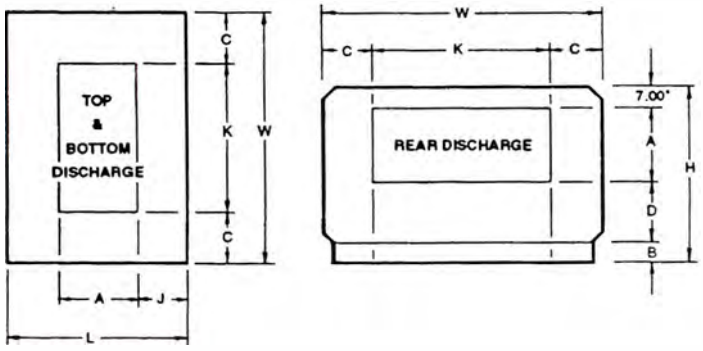


DISCHARGE PLENUM SEGMENT DIMENSIONS

DIMENSION	UNIT SIZE																
	35	60	80	105	120	150	170	215	250	305	360	400	500	580	660	800	1000
H	37.00	43.00	43.00	46.00	46.00	46.00	52.00	55.00	61.00	64.00	73.00	73.00	81.00	95.00	95.00	102.00	113.00
W	36.00	42.00	53.00	62.00	70.00	83.00	86.00	91.00	91.00	103.00	103.00	113.00	125.00	125.00	139.00	153.00	168.00
L	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	22.00	26.00	26.00	28.00	32.00	32.00	40.00	44.00	44.00	52.00	56.00
B	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	5"	8"	8"	8"	8"

NOTES: 1. The DP segment must be the last segment in the direction of airflow.
2. An auxiliary drain pan and perforated liner are available.

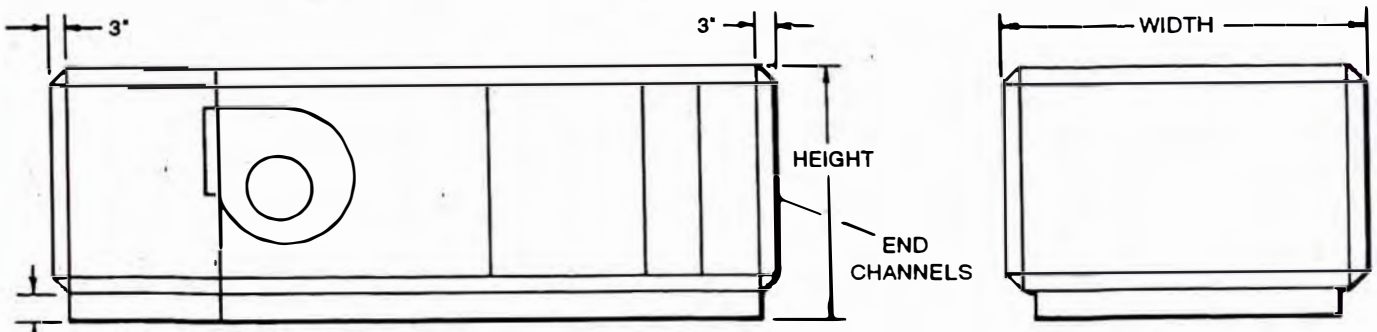
DISCHARGE OPENING DIMENSIONS



DISCHARGE OPENING DIMENSIONS

UNIT SIZE	A	C	D	J	K
35	14.88	10.44	10.13	2.63	15.13
60	14.88	9.94	16.13	2.63	22.13
80	14.88	11.44	16.13	2.63	30.13
105	14.88	11.44	19.13	2.63	39.13
120	14.88	11.94	19.13	2.63	46.13
150	14.88	13.44	19.13	2.63	56.13
170	14.88	10.94	25.13	4.63	64.13
215	20.88	17.94	22.13	2.63	55.13
250	20.88	13.94	28.13	2.63	63.13
305	20.88	12.44	31.13	4.63	78.13
360	26.88	16.44	34.13	2.63	70.13
400	26.88	17.44	34.13	2.63	78.13
500	26.88	13.44	42.13	10.63	98.13
580	32.88	16.44	47.13	8.63	92.13
660	32.88	17.94	47.13	8.63	103.13
800	32.88	13.94	54.13	16.63	125.13
1000	38.88	18.44	59.13	14.63	131.13

AIRPAK SEGMENT OVERALL DIMENSIONS AND WEIGHT CALCULATIONS



UNIT SIZE	BASE DIMENSIONS
35 - 500	5"
580 - 1000	8"

AIRPAK AHU LENGTH & WEIGHT CALCULATIONS

	SEGMENT	SEGMENT LENGTH	SEGMENT WEIGHT*
	FS - Supply Fan ①		
	SC - Short Coil ②		
	MC - Medium Coil ②		
	LC - Long Coil ②		
	XC - Extra-Long Coil ②		
	HC - Heating Coil ②		
	VC - Vertical Coil ③		
	IB - Internal Face & By-pass		
	FF - Flat Filters		
	AF - Angle Filters		
	BF - Bag Filters		
	RF - Rigid Filters		
	OF - Open Return Filter		
	AB - Air Blender		
	FM - Filter / Mixing Box		
	MB - Mixing Box		
	EE - Economizer		
	FR - Return Fan ①		
	FE - Exhaust Fan ①		
	SA - Short Access		
	MA - Medium Access		
	LA - Long Access		
	DI - Diffuser		
	DP - Discharge Plenum		
	SEGMENT TOTALS		
	End Channel Dimension Add	+ 6"	
	UNIT TOTALS	TOTAL LENGTH =	TOTAL WEIGHT =
		TOTAL HEIGHT ③ =	TOTAL WIDTH =

NOTES: 1. Motor weight must be added to the Fan Segment weight for TOTAL Segment weight. See page 47 for motor weights.
2. Coil weight(s) must be added to the Coil segment weight for TOTAL Segment weight. See pages 45 - 47 for specific coil weights.
3. When calculating Vertical Coil Segment (VC) dimensions, the height of the VC Segment must be added to the Fan Segment - thus increasing the overall unit height. See page 29 for Vertical Coil Dimensions. Also, you must also add the coil weight to the VC Segment weight for TOTAL Segment weight.
See Table 20 for AirPak segment weights.

TABLE 20 — AIRPAK SEGMENT WEIGHTS (lbs.)

SEGMENT		UNIT SIZE																
		35	60	80	105	120	150	170	215	250	305	360	400	500	580	660	800	1000
FS, FR, FE	FAN 1	431	513	597	760	851	995	1207	1267	1470	1855	1920	2169	2679	2839	3634	4158	4910
	FAN 2	430	465	564	697	841	935	1054	1260	1303	1723	1785	2023	2506	2860	3235	3917	4481
	FAN 3	N/A	N/A	N/A	865	913	1046	1171	1350	1465	1924	2148	2643	3262	2867	3695	4224	4982
HC	HEATING COIL (8")	91	104	119	138	150	171	185	191	193	256	264	278	335	356	385	429	485
SC	SMALL COIL (10")	170	207	230	268	305	339	360	403	415	539	586	619	708	803	905	991	1174
MC	MEDIUM COIL (20")	235	279	311	354	407	449	475	526	541	697	751	792	971	1029	1137	1231	1390
LC	LARGE COIL (28")	285	337	375	437	485	536	565	623	640	819	880	928	1136	1192	1321	1431	1621
XC	EXTRA LARGE COIL (36")	336	395	440	509	564	622	656	720	739	941	1009	1064	1302	1374	1509	1638	1838
VC	VERTICAL COIL (1) (20")	324	392	445	533	578	649	731	785	845	1104	1178	1292	1618	N/A	N/A	N/A	N/A
	VERTICAL COIL (2) (20")	324	392	437	514	578	638	698	785	821	1074	1147	1243	1578	N/A	N/A	N/A	N/A
	VERTICAL COIL (3) (20")	—	—	—	533	568	628	698	774	821	1074	1178	1292	1638	N/A	N/A	N/A	N/A
OF	OPEN RETURN FILTER (2")	14	15	22	23	28	31	32	36	38	48	52	56	64	75	84	103	126
	OPEN RETURN FILTER (4")	18	20	28	30	37	42	44	52	54	68	76	86	94	109	125	150	179
FP	FLAT FILTER (2" or 4")	112	123	142	166	182	205	214	231	237	303	316	338	394	430	478	536	601
AF	ANGLE FILTER (2")	164	188	210	248	269	298	279	351	336	418	453	481	574	635	690	759	915
	ANGLE FILTER (4")	178	206	231	278	302	334	318	394	383	477	516	547	655	725	788	868	1042
RF	RIGID FILTER (12")	174	201	228	278	308	355	361	418	428	550	617	653	774	844	935	1074	1303
BF	BAG FILTER (21")	198	222	249	291	318	356	370	403	421	536	564	596	708	791	880	964	1116
MB	MIXING BOX	235	275	319	377	412	467	521	600	649	833	933	997	1333	1487	1627	1944	2259
FM	FILTER / MIXING BOX (2")	257	311	355	429	484	550	573	670	725	926	1012	1086	1364	1497	1636	1925	2215
	FILTER / MIXING BOX (4")	270	327	373	457	515	584	609	710	770	981	1071	1148	1418	1581	1727	1997	2331
EC	ECONOMIZER	397	475	555	665	773	834	933	1101	1199	1496	1735	1857	2388	2218	2933	3424	4067
SA	SMALL ACCESS (12")	86	93	111	130	142	158	167	176	181	235	244	260	312	327	357	393	436
MA	MEDIUM ACCESS (18")	114	129	144	167	182	201	213	223	230	296	308	328	395	414	4491	492	544
LA	LARGE ACCESS (24")	141	159	178	205	221	244	258	270	279	357	372	393	478	501	540	591	651
DI	DIFFUSER	132	154	198	233	254	283	337	358	409	515	589	626	766	846	914	1082	1290
DP	DISCHARGE PLENUM	176	206	236	281	305	349	392	450	472	587	662	706	882	984	1063	1286	1506
AB	AIR BLENDER	160	220	286	348	325	379	445	492	504	652	742	814	1002	1165	1291	1411	1823
IB	INTERNAL FACE & BYPASS	102	120	138	164	181	209	228	244	254	331	355	381	461	489	538	599	692

NOTES: 1. Motor weight must be added to the Fan Segment weight for TOTAL Segment weight. See page 47 for motor weights.
2. Coil weight(s) must be added to the Coil segment weight for TOTAL Segment weight. See pages 45 - 47 for specific coil weights.

TABLE 21 — COIL WEIGHTS

Coil Weights – BDW 1/2" Full Face Coils (Dry Weight)

ROWS	FPI	WEIGHT (LBS.)																
		35	60	80	105	120	150	170	215	250	305	360	400	500	580	660	800	1000
1	8	28	39	45	53	59	67	77	85	99	113	132	142	170	183	209	245	293
	10	28	40	47	55	61	70	81	89	103	119	139	150	180	204	222	260	313
	12	29	41	49	57	63	72	84	93	106	124	146	157	189	213	234	275	330
	14	29	42	50	59	66	75	87	96	112	130	152	164	198	223	246	290	348
2	8	34	49	60	72	81	94	110	123	144	169	200	217	265	302	332	395	479
	10	35	52	63	76	86	100	117	131	153	180	213	232	284	324	357	425	516
	12	36	54	65	80	90	105	124	138	162	191	226	246	303	345	381	455	553
	14	37	56	68	83	94	110	130	146	171	202	240	261	321	367	405	485	590
4	8	46	70	88	108	126	149	177	199	235	280	334	366	445	520	578	696	851
	10	48	74	94	117	134	160	190	214	254	302	361	396	492	584	647	780	955
	12	50	78	100	125	143	170	203	229	272	324	388	426	529	631	715	863	1056
	14	53	83	105	132	152	181	216	244	290	346	414	455	566	676	782	947	1162
6	8	60	94	120	151	174	208	248	281	332	397	475	523	651	747	832	1006	1235
	10	63	100	129	162	187	224	268	303	360	430	516	568	708	812	906	1096	1347
	12	67	106	137	173	201	241	288	326	387	463	556	612	764	877	979	1185	1457
	14	70	112	146	184	214	257	308	348	414	496	596	656	820	942	1052	1274	1568
8	8	74	117	152	192	223	267	320	362	429	514	617	679	849	974	1089	1318	1619
	10	78	125	163	207	240	289	346	392	466	559	670	739	924	1061	1185	1436	1766
	12	83	133	175	222	258	311	373	422	502	603	724	798	998	1147	1282	1555	1915
	14	88	142	186	236	276	332	399	453	538	647	777	858	1074	1234	1380	1674	2063
10	8	88	140	184	233	271	327	391	443	526	632	758	836	1046	1200	1342	1626	2003
	10	94	151	198	252	293	354	424	481	572	687	825	911	1140	1309	1464	1776	2188
	12	100	161	212	270	315	381	457	519	617	742	891	985	1234	1417	1586	1925	2373
	14	106	171	226	289	337	408	490	557	662	797	958	1059	1328	1525	1708	2073	2558
12	8	102	164	215	274	320	386	463	525	623	749	899	993	1243	1427	1596	1936	2386
	10	109	176	233	296	346	419	502	570	678	816	979	1082	1356	1558	1743	2116	2609
	12	116	189	250	319	373	451	542	615	732	882	1059	1171	1469	1687	1889	2295	2830
	14	123	201	267	341	399	484	581	661	786	948	1139	1260	1581	1817	2035	2473	3059

Coil Weights – BDW 1/2" Reduced Face Coils (Dry Weight)

ROWS	FPI	WEIGHT (LBS.)																
		35	60	80	105	120	150	170	215	250	305	360	400	500	580	660	800	1000
1	8	22	30	36	43	48	54	60	67	76	89	103	111	131	144	162	187	230
	10	23	31	37	44	49	56	62	70	79	92	108	116	138	152	172	198	243
	12	23	32	38	46	51	58	65	72	83	97	113	122	145	160	180	208	256
	14	24	33	39	47	53	60	67	76	86	101	118	127	152	168	189	220	272
2	8	27	38	46	57	64	75	84	95	109	130	153	166	200	237	261	296	371
	10	28	40	48	60	68	79	89	101	116	138	163	177	214	254	280	318	399
	12	29	41	50	63	71	83	93	106	122	146	173	188	228	271	299	340	427
	14	29	42	52	65	74	87	98	112	129	154	183	199	242	287	317	361	455
4	8	36	53	66	82	93	110	131	151	175	211	252	274	333	396	440	519	653
	10	37	56	71	91	104	124	147	169	198	240	287	312	380	453	503	593	747
	12	39	59	75	96	111	132	156	179	211	256	307	334	407	485	539	636	801
	14	41	62	79	102	117	140	165	190	224	272	326	355	433	516	574	677	853
6	8	47	71	91	117	135	161	183	212	246	299	358	394	484	580	646	742	945
	10	49	75	97	125	145	173	197	228	266	324	388	427	526	630	703	807	1029
	12	52	80	103	133	155	185	212	245	285	348	417	460	567	680	759	872	1113
	14	55	84	109	142	165	198	226	261	305	372	447	492	608	729	815	937	1197
8	8	57	88	114	148	172	206	235	272	317	387	463	511	630	756	843	969	1237
	10	61	94	123	159	185	223	254	295	343	420	503	555	686	822	918	1057	1350
	12	65	100	131	170	198	239	273	317	370	452	543	599	740	888	993	1143	1462
	14	68	106	139	182	212	255	292	339	396	485	582	642	795	954	1067	1230	1573
10	8	68	105	138	180	209	252	288	333	388	475	569	628	776	930	1040	1197	1530
	10	73	113	148	194	226	272	311	361	421	516	619	683	845	1013	1134	1306	1670
	12	77	120	159	207	242	293	335	389	454	556	668	738	913	1096	1227	1414	1810
	14	82	128	169	221	259	313	358	416	486	597	717	792	982	1179	1320	1522	1950
12	8	79	123	162	213	246	297	340	394	459	562	675	745	921	1105	1236	1424	1822
	10	85	132	174	228	266	322	368	427	499	611	734	811	1004	1205	1349	1555	1991
	12	90	141	187	244	286	346	396	460	538	660	793	877	1086	1305	1461	1685	2158
	14	95	150	199	261	306	370	424	494	577	709	852	942	1168	1404	1573	1815	2326

Physical Data

TABLE 21 — COIL WEIGHTS

Coil Weights – CDW 5/8" Full Face Coils (Dry Weight)

ROWS	FPI	WEIGHT (LBS.)																
		35	60	80	105	120	150	170	215	250	305	360	400	500	580	660	800	1000
	8	32	42	52	61	70	83	89	103	112	136	151	164	193	211	228	253	297
	10	33	43	54	63	73	86	92	108	116	143	159	173	203	224	241	270	319
	12	34	45	56	65	76	90	96	112	123	149	167	182	214	237	255	288	341
	14	35	46	57	68	78	93	100	117	129	156	174	190	225	250	270	305	363
	8	39	53	68	82	95	113	123	146	162	198	223	245	292	330	360	413	500
2	10	41	56	71	86	100	119	130	156	173	211	239	263	314	356	389	448	545
	12	42	58	74	90	105	126	138	165	184	224	255	280	336	382	418	483	589
	14	44	61	78	95	110	132	145	174	195	237	271	298	357	407	447	518	633
	8	54	78	99	123	143	175	192	233	262	320	369	407	492	568	627	734	908
4	10	56	81	105	131	154	186	207	251	283	347	400	442	536	618	685	804	998
	12	59	85	112	140	164	199	221	270	305	378	432	477	579	671	743	873	1085
	14	61	90	119	148	175	211	236	289	326	406	463	512	622	722	801	941	1173
	8	73	107	138	174	203	246	273	333	375	459	531	588	713	805	894	1055	1316
6	10	77	114	149	187	219	265	296	361	408	499	578	640	778	882	981	1159	1448
	12	82	121	159	200	235	285	318	389	440	539	626	693	843	960	1068	1263	1581
	14	86	128	169	214	251	304	340	417	472	579	673	745	907	1037	1155	1368	1713
	8	92	134	176	222	261	316	354	433	488	599	694	768	939	1073	1196	1416	1774
8	10	97	144	189	240	282	342	384	470	532	652	757	838	1019	1166	1301	1541	1933
	12	104	153	203	258	304	369	413	508	575	705	820	908	1106	1249	1393	1654	2077
	14	110	163	216	276	325	394	443	545	618	758	883	978	1194	1352	1509	1795	2255
	8	105	156	207	263	310	376	422	519	588	721	839	930	1133	1280	1428	1696	2131
10	10	113	168	224	286	336	408	460	566	642	788	918	1017	1241	1409	1573	1870	2352
	12	120	180	240	308	363	441	497	613	696	854	997	1105	1349	1538	1718	2044	2573
	14	128	192	257	330	389	473	534	660	750	921	1075	1192	1457	1666	1862	2218	2793
	8	119	178	238	304	359	436	491	606	687	844	984	1091	1332	1518	1696	2017	2538
12	10	128	193	258	331	390	475	536	662	752	924	1079	1196	1462	1672	1869	2226	2804
	12	137	208	278	358	423	513	580	718	817	1003	1173	1301	1592	1827	2043	2434	3069
	14	146	222	298	384	454	552	625	774	881	1083	1268	1407	1722	1981	2217	2643	3334

Coil Weights – CDW 5/8" Reduced Face Coils (Dry Weight)

ROWS	FPI	WEIGHT (LBS.)																
		35	60	80	105	120	150	170	215	250	305	360	400	500	580	660	800	1000
	8	30	40	49	55	63	74	79	90	99	121	132	143	169	183	194	212	244
	10	31	41	50	56	65	76	82	93	103	126	138	149	177	193	205	225	260
	12	31	41	50	56	65	76	82	93	103	126	138	149	177	193	205	225	260
	14	32	43	53	60	69	81	87	99	111	136	149	162	194	212	227	250	293
	8	35	49	61	69	80	95	104	120	136	167	185	202	245	273	296	331	395
2	10	36	50	63	72	84	100	110	126	144	177	197	215	261	293	318	356	428
	12	36	50	63	72	84	100	110	126	144	177	197	215	261	293	318	356	428
	14	38	54	69	79	91	109	121	139	159	197	220	241	294	332	362	408	494
	8	45	66	85	98	114	137	154	180	209	259	292	321	397	454	500	569	698
4	10	47	70	90	104	122	146	165	193	225	279	316	347	430	493	544	620	763
	12	47	70	90	104	122	146	165	193	225	279	316	347	430	493	544	620	763
	14	51	77	100	117	136	164	187	219	256	319	362	399	498	572	632	723	894
	8	61	92	118	137	159	192	217	254	296	368	417	460	570	635	703	806	1000
6	10	64	98	126	146	171	206	234	273	320	398	452	499	599	693	769	884	1098
	12	64	98	126	146	171	206	234	273	320	398	452	499	599	693	769	884	1098
	14	70	109	141	165	193	233	266	312	367	458	521	576	698	811	901	1039	1295
	8	75	114	148	174	203	245	279	327	383	477	541	598	743	865	966	1044	1309
8	10	80	122	159	186	218	263	301	353	415	517	588	649	768	894	995	1148	1434
	12	80	122	159	186	218	263	301	353	415	517	588	649	768	894	995	1148	1434
	14	88	137	180	211	247	299	344	405	476	597	680	572	900	1050	1171	1354	1696
	8	85	132	172	202	237	287	329	387	456	569	648	717	895	996	1110	1282	1605
10	10	90	141	185	218	255	309	356	420	496	619	706	781	936	1094	1220	1411	1769
	12	96	151	198	234	274	332	383	452	535	669	765	846	1019	1192	1330	1540	1933
	14	101	160	211	249	292	355	410	485	575	719	822	910	1101	1290	1440	1669	2097
	8	95	149	196	231	271	329	379	447	529	661	755	836	1047	1177	1313	1520	1908
12	10	101	161	212	250	293	356	411	487	577	721	825	913	1105	1294	1445	1675	2104
	12	108	172	227	269	315	383	444	526	624	781	895	99	1204	1412	1578	1830	2301
	14	114	183	243	287	338	410	476	565	672	841	964	1068	1303	1529	1710	1984	2498

TABLE 22 — COIL WEIGHTS

SDC 1" (1 ROW) FULL & REDUCED FACE COILS DRY WEIGHT

UNIT SIZE	FULL FACE COIL WEIGHT	REDUCED FACE COIL WEIGHT
35	15.30	10.80
60	24.30	18.90
80	33.75	26.10
105	45.00	31.50
120	53.55	37.35
150	65.70	45.90
170	75.15	54.90
215	94.95	65.70
250	109.80	80.55
305	135.00	101.25
360	160.20	118.35
400	178.20	131.40
500	220.50	167.85
580	262.35	199.35
660	295.20	224.55
800	354.60	262.35
1000	436.05	334.35

TABLE 23 — FAN MOTOR HEAT (MBH)

HP	FAN MOTOR	FAN	FAN AND FAN MOTOR
5	2.8	12.7	15.5
7-1/2	3.6	19.1	22.7
10	4.4	24.5	29.9
15	6.2	38.2	44.4
20	7.5	51.0	58.5
25	8.7	63.6	72.3
30	9.4	76.3	85.7
40	13.0	102.0	115.0
50	16.0	127.0	143.0
60	19.0	153.0	172.0
75	21.0	191.0	212.0

AIR UNIT TEMPERATURE LIMITATIONS

Standard motors (Class B Insulation) - 104°F.
Motors with Class F Insulation - 140°F.
Power Wiring - 140°F. Controls & Control Wiring - 140°F.
Prefilters - 150°F. High Efficiency Filters - 200°F.

TABLE 24 — MOTOR WEIGHTS (lbs.)

MOTOR	HORSEPOWER															
	1	1-1/2	2	3	5	7-1/2	10	15	20	25	30	40	50	60	75	100
ODP	32	46	56	70	87	97	110	159	205	233	289	335	385	685	722	970
HI-EFF ODP	55	41	41	67	78	107	118	215	260	286	334	672	404	591	765	989
2 SPD ODP (1800/900)	31	37	70	79	124	139	205	259	290	312	403	465	673	–	–	–
2 SPD ODP (1800/1200)	29	35	64	71	124	174	204	265	310	316	443	488	678	–	–	–
TEFC	45	58	55	77	90	128	158	233	279	352	405	610	681	872	968	1255
HI-EFF TEFC	36	46	45	75	96	140	160	233	289	332	384	471	536	764	820	1302

COIL CONNECTION SIZES (MPT - inches ID)

TABLE 26 — BDW COILS

BDW	ROWS DEEP																					
	1			2			3						4						5			
	TUBES PER CIRCUIT																					
FH	2	4	6	2	4	6	2	4	6	8	12	16	2	4	6	8	12	16	4	6	8	12	16
7½	1¼	1¼	1½	1¼	1¼	1¼	1¼	1½	1¼	1¼	1¼	1½	1¼	1¼	1¼	1¼	1½	1½	1½	1¼	1¼	1¼	1¼
10	1¼	1¼	½	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼
12½	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1½	1½	[illegible]	[illegible]
15	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1½	1½	1¼	1¼	1¼	1½	1½	1½	1½	1¼	1¼	1¼	1½	1½	1¼	1¼	1¼
17½	1½	1¼	1¼	1½	1½	1¼	2	2	1¼	1¼	1¼	1¼	2	2	1½	1¼	1¼	1¼	[illegible]	2	1½	1¼	1¼
20	1½	1¼	1¼	2	1½	1¼	2	2	1½	1¼	1¼	1¼	2	2	2	1¼	1¼	1¼	2	2	1½	1¼	1¼
22½	2	1¼	1¼	2	2	1¼	2½	2	1½	1¼	1¼	1¼	2½	2½	2	1½	1¼	1¼	2½	2	2	1¼	1¼
25	2	1¼	1¼	2	2	1¼	2½	2	1½	1¼	1¼	1¼	2½	2½	2	1½	1¼	1¼	2½	2	2	1¼	1¼
27½	2	1¼	1¼	2½	2	1¼	3	2½	1½	1¼	1¼	1¼	3	2½	2	1½	1¼	1¼	3	2	2	1¼	1¼
30	2	1¼	1¼	2½	2	1¼	3	2½	2	1¼	1¼	1¼	3	3	2	1½	1¼	1¼	3	2½	2	1¼	1¼
32½	2	1¼	1¼	[illegible]	2	1½	3	2½	2	1½	1¼	1¼	3	3	2	1½	1¼	1¼	3	2½	2	1¼	1¼
35	2	1¼	1¼	3	2	1½	3	2½	2	1½	1¼	1¼	3	3	2	2	1¼	1¼	3	2½	2	1¼	1¼
37½	2	1¼	1¼	[illegible]	2	1½	3	2½	2	1½	1¼	1¼	3	3	2	2	1¼	1¼	3	2½	2	1¼	1¼
40	2	1¼	1¼	3	2	1½	3	2½	2	1½	1¼	1¼	3	3	2	2	1¼	1¼	3	2½	2	1¼	1¼
42½	2	1¼	1¼	3	2	1½	3	2½	2	1½	1¼	1¼	3	3	2	2	1¼	1¼	3	2½	2	1¼	1¼
45	2	1¼	1¼	3	2	1½	3	2½	2	1½	1¼	1¼	3	3	2	2	1¼	1¼	3	2½	2	1¼	1¼
47½	2	1¼	1¼	3	2	1½	3	2½	2	1½	1¼	1¼	3	3	2	2	1¼	1¼	3	2½	2	1¼	1¼

BDW	ROWS DEEP																	
	6					8					10					12		
	TUBES PER CIRCUIT																	
FH	4	6	8	12	16	4	6	8	12	16	6	8	10	12	16	6	8	12
7½	1½	1½	1½	1½	1½	1½	1½	1½	1½	1½	1½	1½	1¼	1¼	1¼	1½	1½	1¼
10	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1½	1½	1¼
12½	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1¼	1½	1½	1½	1¼	1¼	2	2	1½
15	1½	1½	1½	1¼	1¼	1½	1½	1½	1¼	1¼	2	2	2	1½	1¼	3	2½	1½
17½	2	2	1½	1¼	1¼	2	2	2	1¼	1¼	3	2½	2	1½	1¼	3	2½	1½
20	2	2	2	1¼	1¼	2½	2½	2	1½	1¼	3	2½	2	1½	1¼	3	2½	1½
22½	3	2½	2	1¼	1¼	3	3	2½	1½	1¼	3	2½	2	1½	1¼	3	2½	2
25	3	2½	2	1¼	1¼	3	3	2½	1½	1¼	3	2½	2½	2	1¼	3	2½	2
27½	3	2½	2	1¼	1¼	3	3	2½	1½	1¼	3	2½	2½	2	1¼	3	2½	2
30	3	2½	2	1½	1¼	3	3	2½	1½	1¼	3	2½	2½	2	1¼	3	2½	2
32½	3	2½	2	1½	1¼	3	3	2½	2	1¼	3	2½	2½	2	1¼	3	2½	2
35	3	2½	2	1½	1¼	3	3	2½	2	1¼	3	2½	2½	2	1¼	3	2½	2
37½	3	2½	2	1½	1¼	3	3	2½	2	1¼	3	2½	2½	2	1¼	3	2½	2
40	3	2½	2	1½	1¼	3	3	2½	2	1¼	3	2½	2½	2	1¼	3	2½	2
42½	3	2½	2	1½	1¼	3	3	2½	2	1¼	3	2½	2½	2	1¼	3	2½	2
45	3	2½	2	1½	1¼	3	3	2½	2	1¼	3	2½	2½	2	1¼	3	2½	2
47½	3	2½	2	1½	1¼	3	3	2½	2	1¼	3	2½	2½	2	1¼	3	2½	2

Physical Data

COIL CONNECTION SIZES (MPT - inches ID)

TABLE 26 — CDW COILS

CDW	ROWS DEEP																						
	1			2			3						4						5				
	TUBES PER CIRCUIT																						
FH	2	4	6	2	4	6	2	4	6	8	12	16	2	4	6	8	12	16	4	6	8	12	16
9 1/4	1 1/4	1 1/4	1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4
12 1/4	1 1/4	1 1/4	1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4
15 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4
18 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/4
21 1/4	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/4	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	2	2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	2	2	1 1/2	1 1/4	1 1/4
24 1/4	1 1/2	1 1/4	1 1/4	2	1 1/2	1 1/4	2	2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	2	2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	2	2	1 1/2	1 1/4	1 1/4
27 1/4	2	1 1/4	1 1/4	2	1 1/2	1 1/4	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	2 1/2	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	1 1/4
30 1/4	2	1 1/4	1 1/4	2	2	1 1/4	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	2 1/2	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	2 1/2	2	2	1 1/4	1 1/4
33 1/4	2	1 1/4	1 1/4	2 1/2	2	1 1/4	3	2 1/2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	3	2	2	1 1/4	1 1/4
36 1/4	2	1 1/4	1 1/4	2 1/2	2	1 1/4	3	2 1/2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	3	3	2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	3	2 1/2	2	1 1/4	1 1/4
39 1/4	2	1 1/4	1 1/4	3	2	1 1/2	3	2 1/2	2	1 1/4	1 1/4	1 1/4	3	3	2	2	1 1/4	1 1/4	3	2 1/2	2	1 1/4	1 1/4
42 1/4	2	1 1/4	1 1/4	3	2	1 1/2	3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	3	3	2	2	1 1/4	1 1/4	3	2 1/2	2	1 1/4	1 1/4
45 1/4	2	1 1/4	1 1/4	3	2	1 1/2	3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	3	3	2	2	1 1/4	1 1/4	3	2 1/2	2	1 1/4	1 1/4
48 1/4	2	1 1/4	1 1/4	3	2	1 1/2	3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	3	3	2	2	1 1/4	1 1/4	3	2 1/2	2	1 1/4	1 1/4

ROWS DEEP																	
6					8					10					12		
TUBES PER CIRCUIT																	
4	6	8	12	16	4	6	8	12	16	6	8	10	12	16	6	8	12
1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4
1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/4
1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	2	2	1 1/2
1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	2	2	2	1 1/2	1 1/4	3	2 1/2	1 1/2
2	2	1 1/2	1 1/4	1 1/4	2	2	2	1 1/4	1 1/4	3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	3	2 1/2	1 1/2
2	2	2	1 1/4	1 1/4	2 1/2	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	3	2 1/2	1 1/2
2 1/2	2 1/2	2	1 1/4	1 1/4	2 1/2	2 1/2	2 1/2	1 1/2	1 1/4	3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	3	2 1/2	2
3	2 1/2	2	1 1/4	1 1/4	3	3	2 1/2	1 1/2	1 1/4	3	2 1/2	2 1/2	2	1 1/4	3	2 1/2	2
3	2 1/2	2	1 1/4	1 1/4	3	3	2 1/2	1 1/2	1 1/4	3	2 1/2	2 1/2	2	1 1/4	3	2 1/2	2
3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	3	3	2 1/2	1 1/2	1 1/4	3	2 1/2	2 1/2	2	1 1/4	3	2 1/2	2
3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	3	3	2 1/2	2	1 1/4	3	2 1/2	2 1/2	2	1 1/4	3	2 1/2	2
3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	3	3	2 1/2	2	1 1/4	3	2 1/2	2 1/2	2	1 1/4	3	2 1/2	2
3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	3	3	2 1/2	2	1 1/4	3	2 1/2	2 1/2	2	1 1/4	3	2 1/2	2
3	2 1/2	2	1 1/2	1 1/4	3	3	2 1/2	2	1 1/4	3	2 1/2	2 1/2	2	1 1/4	3	2 1/2	2

COIL CONNECTION SIZES

NON-FREEZE (1") SDC COILS

FH	FINNED LENGTH																			
	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144
12																				
15																				
18																				
21																				
24																				
27																				
30																				
33																				
36																				
39																				
42																				
45																				
48																				

1 1/2" SUPPLY CONN.
1 1/2" RETURN

2" SUPPLY CONN.
1 1/2" RETURN

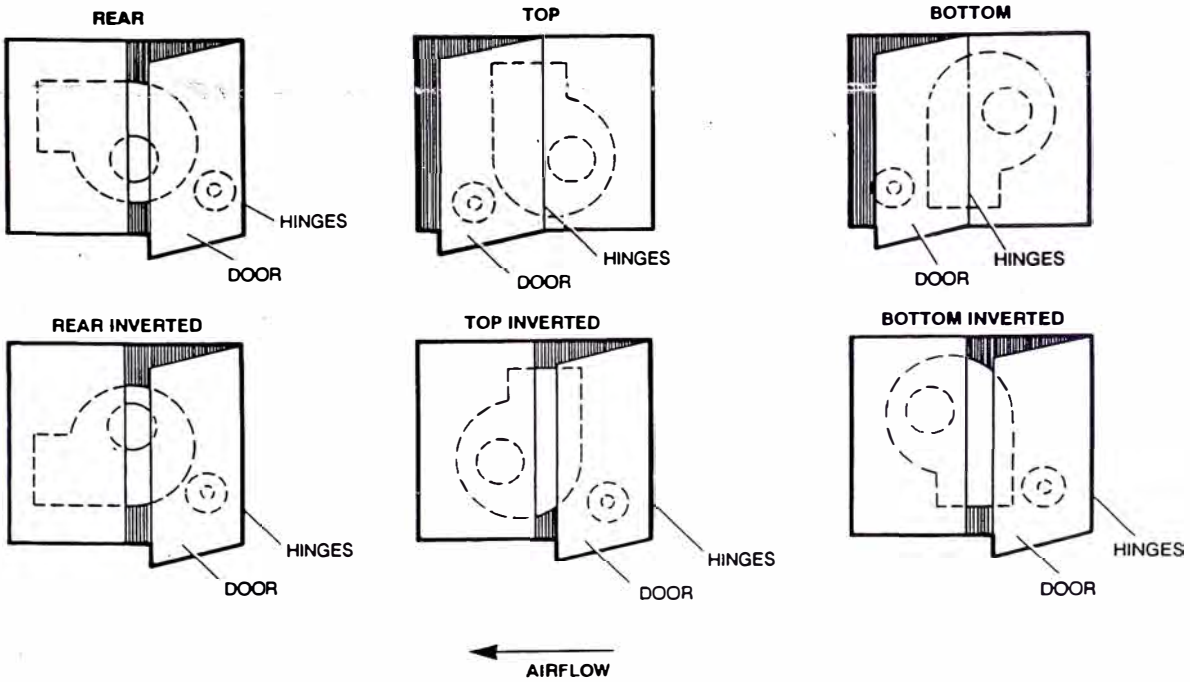
2 1/2" SUPPLY CONN.
1 1/2" RETURN

OTES:
1. All connection sizes are in inches.
2. All connections are male pipe thread.
3. All coils have 1/4" FPT plugged vent fitting on supply and return connections.

DX COILS

Due to the wide variety of DX Coil Selections and Connection Sizes, any information needed on DX Coil Connection, please contact the Local YORK Sales Representative.

FAN SEGMENT ACCESS DOOR LOCATIONS



Guide Specifications

GENERAL
Furnish and install York AirPak double wall air handler(s). All internal components specified in the air handling unit schedule shall be factory furnished and installed. Unit(s) shall be completely factory assembled. The units cooling, heating, ventilating capacity and performance shall meet or exceed that shown on the schedule.

All necessary tags and decals to aid in the service or indicate caution areas shall be provided. Electrical wiring diagrams shall be attached to the control panel access door. Installation and maintenance manuals shall be supplied with each unit.

Units shall ship in one (1) piece where possible. Shipping splits can be provided as required for installation. Lifting lugs will be supplied on each side of the split to facilitate rigging and joining of segments.

BASE AND FRAME
The entire unit shall be provided with a full-length, continuous, base rail channel. Base rail channels will be formed of a minimum of 12 gage galvanized steel. The base channel will have a minimum height of 5 inches for sizes AP 35 - 500 and 8 inches for sizes AP 580 - 1000. All major components shall be supported from the base. Integral lifting lugs shall be provided. Units without a complete and continuous base rail will not be acceptable.

UNIT CASING
The unit shall have a frame construction consisting of cast corner pieces and galvanized steel vertical and horizontal structural members. The frame shall be constructed to permit complete removal of the wall and roof panels without affecting the structural integrity of the unit.

All segments shall be double wall and shall be constructed of G90 mill galvanized sheet steel, formed and reinforced to provide a rigid assembly. The exterior casing shall be constructed of a minimum 18 gage galvanized steel. The interior lining shall be a solid lining of a minimum of 20 gage perforated lining of a minimum of 18 gage galvanized steel.

All panels shall be insulated with 2"-1.5# [2"-3#] fiberglass insulation. The panel insulation must be a full 2" (non-compressed) throughout the entire unit. Units with less than 2" of insulation in any part of the walls, floor, roof or drain pan shall not be acceptable. The insulation shall meet the flame and smoke generation requirements of NFPA-90A.

REMOVABLE PANELS
All wall and roof panels shall be completely removable for unit access and removal of components. All panels must be removable without the use of electricity or compressed air. Panels will be removable with a 5/16" Hex Wrench. Panels requiring the removal of sheet metal screws for panel removal will not be acceptable.

All panels shall be completely gasketed with a minimum of 1/4" thick and 3/4" wide closed cell neoprene.

ACCESS DOORS
Double wall access doors shall be provided in the fan and filter section on the coil header-side of the unit. Access doors must also be provided in all segments where the removal of sheet metal screws is required for unit access.

Doors shall be of the same thickness and construction as the wall panels. A 3/8" bulb-type gasket shall be provided around the entire door perimeter. Industrial style hinges shall permit a complete 180 degree door swing.

VIEWING WINDOWS [Optional]
Viewing windows shall be available as specified by the engineer in all access doors. Windows will be 8" x 8" actual viewing dimensions.

PAINT [optional]
The exterior of the unit shall be completely cleaned prior to application of finished coats. A prime coat of epoxy chromate shall be applied to a minimum thickness 1.5 mils. A finish coat of beige acrylic polyurethane shall then be applied to a minimum thickness of 2.5 mils.

When tested in accordance with ASTM B-117 the finished unit shall withstand 125 hour salt spray solution (5%) without any sign of red rust.

FAN SEGMENTS (FS,FR,FE)
The fan segment shall be equipped with double width double inlet centrifugal type wheels. All fans shall be forward curved (FC) or airfoil (AF) as required for stable operation.

Fan and unit performance shall be rated and certified in accordance with ARI Standard 430.

All airfoil fans shall bear the AMCA Seal. Airfoil fan performance shall be based on tests made in accordance with AMCA standards 210 and comply with the requirements of the AMCA certified ratings program for air and sound. In addition, all airfoil wheels shall comply with AMCA standard 99-2408-69 and 99-2401-82.

After the pre-balanced fan is installed in the air handler, the entire fan section shall be run-balanced at the specified speed to insure smooth and trouble-free operation. The run balance shall include filter in and filter out balancing in all three (3) planes, on both sides of the fan assembly at the bearings.

Fan bearings shall be self-aligning, pillow block or flanged type regreaseable ball bearings and shall be designed for an average life (L50) of at least 200,000 hours. All bearings shall be factory lubricated and equipped with standard hydraulic grease fittings and lube lines extended to the motor side of the fan.

Fan drives shall be selected for a 1.2 [1.5] service factor and anti-static belts shall be furnished.

Fan and fan motor shall be internally mounted and isolated on a full width isolator support channel using 1" springs [2" springs] [1" springs with seismic restraints] [2" springs with seismic restraints]. The fan discharge shall be connected to the fan cabinet using a flexible connection to insure vibration-free operation.

Rear, rear-inverted, top, top-inverted, bottom and bottom-inverted discharges shall be available on all unit and fan sizes. (Except VC arrangement)

VARIABLE INLET VANES [Optional]
Variable inlet vanes for airfoil wheels shall be an integral part of the inlet cone and constructed of heavy gauge corrosive resistant blades with zinc-plated steel interlocking and operating mechanism. The forward curved wheel shall have variable inlet vanes attached to the scroll of the fan. The support ring shall be rolled angle iron; blades shall be heavy gauge galvanized steel; actuator rods and rings shall be plated for corrosion resistance. Both inlet vanes must operate from a single shaft and be synchronized for precise control.

YORK AIR-MODULATOR [Optional]
Fan unloading for variable-air-volume control shall be accomplished through a factory mounted variable frequency drive (York Air-Modulator). The VFD shall bear the same label as the unit manufacturer to assure compatibility and proper fan balancing.

After final assembly, the fan and motor assembly shall be factory balanced for 10 - 100% of design speed of the air handling unit. Units that are balanced for a specific point of operation shall be field balanced for the entire RPM range.

After the air handling unit is installed, the VFD shall be field commissioned by a factory trained and employed service technician.

The VFD shall be UL listed and comply with all applicable provisions of the National Electric Code.

COIL SEGMENTS (HC,SC,MC,LC,XC)
The cooling coil segments (SC,MC,LC,XC) shall have a full width 4" sloped drain pan G90 galvanized (st. stl.) extended downstream of the coil to provide sufficient amount of space to contain moisture carryover.

The heating segment (HC) shall accommodate up to a four row drainable water coil or a one row steam distributing coil.

COIL REMOVAL
All unit coils shall be removable from the unit by the removal of a single (1) wall panel without disturbing roof or adjoining panels of the unit.

COILS
Cooling and/or heating coils shall be furnished to meet the performance requirements set forth in the schedule. All coils shall have performance certified in accordance with ARI Standard 410.

Coil casing to be constructed of 16 gage gauge galvanized steel [stainless steel] with aluminum [copper] die-formed corrugated fins. The fins shall have drawn collars, be belled and mechanically expanded to firmly bond the copper tubes to the fins.

Drainable Water coils shall be designed to operate at 250 psig design working pressure and up to 300°F and shall be tested with 325 psig compressed air under water. Circuiting shall provide free and complete draining and venting when installed in the unit. All vent and drain connections shall be extended to the outside of the unit casing.

Coils shall be circuited for counter flow of air and water. Water velocities shall not to exceed 7 feet per second and/or exceed the water pressure drops scheduled. All coils must have same end connections regardless of the number of rows deep.

Direct Expansion coils shall be designed to conform to ANSI/ASHRAE 15 (Safety Code for Mechanical Refrigeration) when operating with a refrigerant pressure not exceeding 250 psig.

Steam Distributing (1" O.D.) coils shall be designed for operation at 100 psig pressure and a corresponding saturated steam temperature of 338°F. Coils shall be tested with 315 psig compressed air under water. The outer tube shall be 1" O.D. and the inner distribution tube will be 5/8" O.D. The circuiting shall be of a non-trapping condensate drainable design facilitating gravity drain. The steam shall discharge in the direction of condensate flow to insure even distribution and heat transfer through the full length of each tube.

DRAIN PANS
The main coil drain pan shall be sloped to assure positive condensate drainage with connections on both sides. The pan shall be of double wall construction with a galvanized [stainless steel] liner and have a minimum of 2" of insulation (uncompressed). The pan shall have a minimum depth of 4 inches.

Coils with finned height greater than 46" shall have an intermediate drain pan extending the entire finned length of the coil. Cooling coils in excess of 48" in height shall not be acceptable unless provided with an intermediate drain pan. The intermediate pans shall have drop tubes to guide condensate to the main drain pan.

AUXILIARY DRAIN PANS [Optional]
All remaining sections of the unit shall be provided with auxiliary drain pans. The auxiliary pans shall also be of double wall construction with drain connections on both sides of the unit.

FILTER SEGMENTS
The filter frames shall be constructed of galvanized steel and be built as an integral part of the unit. All filter sections shall be side service (Open Return Filter Sections shall be front loading) with a standard access door on the drive side of the unit.

Flat and angle filter sections shall accommodate 2 [4] inch media. Media shall be throwaway, permanent cleanable or 30% pleated. The 4 inch media may be provided as rigid type high efficiency media with a minimum efficiency of 65% [85%] [95%] as determined by ASHRAE Standard 52-76.

High efficiency filter sections (bag or rigid) shall accommodate 2 [4] inch prefilters and high efficiency bag or rigid filters of the

specified efficiency. Filter frames shall be provided with neoprene gasketing on the leaving air side of the filter for pressure sealing assembly.

Bagfilter media shall be 21 [32] inches deep and the efficiency shall be a minimum of 65% [85%] [95%] as determined by ASHRAE Standard 52-76. Filter media shall be listed Class 2 [Class 1] under U.L. Standard 900.

Rigid filter media shall be 12 inches deep and the efficiency shall be a minimum of 65% [85%] [95%] as determined by ASHRAE Standard 52-76. Filter media shall be listed Class 2 [Class 1] under U.L. Standard 900.

FILTER GAGE [Optional]
A magnahelic, differential pressure gage shall be factory installed and flush mounted on dirve side to measure the pressure drop across the filter bank.

INLET SEGMENTS

MIXING BOX SEGMENT (MB)
The mixing box segment shall consist of multi-leaf, parallel [opposed] acting blades, with inter-connecting return air and outside air dampers. The dampers shall be located in the top and rear [bottom and rear] [top and bottom] of the unit.

COMBINATION FILTER/MIXING BOX (FM)
The Combination Filter/Mixing Box shall combine the filtering and mixing functions in one standard segment. Filter media shall be arranged in an angle configuration and shall provide 2" [4"] filters available as throwaway, permanent cleanable or 30% efficient pleated. The section shall have a hinged access door on the drive side of the unit. The dampers shall be located in the top and rear [bottom and rear] [top and bottom] of the unit.

ECONOMIZER SEGMENT (EE)
The Economizer Segment (EE) shall contain three sets of dampers to control the return, exhaust and outside air. The economizer section shall be an integral part of the unit.

LOW LEAK DAMPERS (STANDARD)
Dampers shall be of low leak design having stamped 16 gage galvanized steel blades. The damper blades shall be provided with extruded vinyl edge seals and stainless steel jamb seals. Leakage shall not exceed 3.25 CFM/square foot at 1" w.g. and 13.0 CFM/square foot at 4" w.g. The blades shall be parallel (opposed) acting.

ULTRA-LOW LEAK DAMPERS [OPTIONAL]
Dampers shall be of ultra-low leak design having airfoil blades constructed of 12 gage extruded aluminum. The damper blades shall be provided with extruded vinyl edge seals and stainless steel jamb seals. Leakage shall not exceed 2.75 CFM/square foot at 1" w.g. and 4.0 CFM/square foot at 4" w.g. The blades shall be parallel (opposed) acting.

ADDITIONAL SEGMENTS

DIFFUSER SEGMENT (DI)
Diffuser Segment shall be constructed with a perforated diffuser plate assuring even distribution of airflow across the entire unit air tunnel. Units with blow-through coils and final filters (downstream of the fan) must have a diffuser segment immediately downstream of the fan. Units with fans blowing directly into coils and/or filters are unacceptable.

ACCESS SEGMENT (SA, MA, LA)
Access Segment shall be provided for placement anywhere in the unit to gain access to a particular area. The access segment shall be available with a depth of either 12", 18" or 24".

AIR BLENDER SEGMENT
Air Blender Segment (AB) shall have factory installed air blenders as an integral part of the air handling unit. Blenders shall be integrated into the overall unit design to maximize the performance of the downstream components. The blenders shall be fixed devices, with no moving parts.

AIR HANDLING UNIT CONTROLS

Master Controller
The controls for the air handling units shall be direct digital controls (DDC) furnished by the unit manufacturer. Controls shall be factory mounted, wired and programmed by the air handling unit manufacturer. Program entries shall be fill in the blank editing format.

A local keypad and LCD display (2 line by 40 character) shall be provided for interrogating and editing the control program.

Controller shall be suitable for anticipated ambient conditions (NEMA 1 Enclosure) -20°C to 70°C (or with optional heater -40°C to 70°C).

Factory supplied control panel shall include power supplies for main control panel, actuators (including valve actuators) and transducers provided as part of the air handling unit assembly.

The complete control system shall include the following auxiliary control devices, factory mounted and wired, where applicable: damper actuators, temperature sensors, differential pressure transmitters, differential pressure switches, low limit thermostats, control valves and actuators (control valve junction box shall be factory mounted. Control valve leads shall be factory marked to match terminal strip in the junction box. However, all control valves shall be shipped loose for field installation).

CONTROL INSTALLATION
All control devices except control valves, space temperature sensor, and the outdoor air temperature sensor, (only if no outdoor air damper section is provided) are to be factory installed and wired in accordance with NEC codes. All control wiring shall be Class II. Wiring shall be contained in the integral unit framing members.

Control panel wiring and power supplies shall be complete except for 120 VAC power wiring by electrical contractor and remote mounted devices as noted below.

Superior Low Frequency Quiet-Duct® Silencer

with FORWARD and REVERSE FLOW Ratings

Type LFS*

Type LFS Quiet-Duct Silencers provide superior low frequency attenuation. When low frequencies are controlling, a Type LFS selection often results in a shorter silencer length than the equivalent Type S Quiet-Duct Silencer.

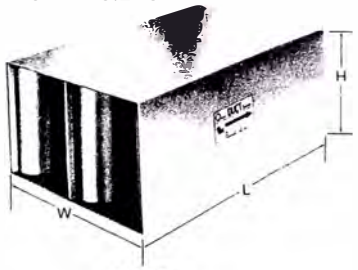
All LFS Silencers have been rated and certified with procedures certified in accordance with applicable portions of ASTM E 477. All Dynamic Insertion Loss and Self-Noise Acoustic Performance Data were obtained in IAC's Aero-Acoustic Laboratory using the duct-to-room reverberant test facility *with air flowing through the silencers.*

- **Forward Flow (+)** occurs when noise and air travel in the same direction, as in a typical supply or fan discharge system.
- **Reverse Flow (–)** occurs when noise and air travel in opposite directions, as in a typical return or fan intake system.

For other IAC Rectangular Silencers, Tubular Silencers, and Acoustic Diffuser Silencers see Application Manual. Use manual or computerized SNAP FORM for **S**ystem **N**oise **A**nalysis **P**rocedures.

**U.S. Patent Pending*

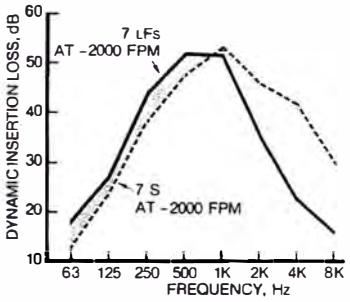
HOW TO DESIGNATE TYPE LFs QUIET-DUCT MODELS AND SIZES



EXAMPLE:

Model [5 LFS 24 18]

Length, L (Feet)	Type LFS	Width, W (Inches)	Height, H (Inches)



THE TYPE LFS SILENCER

Type LFS Silencers are advantageous where low frequency DIL requirements are high in HVAC systems. In some systems high frequency attenuation may be provided by the system components or may not be needed. See example on reverse side.

The graph on the left compares DIL performance for a Type 7LFS vs a Type 7S Quiet-Duct in the Reverse Flow mode. The graph on the right compares a 3LFS vs a 3S Quiet-Duct in the Forward Flow mode.

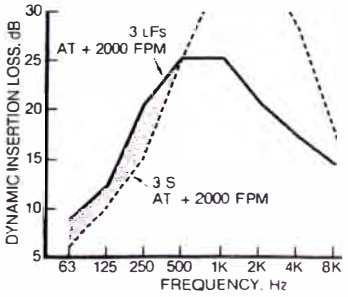


TABLE I DYNAMIC INSERTION LOSS (DIL) RATINGS

Model Number	Octave Band Hz	1 63	2 125	3 250	4 500	5 1K	6 2K	7 4K	8 8K
	Silencer Face Velocity, fpm	Dynamic Insertion Loss, dB							
3LFS	–2000	10	15	25	28	26	20	16	12
	–1000	9	14	24	27	25	19	16	14
	0	8	12	23	26	25	19	16	13
	+1000	10	13	23	27	26	22	17	14
	+2000	8	12	21	25	25	21	17	14
5LFS	–2000	16	22	37	42	42	28	19	14
	–1000	16	21	35	41	41	28	21	15
	0	15	20	33	38	40	27	21	16
	+1000	13	19	31	36	39	27	22	16
	+2000	10	18	28	33	36	29	21	16
7LFS	–2000	17	27	42	51	52	35	23	16
	–1000	16	26	44	49	50	35	25	17
	0	14	25	42	48	49	35	27	18
	+1000	13	24	40	48	49	37	29	19
	+2000	11	21	38	46	49	39	29	19
10LFS	–2000	22	31	47	53	54	43	26	17
	–1000	23	33	50	52	52	45	30	20
	0	22	31	49	53	53	45	33	21
	+1000	21	29	47	53	53	46	36	23
	+2000	17	26	47	53	53	47	36	24

(+) Forward Flow (–) Reverse Flow

NOTE: Noise flanking around the silencer or along duct walls may limit performance to approximately 50 dB DIL for many systems. Specially designed silencers and full-scale or scale-model testing are available for applications requiring in excess of 50 dB DIL. Call IAC for details.

TABLE II SELF-NOISE POWER LEVELS, dB re: 10^{-12} WATTS

Model Number	Octave Band Hz	1 63	2 125	3 250	4 500	5 1K	6 2K	7 4K	8 8K
	Silencer Face Velocity, fpm	Self-Noise Power Levels, dB							
LFS All Sizes	–2000	58	54	58	61	62	62	65	63
	–1500	51	49	53	56	56	59	60	53
	–1000	45	42	45	43	45	49	44	37
	+1000	46	42	45	43	45	49	44	37
	+1500	56	54	57	56	52	56	57	51
	+2000	68	64	65	66	61	61	64	61

(+) Forward Flow (–) Reverse Flow

Face Velocity is determined by dividing cfm by silencer face area in sq ft. Interpolate DIL and Self-Noise for intermediate velocities.

TABLE III FACE AREA ADJUSTMENT FACTORS

Self-Noise Power Levels listed above are referenced to a silencer face area of 4 sq ft. For other areas, add or subtract the following:

Quiet-Duct Face Area, sq ft*	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128
PWL Adjustment Factor, dB	–9	–6	–3	0	+3	+6	+9	+12	+15

*For immediate face areas, interpolate to nearest whole number.

TABLE IV AERODYNAMIC PERFORMANCE DATA OF LFs SILENCER MODULES

Nominal Module Size W x H, in.	Silencer Face Area, Sq Ft	Model Number 3LFS	5LFS	7LFS	10LFS	Static Pressure Drop, i.w.g. 0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	0.75	1.00	1.25
						0.05	0.11	0.16	0.22	0.28	0.33	0.44	0.55	0.66	0.83	1.10	1.37
						0.06	0.12	0.17	0.23	0.29	0.35	0.46	0.58	0.70	0.87	1.16	1.45
						0.06	0.13	0.19	0.25	0.31	0.38	0.51	0.63	0.87	0.97	1.26	1.58
		Weight, Lb				Airflow, cfm											
12 x 12	1.00	29	46	65	94	297	420	514	594	664	727	839	938	1028	1149	1327	1483
12 x 18	1.50	35	58	82	117	446	630	771	891	996	1091	1259	1407	1542	1724	1990	2224
12 x 24	2.00	42	70	98	140	594	840	1028	1188	1328	1454	1678	1876	2056	2298	2654	2966
12 x 30	2.50	50	83	118	167	743	1050	1285	1485	1660	1818	2098	2345	2570	2872	3318	3708
12 x 36	3.00	57	94	134	190	891	1260	1542	1782	1992	2181	2517	2814	3084	3447	3981	4449
12 x 42	3.50	64	104	150	—	1040	1470	1799	2079	2324	2544	2937	3283	3598	4022	4644	5190
12 x 48	4.00	70	117	166	—	1188	1680	2056	2376	2656	2908	3356	3752	4112	4596	5308	5932
24 x 18	3.00	54	89	125	178	891	1260	1542	1782	1992	2181	2517	2814	3084	3447	3981	4449
24 x 24	4.00	64	104	146	209	1188	1680	2056	2376	2656	2908	3356	3752	4112	4596	5308	5932
24 x 30	5.00	74	121	175	250	1485	2100	2570	2970	3320	3635	4195	4690	5140	5745	6635	7415
24 x 36	6.00	82	136	196	280	1782	2520	3084	3564	3984	4362	5034	5628	6168	6894	7962	8898
24 x 42	7.00	92	152	218	—	2079	2940	3598	4158	4648	5089	5873	6566	7196	8043	9289	10381
24 x 48	8.00	102	157	240	—	2376	3360	4112	4752	5312	5816	6712	7504	8224	9192	10616	11864
48 x 30	10.00	121	—	—	—	2970	4200	5140	5940	6640	7270	8390	9380	10280	11490	13270	14830
48 x 36	12.00	136	—	—	—	3564	5040	6168	7128	7968	8724	10068	11256	12336	13788	15924	17796
48 x 42	14.00	150	—	—	—	4158	5880	7196	8316	9296	10178	11746	13132	14392	16086	18578	20762
48 x 48	16.00	165	—	—	—	4752	6720	8224	9504	10624	11632	13424	15008	16448	18384	21232	23728
Silencer Entering Face Velocity, fpm						297	420	514	594	664	727	839	938	1028	1149	1327	1483

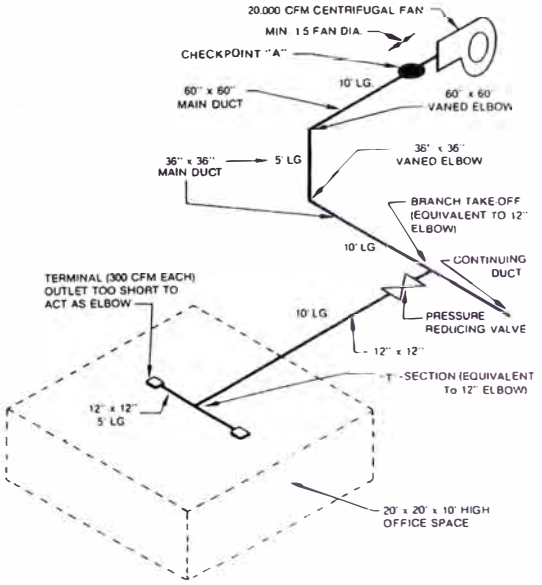
NOTE 1: Individual modules can be assembled in multiples to build silencer "banks" of sizes other than those listed above. Airflow capacity of any silencer bank is the sum of capacities of individual modules.

NOTE 2: The tabulated air flow is in cfm based upon tests conducted in the IAC Research & Development Laboratory Facilities in accordance with applicable AMCA, ASME, and ADC Airflow Test Codes. These codes require specified lengths of straight duct both upstream and downstream for the test specimen. The downstream measurements are made far enough downstream to include "static regain". Therefore, if silencers are installed immediately before or afterelbows, ortransitions, or at the intake or discharge of the system, sufficient allowance to compensate for these factors must be included when calculating the operating static pressure loss through the silencer. *These conditions can add from 1/2 to several velocity heads, depending on specific conditions.* All acoustic and aerodynamic data obtained on 24 in. x 24 in. production units.

EXAMPLE FOR APPLICATION OF TYPE LFs SILENCER

Adjacent diagram shows the HVAC system for an office space with "average" acoustical characteristics (see SNAP Form). The supply fan delivers 20,000 cfm at 4 i.w.g. static pressure. Maximum silencer pressure drop to be 0.4 i.w.g.

The following system noise reduction analysis was calculated using IAC's Computerized SNAP Form.



SUMMARY OF ACOUSTIC 'SNAP' CALCULATIONS

Calculations	Octave Band Center Frequencies, Hz 63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
1 Noise Criteria NC–30	57	48	41	36	31	29	28	27
2 Room and Terminal Effect	4	5	6	7	8	9	10	11
3 Allowance For End Reflection	11	8	4	0	0	0	0	0
4 Ductwork Attenuation	7	7	4	2	2	2	2	2
5 Elbow Attenuation	0	3	7	14	15	12	12	12
6 PWL Split-Branch to Terminals	3	3	3	3	3	3	3	3
7 PWl Split-Main Duct to Branch	10	10	10	10	10	10	10	10
8 Safety Factors	3	3	3	3	3	3	3	3
9 Permissible PWL	89	80	72	69	66	62	62	62
10 PWL of Fan	101	99	98	95	91	87	82	77
11 DIL Requied	12	19	26	26	25	25	20	16
DIL of 5LFs at +1000 fpm	13	19	31	36	39	27	22	16
5S at +1000 fpm	8	18	24	40	45	46	41	26
7S at +1000 fpm	10	20	35	45	50	48	45	34
10S at +1000 fpm	13	23	42	52	55	53	51	45

Considering a Type S model, DIL ratings for the 5S, 7S, and 10S Quiet-Ducts indicate that only the 10S would meet the 63 Hz octave band DIL requirement.

However, using a 60 in. W x 60 in. H bank of Type 5LFS Quiet-Ducts satisfies the acoustic DIL and aerodynamic pressure drop requirements at considerable savings in cost and space.

DIL, Self-Noise, and Airflow Data CERTIFIED in accordance with ASTM E477
We reserve the right to improve design and specifications without notice at any time.
Available Upon Request: Specially designed silencers and full-scale or model testing for unusual applications

CONVERSIONS

Multiply	By	To Obtain
cfm	4.719×10^{-4}	cubic meters per second (m^3/s)
fpm	0.00508	meters per second (m/s)
in.	25.4	millimeters (mm)
i.w.g.	249.1	Newtons per square meter (N/m^2)

Multiply	By	To Obtain
ft	0.3048	meters (m)
ft^2	0.0929	square meters (m^2)
lb	0.4535	kilogram (kg)

iac THE STANDARD OF SILENCE

NOTE: *PAGES 5 THROUGH 52 OF THIS CATALOG ARE AVAILABLE AS INDIVIDUAL SHEETS FROM INDUSTRIAL ACOUSTICS COMPANY. REQUEST BY NUMBER SHOWN IN UPPER RIGHT HAND CORNER.*

SNAP FORM™ for Air Handling Systems

PROJECT _____

CITY _____ STATE _____

ARCH'T ☐ ENG'R ☐

CITY _____ STATE _____

BUILDING _____ SYSTEM _____ FLOOR _____

SPACE USE *RECEPTION ROOM* NC *35*

ROOM CHARACTERISTICS: SOFT AVERAGE ✓ HARD

ROOM DIMENSIONS = *30'* W x *30'* L x *10'* H

TOTAL ROOM SURFACE AREA = *3000* FT.²

FAN SUPPLY: Type *Centrif.* S.P. *4"* CFM *24000* BHP *22* S.E. *70* %

RETURN: Type _____ S.P. _____" CFM _____ BHP _____ S.E. _____ %

AIR TERMINALS

SUPPLY: Size *8"* Quan. *4* CFM ea. *300*

RETURN: Size _____ Quan. _____ CFM ea. _____

TOTAL NO. _____ (Use only if return is ducted from the space to supply intake).

LENGTH OF DUCT AND NUMBER OF ELBOWS

DUCTS: MAIN: Size *36" x 36"* Length *50'*

BRANCH: Size *12" x 12"* Length *30'*

RUN-OUT: Size *6" x 12"* Length *10'*

ELBOWS OR TAKEOFFS: MAIN: Size *36" x 36" VANED* No. *2*

BRANCH: Size *6" x 12", 12" x 12"* No. *1 EACH*

RUN-OUT: Size *6" x 12"* No. *1*

	CALCULATIONS	DATA SOURCE*	OCTAVE BAND NUMBERS 1	2	3	4	5	6	7	8
1	SOUND PRESSURE LEVEL (SPL) CRITERIA	Tables 1A, B, C	60	53	46	40	36	34	33	32
2	ROOM AND TERMINAL EFFECT	Tables 2A, B, C	7	7	7	7	7	7	7	7
3	ALLOWANCE FOR END REFLECTION	Table 3	13	9	5	2	0	0	0	0
4	DUCTWORK ATTENUATION – TERMINAL TO CHECKPOINT	Table 4	17	17	9	5	5	5	5	5
5	ELBOW ATTENUATION – TERMINAL TO CHECKPOINT	Table 5	0	0	7	15	25	25	19	15
6	SOUND POWER LEVEL (PWL) SPLIT – BRANCH TO TERMINALS	Table 6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	PWL SPLIT – MAIN DUCT TO BRANCH	Table 7	10	10	10	10	10	10	10	10
8	TOTAL LINES 1 THRU 7	Total lines 1 thru 7	113	102	90	85	89	87	80	75
	DEDUCT 3 dB SAFETY FACTOR†		–3	–3	–3	–3	–3	–3	–3	–3
	PERMISSIBLE PWL AT CHECKPOINT		110	99	87	82	86	84	77	72
9	PWL OF NOISE SOURCE AT CHECKPOINT ■	Fig. 2 or mfr. data	102	99	98	97	96	91	87	82
10	DYNAMIC INSERTION LOSS (DIL) REQUIRED	Line 9 minus Line 8	0	0	11	15	10	7	10	10
11	DIL OF SILENCER SELECTED FACE VELOCITY *2000* FPM MODEL *5 ML* SIZE *36" x 48"* PRESSURE DROP *0.24"* WATER	Rectangular Units: Table II ● Tubular Units: Table I ●	3	8	15	28	30	21	14	10
12	SELF-NOISE OF SILENCER AT SAME VELOCITY AS IN LINE 11	Tables IV ● and V	58	52	46	43	42	45	45	39
	AREA ADJUSTMENT FACTOR	Table VI ●	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5
	RESULTANT SELF-NOISE (PWL)		63	57	51	48	47	50	50	44

* Refers to IAC SNAP Form Procedure Bulletin 1.0110.3 unless noted otherwise.

† Where mixing box is used, safety factor may be omitted.

■ Noise from system components other than fan should also be evaluated.

● IAC Duct Silencer Data Sheets, SDS 1 thru 8.

Pads of blank SNAP FORMS available on request. Ask for Bulletin 1.0111.3

IAC SNAP FORM — Systemic Noise Analysis Procedure

INTRODUCTION

SNAP is the most advanced method of calculating and checking systemic noise of air handling system components. SNAP is based on the Dynamic Insertion Loss and Self-Noise ratings in the current IAC Duct Silencer Bulletin and must be used in conjunction with it. *The objectives of SNAP are:*

1. To provide a Systemic Noise Analysis Procedure (SNAP) for rapidly and accurately calculating the Dynamic Insertion Loss (DIL) silencing requirements for any critical point in the system through eight octave bands.

2. To provide for accurate selection of a suitable silencer based on correct evaluation of Noise Reduction requirements, silencer Self-Noise power levels, pressure drop and space limitations. Sound power level can be abbreviated to "PWL".

The SNAP form is based on a comparison of each known noise source against a calculated "permissible" PWL and the selection of a silencer with a compatible Self-Noise level. It should be noted that the flow of air under practically all conditions creates a noise of its own.

HELPFUL TABLES FACILITATE READY USE OF SNAP FORM

The SNAP form introduces two unique timesavers: a nomograph for quickly estimating the PWL of fans and Tables for converting Room Criteria to Allowable PWL per Terminal. The use of the nomograph is recommended where reliable data is not available from the manufacturer. Values obtained will check closely with the ASHRAE Guide Method. Tables in this bulletin are based on the ASHRAE Guide.

The SNAP form permits analysis of all noise sources in the system with the fan generally being the major generator. Other possible sources are air valves, mixing, boxes, take-offs, elbows, transitions, dampers and terminals. (See current ASHRAE Guide for noise data.)

We believe that the SNAP form will be quick and convenient to use. SNAP, which deals with all eight octave bands, is the proper tool for determination of system acoustics. Forms based on 3rd octave band analysis, which have been commonly used can serve only as a guide to a general magnitude problem. Where noise sources are other than centrifugal fans, third octave band analysis may serve to mislead the investigator. High velocity and variable volume systems in particular require a complete check-out in Octave Bands 1 thru 8.

DYNAMIC RATINGS ARE A SIGNIFICANT ADVANCE

The dynamic rating of IAC silencers is generally compatible with data furnished by leading manufacturers of fans, mixing boxes, air valves, dampers and air terminals. It can thus be said that ratings under operating conditions are available for most of the factory manufactured components of air handling systems. Comprehensive dynamic ratings for duct elements are still not available, necessitating use of ratings as shown in the ASHRAE guide. Allowing for these shortcomings, the SNAP form will provide the highest degree of accuracy based on available information.

EXAMPLE ILLUSTRATES SNAP FORM

The following example illustrates the step-by-step procedure for the calculation of fan silencing requirements. *The identical procedure can be employed for any other point of the system for which PWL data has been measured or can be estimated.* The explanatory paragraphs are numbered in accordance with the line numbers of the SNAP FORM.

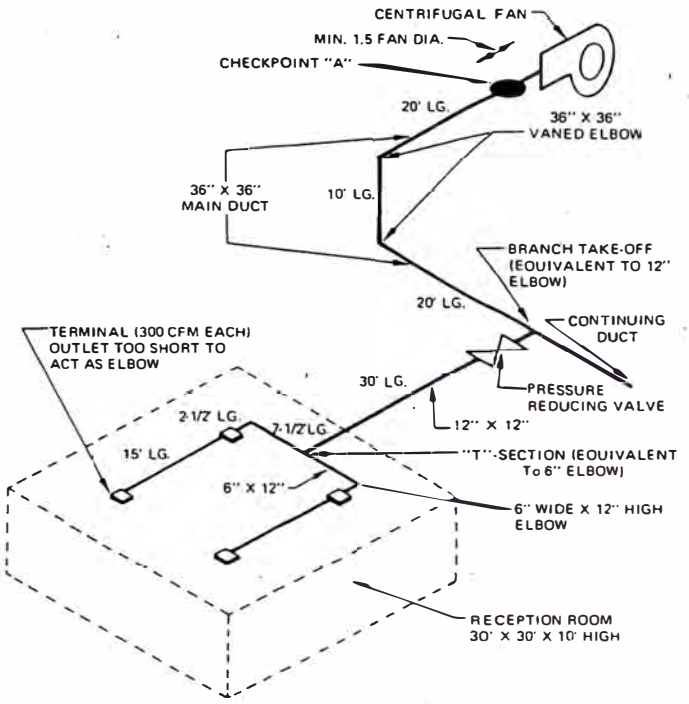
EXAMPLE

FIGURE 1 shows a reception room with "average" acoustical characteristics (see Table 1B), 30 feet wide by 30 feet long with a 10 foot high ceiling, serviced by a supply system terminating in 4 diffusers delivering 300 cfm each.

Air is supplied through a pressure reducing valve connected to a high velocity main duct. The supply fan delivers 24000 cfm at 4" H_2O static pressure operating at a static efficency of 70%. Allowable silencer pressure drop is 0.4" H_2O.

The problem is to select a silencer having Dynamic Insertion Loss, Self-Noise Level and Pressure Drop characteristics compatible with the required NC level. All calculations refer to the silencer located immediately after the fan, shown as Checkpoint "A" in Figure 1.

FIGURE 1 — DIAGRAM OF AIR DISTRIBUTION SYSTEM FOR SNAP FORM EXAMPLE



EXAMPLE SOLUTION AND PROCEDURE

LINE 1

SOUND PRESSURE LEVEL CRITERION — Refer to Table 1A to select suitable NC level. "Average" criterion for a reception room is 35. Next, refer to Table 1C for octave band SPL corresponding to selected NC criterion. On Line 1 enter SPL from Table 1C for NC 35.

LINE 2

ROOM AND TERMINAL EFFECT — A factor for converting Line 1 SPL to PWL at each terminal. The factor takes account of the size and acoustical characteristics of the space as well as the number and location of terminals. Consider only those terminals connected directly to fan by duct; include supply and return.

To obtain this factor:

a) Refer to Tables 1A & B to determine the characteristics of the room

b) Determine whether the listener is likely to be in the direct o reverberant field. This determination is made by assessing the individual' probable location in the space. In the theater the seat is the key no the lobby; in an office the seated position rather than standing.

c) Enter Table 2A or B at the room surface area (in this case inter polate in Table 2B) and read room absorption effect.

d) If a listener is within 5 feet of more than one terminal (Tabl 2A) or the given distance "r" of more than one terminal (Table 2B subtract terminal effect given in Table 2C from value obtained in eithe Table 2A or 2B. In the example the listener is likely to be within 1 feet of 2 terminals but probably not within 11 feet of more than terminals. Therefore subtract 3 dB from the 10 dB determination i Table 2B.

EXAMPLE SOLUTION and PROCEDURE, **Line 3,** *appears on page 5*

REFERENCE MATERIAL FOR LINES 1 AND 2 OF SNAP FORM

TABLE 1A –
ROOM DESIGN NC CRITERIA, dB

TYPE OF AREA	LO.	AV'G.	HI.
RESIDENCES			
Private homes (rural and suburban)	20	25	30
Private homes (urban)	25	30	35
Apartment houses, 2- and 3-family units	30	35	40
HOTELS			
Rooms, suites, banquet/ballrooms	30	35	40
Halls, corridors, lobbies	35	40	45
Kitchens, laundries, garages	40	45	50
HOSPITALS AND CLINICS			
Private rooms	25	30	35
Operating rooms, wards	30	35	40
Laboratories, halls, lobbies, waiting rooms	35	40	45
Washrooms and toilets	40	45	50
OFFICES			
Board room	20	25	30
Conference rooms	25	30	35
Private offices, reception rooms	30	35	40
General open offices, Drafting rooms	35	40	50
Halls and corridors	35	45	55
Tabulation and computation	40	50	60
AUDITORIUMS AND MUSIC HALLS			
Concert and opera halls, sound studios	15	20	25
Legitimate theaters, multi-purpose halls	25	27	30
Movie theaters, TV audience studios, semi-outdoor amphitheaters, lecture halls	30	32	35
Lobbies	35	40	45
CHURCHES AND SCHOOLS			
Sanctuaries	20	25	30
Libraries, classrooms	30	35	40
Laboratories, recreation halls	35	40	45
Corridors, halls, kitchens	35	45	50
PUBLIC BUILDINGS			
Public libaries, museums, court rooms	30	35	40
Post offices, banking areas, lobbies	35	40	45
Washrooms and toilets	40	45	50
RESTAURANTS, CAFETERIAS, LOUNGES			
Restaurants, nightclubs	35	40	45
Cocktail lounges	35	45	50
Cafeterias	40	45	50
STORES, RETAIL			
Clothing and department stores	35	40	45
Department stores (main floor) small stores, supermarkets	40	45	50
SPORTS ACTIVITIES INDOOR			
Coliseums	30	35	40
Bowling alleys, gymnasiums	35	40	45
Swimming Pools	40	50	55
TRANSPORTATION (RAIL, BUS, PLANE)			
Ticket sales offices	30	35	40
Lounges and waiting rooms	35	45	50
MANUFACTURING AREAS			
Foreman's office	40	45	50
Assembly lines, light machinery	45	60	70
Foundries, heavy machinery	55	65	75

TABLE 1B –
ROOM ACOUSTIC CHARACTERISTICS

TYPE OF ROOM	Absorption Ratings
Radio & TV studios, theaters, lecture halls	SOFT
Concert halls, stores, restaurants, offices, conference rooms, hotel rooms, school rooms hospitals, private homes, libraries, business machine rooms, churches, reception rooms	AVERAGE
Large churches, gymnasiums, factories	HARD

TABLE 1C –
NOISE CRITERIA FOR OCCUPIED SPACES

Noise Criteria	OCTAVE BAND NUMBERS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
NC 20	51	41	33	26	22	19	17	16
NC 25	54	45	38	31	27	24	22	21
NC 30	57	48	41	35	31	29	28	27
NC 35	60	53	46	40	36	34	33	32
NC 40	64	57	51	45	41	39	38	37
NC 45	67	60	54	49	46	44	43	42
NC 50	71	64	59	54	51	49	48	47
NC 55	74	67	62	58	56	54	53	52
NC 60	77	71	67	63	61	59	58	57
NC 65	80	75	71	68	66	64	63	62
NC 70	83	79	75	72	71	70	69	68

TABLE 2A –
DIRECT FIELD CONDITION
For listener in direct field (five feet from terminal)

Room Surface (Sq. Ft)	Room Absorption Characteristics		
	Hard	Average	Soft
500	0	3	5
1000	3	5	6
2000	5	6	7
5000	7	7	8
8000	7	8	8
10,000 (or more)	8	8	8

TABLE 2B –
SEMI-REVERBERANT CONDITION
For listener at unknown distance from noise source (terminal) This table assumes that the larger the room the farther the listener is likely to be from the noise source.

Room Surface (Sq. Ft.)	Approx. distance "r" of listener, ft	Room Absorption Characteristic, dB		
		Hard	Average	Soft
500	5	0	3	5
1000	7	3	6	8
2000	9	6	9	11
5000	15	10	13	15
8000	18	12	15	17
10,000	20	13	16	18

TABLE 2C –
TERMINAL CORRECTION FACTOR
If more than one terminal is likely to be within distance "r" from listener, subtract the following from the room absorption values given in Tables 2A and 2B.

No. terminals within distance "r"	2	3	4	6	8
dB to be subtracted	3	5	6	8	9

Please note that in a typical system Tables 2A and 2B may be used. For example, if a supply diffuser is directly over listener's head use Table 2A. If the return grille is considerably farther away use Table 2B. It is therefore possible to have different room characteristics for the supply and return of the same system.

EXAMPLE SOLUTION AND PROCEDURE Continued

LINE 3

END REFLECTION – Accounts for the fact that some low frequency sound is reflected back into the duct at the terminal. Values of this factor depend on duct cross-section, and are given in Table 3. Use dimensions of duct leading to terminal. In the example end reflection values are obtained by interpolation for the 12" x 6" duct. Enter on Line 3.

TABLE 3 – ATTENUATION DUE TO END REFLECTION AT DUCTWORK OPENINGS

Values in Decibels

Round Duct Dia. or Square Root of Area of Rect. Duct	Octave Band Numbers					
	1	2	3	4	5	6 and higher
5 inches	17	12	8	4	1	0
10 inches	12	8	4	1	0	0
20 inches	8	4	1	0	0	0
40 inches	4	1	0	0	0	0
80 inches	1	0	0	0	0	0

LINE 4

DUCT ATTENUATION – From Table 4 determine the noise reduction values for the length and size of duct between the terminal selected (usually the one nearest the fan) and the fan, proceeding from the terminal to the fan. In the example, there are 40 feet of 12" x 12" and 12" x 6" duct, and 50 feet of 36" x 36" duct between nearest terminal and checkpoint "A". Enter attenuation on Line 4. Attenuation may be interpolated between sizes listed in Table 4.

TABLE 4 – ATTENUATION OF UNLINED SHEET METAL DUCTS

Values in Decibels per Foot

Size of Duct	Octave Band Numbers			
	1	2	3	4 and higher
Small (6" x 6")	0.2	0.2	0.15	0.1
Medium (24" x 24")	0.2	0.2	0.1	0.05
Large (72" x 72")	0.1	0.1	0.05	0.01
Small round (4" – 12" dia.)	0.03	0.03	0.03	0
Over 12" dia. Round	0	0	0	0

Values given in Table 4 may be doubled for externally insulated duct.

LINE 5

ELBOW ATTENUATION – From Table 5 determine allowances for elbows and branch take-offs between the terminal and noise source. In the example there are: one 12" x 12" branch take-off, two 6" wide x 12" high elbows, and two 36" x 36" vaned elbows between the nearest terminal and Checkpoint "A". Branch take-offs may be evaluated similarly to elbows using the width of the branch. Total the attenuation and enter on Line 5.

TABLE 5 – ATTENUATION OF UNLINED SHEET METAL ELBOWS

Values in Decibels per Elbow*

Duct Dia. or Width†	Octave Band Numbers							
	1	2	3	4	5	6	7	8
5"–10"	0	0	0	0.0-1	1-3-5	2-4-7	3-4-5	3
11"–20"	0	0	0.0-1	1-3-5	2-4-7	3-4-5	3	3
21"–40"	0	0.0-1	1-3-5	2-4-7	3-4-5	3	3	3
41"–80"	0-0-1	1-3-5	2-4-7	3-4-5	3	3	3	3

*Where three values are shown use: **1st**, round elbows; **2nd**, square elbows with vanes; **3rd**, square elbows without vanes or for branch take offs with flow diverter. Where one value is given apply to any of three conditions.

†Width is dimension in plane of turn. If area transition occurs between inlet and outlet of elbow, use width of smaller cross-section.

LINE 6

PWL SPLIT–BRANCH TO TERMINALS – Determine allowance from Table 6. In example there are 4 terminals. Therefore, use a value of 6 dB. Enter on Line 6.

TABLE 6 – ALLOWANCE FOR PWL SPLIT

Number of Terminals	1	2	3	4	8	10	20	40	100
Allowance Factor, dB	0	3	5	6	9	10	13	16	20

LINE 7

PWL DIVISION AT BRANCH TAKE-OFFS – From Table 7 determine the allowance for the division of Sound Power to duct branches located between the terminals and Checkpoint "A" excluding terminal supply branch which was accounted for in Line 6. In example allowance is 10 dB since area ratio between 12" x 12" branch and 36" x 36" main is approximately 11%. Enter 10 dB on Line 7.

TABLE 7 – DIVISION OF SOUND POWER – MAIN DUCT TO BRANCHES

dB to be Added to Branch PWL to Obtain Main Duct PWL	Area of Branch in % of Area of Main Duct*							
	1/5%	1/2%	1%	2%	5%	10%	20%	50%
	27	23	20	17	13	10	7	3

*For constant velocity systems branch CFM can be used as percentage of main CFM; however, substantial errors can result if this practice is followed in high velocity systems.

LINE 8

PERMISSIBLE PWL AT THE CHECKPOINT – Determine by adding Lines 1 through 7.A 3 dB safety factor, which must be deducted, is allowed for in each octave.

LINE 9

POWER LEVEL OF NOISE SOURCE – Permits tabulation of PWL at Checkpoint "A". Use manufacturer's data for these values. If unavailable and for this example, use Figure 2 to estimate fan noise data at Checkpoint "A".

LINE 10

DYNAMIC INSERTION LOSS (DIL) NEEDED – To obtain DIL silencing requirement at Checkpoint "A" subtract permissible PWL in Line 8 from noise source PWL in Line 9 and enter on Line 10.

LINE 11

SILENCER SELECTION–DIL – IAC Duct Silencer Bulletin suggests selection of Model 5 ML at Checkpoint "A" (See Figure 1 of Snap Form). Enter DIL values on Line 11. IAC Model 5 ML equals or exceeds DIL requirements.

NOTE: For return air duct silencers, use **REVERSE FLOW** DIL Ratings only.

LINE 12

PRESSURE LOSS AND SELF-NOISE – Select size with acceptable pressure loss and self-noise ratings. A 36" x 48" cross-section Model 5 ML silencer has a pressure loss of 0.24" H_2O (Aerodynamic Performance Tables in Duct Silencer Bulletin) and Self-Noise (Self-Noise and Face Area Adjustment Tables in Duct Silencer Bulletin) compatible with "permissible PWL" shown on Line 8. Line 12 resultant Self-Noise may equal but not exceed "permissible PWL" on Line 8. The Model 5 ML selection is therefore correct.

NOTE: For return air applications, use Self-Noise ratings at applicable **REVERSE FLOW** entering face velocity, fpm.

SNAP CAN ALSO READILY BE APPLIED TO ANY OTHER CRITICAL POINT IN THE SYSTEM

Table 11-10 ATTENUATION OF DUCT SYSTEMS

NOTES:
- Use the smallest duct and elbow dimension.
- Double the attenuation if exterior of unlined duct or elbow is wrapped with insulation.
- Include only a maximum of 15 lineal feet of lined duct. (Lined duct over 15 lineal feet should be considered as unlined duct.)
- Include duct system to first critical room only.

	L.F. of Duct or No. of Elbows	Smallest Duct Dimension	Octave Band Center Frequency Hz.							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
TABLE A Attenuation of *Unlined* Rectangular Duct, dB/Ft.		3″-12″	.10	.10	.05	.05	.04	.04	0.4	0.4
		13″-18″	.15	.10	.05	.05	.04	0.4	0.4	0.4
		19″-24″	.18	.12	.06	.05	.04	0.4	0.4	0.4
		25″-36″	.20	.14	.06	.04	0.4	0.4	.05	0.4
		37″-48″	.20	.14	.06	.05	.04	.04	.04	.04
		49″-72″	.20	.15	.06	.05	.04	.04	.04	.04
		73″-96″+	.20	.16	.07	.05	.04	0.4	0.4	0.4
TABLE B Attenuation of *Unlined* Round Duct, dB/Ft.		3″- 5″	.03	.03	.02	.02	.01	.01	.01	.01
		6″-12″	.03	.03	.02	.02	.01	.01	.01	.01
		13″-18″	.02	.02	.01	.01	0	0	0	0
		19″-24″	.02	.02	.01	.01	0	0	0	0
		25″-36″	.02	.02	.01	.01	0	0	0	0
		37″-48″	.01	0	0	0	0	0	0	0
		49″-72″	.01	.01	0	0	0	0	0	0
		73″-96″+	.01	.01	0	0	0	0	0	0
TABLE C Attenuation of *Unlined* Elbows — Rectangular & Round		To 4″	0	0	0	0	0	1.0	2.0	3.0
		5″-10″	0	0	0	0	1.0	2.0	3.0	3.0
		11″-20″	0	0	0	1.0	2.0	2.0	3.0	3.0
		21″-40″	0	0	1	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0
		41″-80″+	0	1.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
TABLE D Attenuation of *Lined* Elbows Rectangular & Round		To 4″	0	0	0	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0
		5″-10″	0	0	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0
		11″-20″	0	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	
		21″-40″	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0
		41″-80″+	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0
Subtotals—Forward to next page										

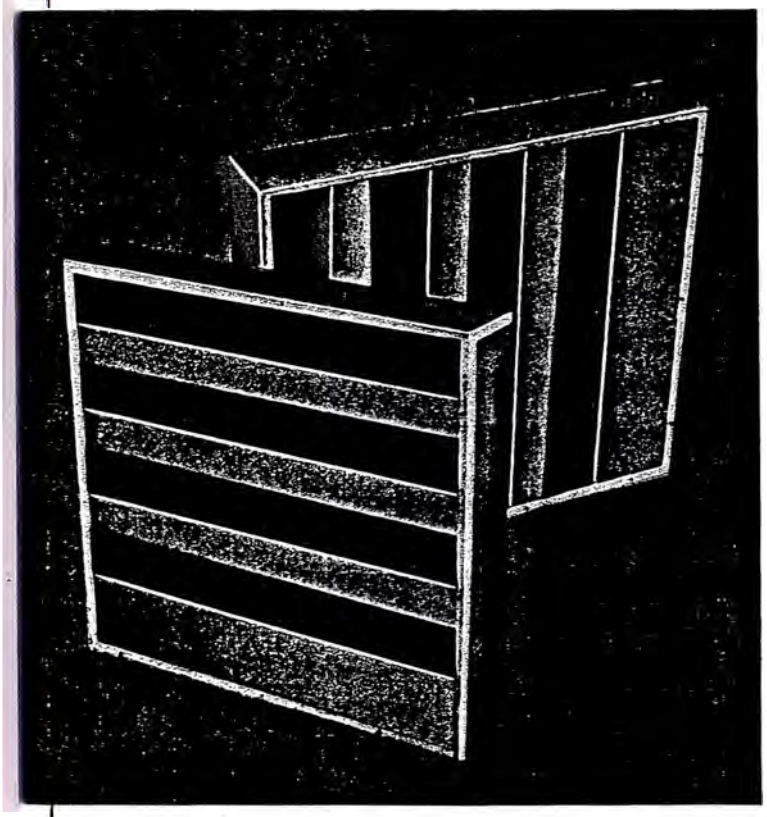
Table 11-10 ATTENUATION OF DUCT SYSTEMS (Con't.)

	L.F. of Duct or No. of Elbows	Smallest Duct Dimension	Octave Band Center Frequency Hz. 63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Subtotals from preceding page										
TABLE E Attenuation of Rectangular Duct with 1'' Thick Lining		3''- 5''	.3	.6	1.0	2.1	5.0	10.5	5.0	4.0
		6''-12''	.2	.4	9	1.9	4 3	7.5	2.0	2.0
		13''-18''	.2	.3	.6	1.5	3.7	3.0	1.0	1.0
		19''-24''	.2	.2	.5	1.4	3.5	1.8	.8	.8
		25''-36''	.2	.2	.4	1.0	1.8	1.2	.6	.6
		37''-48''	.2	.2	.3	.9	1.5	1.0	.4	.4
		49''-72''	.2	.2	.25	.8	1.0	.8	.3	.3
		73''-96''+	.2	.2	.25	.7	.8	.7	.2	.2
TABLE F Attenuation of Rectangular Duct with ½'' Lining		3''- 5''	.2	4	.7	1.3	2.5	5.0	5.0	4.0
		6''-12''	.2	3	.6	1.1	2.2	4.5	2.0	2.0
		13''-18''	.2	.25	.5	1.0	2.0	1.5	1.0	1.0
		19''-24''	.2	.2	.4	.8	1.6	1.4	.8	8
		25''-36''	.2	2	.3	.6	1.2	1.0	.6	.6
		37''-48''	.2	.2	.2	.4	.8	.8	.3	.3
		49''-72''	.2	.2	.2	.3	.5	.5	.3	.3
		73''-96''+	.2	.2	.2	.2	.4	4	.2	.2
TABLE G Attenuation of Round Duct with 1'' Lining		6''-12''	.3	1.0	1.5	1.5	3.7	4.8	2.8	2.2
		13''-18''	.2	.7	1.0	1.2	2.7	2.8	1.5	1.3
		19''-24''	.1	.5	.6	1.0	1 7	.9	.5	.5
		25''-36''	.07	.2	.4	.8	1.0	.7	.5	.5
		37''-48''	.04	.08	.3	.6	.6	.5	.5	.5
		49''-72''	.02	.04	.2	.5	.5	.4	.4	.4
		73''-98''+	.01	.02	.1	.4	4	.3	.3	.3
TABLE H Attenuation of Round Duct with 2'' Lining		6''-12''	.5	1 2	1.7	2.3	3.9	5.0	3.0	2.3
		13''-18''	.4	1.0	1.2	2.2	3 0	3.0	1 7	1.5
		19''-24''	.3	.8	.9	2.1	2.0	1.0	.8	.7
		25''-36''	.2	.3	.7	1.5	1.5	8	.6	.6
		37''-48''	.12	.2	.5	1.0	1.0	.7	.6	.6
		49''-72''	.08	.1	.3	.7	.7	.5	.5	.5
		73''-96''+	.06	.08	.2	.6	.6	.4	.4	.4
Total Duct Attenuation (Enter on Line 2 of Table 11-9—Summary Table										

			Octave Band Center Frequency Hz.							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
TABLE A Branch Duct Attenuation 1st Critical Room CFM / System CFM = %		0.2%	27	27	27	27	27	27	27	27
		0.5%	23	23	23	23	23	23	23	23
		1.0%	20	20	20	20	20	20	20	20
		2.0%	17	17	17	17	17	17	17	17
		5.0%	13	13	13	13	13	13	13	13
		10.0%	10	10	10	10	10	10	10	10
		20.0%	7	7	7	7	7	7	7	7
		50.0%	3	3	3	3	3	3	3	3
TABLE B Duct Diameter End Reflection Loss		To 5"	17	12	8	4	1	0	0	0
		6"- 8"	14	10	6	2	0	0	0	0
		9"-12"	12	8	4	1	0	0	0	0
		13"-16"	10	6	2	0	0	0	0	0
		17"-22"	8	4	1	0	0	0	0	0
		23"-30"	6	3	0	0	0	0	0	0
		31"-40"	4	1	0	0	0	0	0	0
		41"-60"+	2	0	0	0	0	0	0	0
TABLE C Room Effect This table applicable to "average" rooms. For special rooms, see Equation No. 11-3	Room Vol. Ft.³	Ceiling Height								
	1,000	8'	2	2	2	2	3	3	3	3
	2,000	8'	2	3	3	4	4	5	5	6
	5,000	8'-12'	5	6	6	7	7	8	8	9
	10,000	8'-10'	7	8	8	8	9	9	9	10
	10,000	11'-14'	8	9	9	9	10	10	10	11
	20,000	8'-12'	8	9	9	10	10	11	11	12
	20,000	13'-15'	9	10	10	11	11	12	12	13
	30,000	8'-11'	11	12	12	12	13	13	13	14
	30,000	12'-15'	12	13	13	13	14	14	14	15
	40,000+	8'-14'	10	11	11	12	12	13	13	14
	40,000+	15'-17'	11	12	12	13	13	14	14	15
	40,000+	18'-22'	12	13	13	14	14	15	15	16
TABLE D (NC) Noise Criterion Levels		NC-30	57	48	41	35	31	29	28	27
		NC-35	60	53	46	40	36	34	33	32
		NC-40	64	57	51	45	41	39	38	37
		NC-45	67	60	54	49	46	44	43	42
		NC-50	71	64	59	54	51	49	48	47
Totals **(Enter on Line 3 of Table 11-9— Summary Table**										

Slimshield QUIET-VENT® LOUVER

....a compact silencer/louver that's only 4 or 6 inches (102 or 152mm) deep



features

- ☐ EASY TO INSTALL
- ☐ LOW PRESSURE DROP
- ☐ COMBINATION SILENCER AND LOUVER
- ☐ RUGGED GALVANIZED STEEL CONSTRUCTION
- ☐ STAINLESS STEEL AND OTHER MATERIALS AVAILABLE
- ☐ GOOD NOISE REDUCTION CHARACTERISTICS IN ALL OCTAVE BANDS — 9 dB REDUCTION IN SPEECH FREQUENCIES
- ☐ MODULAR SIZES CAN BE READILY ASSEMBLED INTO RECTILINEAR LOUVER "BANKS" OF VIRTUALLY ANY SIZE
- ☐ CHOICE OF SEVERAL DURABLE FINISHES IN A VARIETY OF ATTRACTIVE COLORS (see page 3)
- ☐ IAC's AEROACOUSTIC LABORATORY WILL DEVELOP SLIMSHIELD TO YOUR SPECIFIC REQUIREMENTS

typical uses

AIR CONDITIONING SYSTEMS AND EQUIPMENT

- ☐ RETURN AIR AND SUPPLY SYSTEMS
- ☐ CROSS TALK SILENCERS
- ☐ KITCHEN AND BATHROOM VENT SHAFTS
- ☐ RECORDING AND BROADCASTING STUDIOS
- ☐ AIR CONDITIONING AND REFRIGERATION EQUIPMENT
- ☐ VENTILATION OPENINGS
- ☐ COOLING TOWERS
- ☐ LIBRARIES
- ☐ COMPUTERS
- ☐ EQUIPMENT ROOMS
- ☐ FANS
- ☐ HOSPITALS
- ☐ HOTELS AND MOTELS
- ☐ BOILER ROOMS
- ☐ CONFERENCE ROOMS

INDUSTRIAL, TRANSPORTATION AND CONSTRUCTION EQUIPMENT

- ☐ DIESEL GENERATOR SETS
- ☐ MARINE OR PROPULSION FANS
- ☐ MACHINERY ENCLOSURES
- ☐ GAS TURBINES
- ☐ OIL COOLERS
- ☐ NOISE BARRIERS
- ☐ ELECTRIC MOTORS
- ☐ TRUCKS AND BUSES
- ☐ LOCOMOTIVES
- ☐ TRANSFORMER BARRIERS
- ☐ TRACTORS
- ☐ AIR COOLERS
- ☐ PUMPS
- ☐ BULLDOZERS
- ☐ AIR COMPRESSORS
- ☐ DIESEL POWERED VEHICLES AND EQUIPMENT
- ☐ INDUSTRIAL COOLING TOWERS

How To Specify Noishield Louvers

Furnish and install Noishield Louver(s) as manufactured by Industrial Acoustics Company. Outer casings shall be of 16 gauge (1.613 mm) galvanized steel. Louver baffles shall be of airfoil configuration and be made of 22 gauge (0.8534 mm) galvanized steel. They shall be packed with inert, vermin and moisture proof mineral fiber, and provide the acoustical performance as indicated in Table II. Louvers shall have _____ finish with _____ color.

Static pressure drop of louvers shall not exceed _____ i.w.g. (_____ Pa) at a face velocity of _____ fpm (_____ m/s) for Model R and _____ fpm (_____ m/s) for Model LP. *Fill in appropriate values.* Manufacturer shall submit certified data from one laboratory substantiating both the specified acoustic and aerodynamic performance.

Simplified Selection Procedure

Louvers are rated in the IAC aeroacoustic laboratory in accordance with ASTM Standard E90–75 and other applicable test standards.

To analyze specific louver applications, ask for IAC SNAP II (Bulletin 1.0503). This Systemic Noise Analysis Procedure enables you to evaluate the effects of the acoustical environment in which the source is located and to determine louver model and size selection.

Module Sizes

Noishield Louver Model	Model Width in. (mm)	Module Height in. (mm)
Model R—Optimum acoustical performance with normal pressure drop	24, 36, or 48 (610, 914 or 1219)	12 to 144 in 12 in. increments (305 to 3658 in 305 mm increments)
Model LP—Normal acoustical performance with minimum pressure drop	24, 36, or 48 (610, 914 or 1219	14 to 140 in 14 in.increments (356 to 3556 in 356 mm increments)

NOTE: Width and height dimensions are nominal. Final assemblies will be 1/4 in. (6.4mm) less than nominal. Noishield Louver average weight – 10 lb/ft² (48.8 kg/m²) of face area.

certified performance data

Noishield Louver Model	Static Pressure Drop, i.w.g. (Pa)											
	0.05 (12.4)	0.10 (24.9)	0.15 (37.4)	0.20 (49.8)	0.25 (62.3)	0.30 (74.7)	0.40 (99.6)	0.50 (124.5)	0.60 (149.5)	0.75 (186.8)	1.0 (249.1)	1.25 (311.4)
	Face Velocity, fpm (m/s)											
Model R	215 (1.09)	305 (1.55)	375 (1.91)	430 (2.18)	480 (2.44)	525 (2.67)	610 (3.10)	675 (3.43)	745 (3.78)	830 (4.22)	960 (4.88)	1070 (5.44)
Model LP	270 (1.37)	380 (1.93)	465 (2.36)	540 (2.74)	600 (3.05)	660 (3.35)	760 (3.86)	850 (4.32)	925 (4.70)	1040 (5.28)	1200 (6.10)	1340 (6.81)

Table I Aerodynamic Performance

Table II—Transmission Loss (T.L.) — Defined as the ratio, in decibels, of acoustic energy transmited through the louver to that incident upon it.

Octave Band Center Frequency, Hz.	1 63	2 125	3 250	4 500	5 1K	6 2K	7 4K	8 8K
Model R	5	7	11	12	13	14	12	9
Model LP	4	5	8	9	12	9	7	6

Table III—Noise Reduction (N.R.) — The free-field noise reduction of a louver is the difference, in decibels, between the sound pressure level on the noise source side of the louver and that measured outdoors on the side of louver away from the noise source.

Octave Band Center Frequency, Hz.	1 63	2 125	3 250	4 500	5 1K	6 2K	7 4K	8 8K
Model R	11	13	17	18	19	20	18	15
Model LP	10	11	14	15	18	15	13	12

Distance from Noishield Louver		Octave Band Center Frequency, Hz							
ft	m	1 63	2 125	3 250	4 500	5 1K	6 2K	7 4K	8 8K
10	3.05	23	25	29	30	31	32	30	27
50	15.24	37	39	43	44	45	46	44	41
100	30.48	43	45	49	50	51	52	50	47
200	60.96	49	51	55	56	57	58	56	53
500	152.40	57	59	63	64	65	66	64	61
1000	304.80	63	65	69	70	71	72	70	67

For MODEL LP Attenuation: SUBTRACT the following from above decibel values in each octave band.

DEDUCT	1	2	3	3	1	5	5	3

Table IV Attenuation

(Source PWL re: 10^{-12} Watts)

Combines the Noishield Louver's transmission with the reduction of sound energy as a function of distance from the noise source. (Type R attenuation tabulated; correct for Type LP as noted). NOTE: Additional attenuation can be realized from room or plenum absorption characteristics. For detailed method of calculation, refer to IAC Bulletin 1.0503.

SNAP II for NOISHIELD® LOUVERS

PROJECT:
CITY: **STATE:**
ARCH. ☐ **ENGR.** ☐**:**
PROBLEM: *To quiet fan room air intake noise to meet the Code*
requirements shown below at a point 50 ft from open balcony.
CRITERION: *Code specifies that noise levels at open balcony*
shall not exceed 72, 67, 62, 57, 52, 48, 44, and 42 dB in Bands 1
through 8 respectively.

DESIGN DATA

NOISE SOURCE: *Fan*

PWL of Source re 10^{-12} Watts. If Known, Enter on Line 5.
IF A FAN, Fill in Spaces Below:

Type: *Centrifugal* **CFM** *24,000* **S.P.:** *4.0 in.* **S.E.:** *70%*

Max. Allowable P.D.: *0.50* **i.w.g Thru Louver.**

Distance From Louver to Fan: *10* **ft.**

Room Surface where Noise Source is Located: *2000* **sq ft.**

Room Characteristics: Soft ✔ **Average** _____ **Hard** _____

Distance from Noise Source to Nearest Point where Criterion must be met: *50* **ft.**

THE FOLLOWING IS A SOLUTION TO EXAMPLE OUTLINED ON PAGE 3.

CALCULATIONS

0 BASIC ASSUMPTION (SEE TEXT FOR FULL EXPLANATION OF THIS LINE). SELECT A MODEL R LOUVER OF FACE AREA SUFFICIENT TO HANDLE PROBLEM CFM *24,000* AT PROBLEM ALLOWABLE PD *0.50* i.w.g MODEL R FACE AREA REQUIRED *36* ft^2

LINE NO.	CALCULATIONS	DATA SOURCE*	OCTAVE BAND NUMBERS 1	2	3	4	5	6	7	8
1	CRITERION, dB	If None Given See Tables 1A and 1B	72	67	62	57	52	48	44	42
2	DIVERGENCE, dB Louver Area ft^2 *36*	Table 2	26	26	26	26	26	26	26	26
3	ROOM ABSORPTION, dB	Table 3	15	15	15	15	15	15	15	15
4	TOTAL, LINES 1 thru 3	Line 1 thru 3	113	108	103	98	93	89	85	83
	MINUS 3 dB SAFETY FACTOR		−3	−3	−3	−3	−3	−3	−3	−3
	NOISE SOURCE PERMISSIBLE PWL, dB		110	105	100	95	90	86	82	80
5	NOISE SOURCE PWL RE 10^{-12} WATTS, dB	Use Mfr's Data or, if Fan, Can Use Fig. 2	102	99	98	97	96	91	87	82
6	TRANSMISSION LOSS REQUIRED, dB	Line 5 Minus Line 4	—	—	—	2	6	5	5	2
7	TRANSMISSION LOSS OF MODEL *LP* NOISHIELD LOUVER, dB	Table II Noishield Louver Bulletin	4	5	8	9	12	9	7	6
8†	EXCESS TRANSMISSION LOSS REQUIREMENTS, dB	Line 6 Minus Line 7	—	—	—	—	—	—	—	—

*Refers to IAC SNAP II Procedure Bulletin 1.0503 unless noted otherwise.
†IF EXCESS IS GREATER THAN 3 dB IN ANY OCTAVE BAND, consult IAC for alternative solutions.

BLANK FORMS AVAILABLE
ASK FOR *WORKSHEET 1.0504*

IAC SNAP II — Systemic Noise Analysis Procedure

Introduction

SNAP II introduces a simple, rapid, and accurate procedure for calculating Noishield® Louver applications. SNAP II is based on the acoustic/aerodynamic data presented in the IAC Noishield Louver Bulletin and should be used in conjunction with it. The procedure presented is the first complete and accurate method devised to analyze Noishield Louver applications.

The objective of SNAP II is:

To provide a Systemic Noise Analysis Procedure (SNAP) to quickly and accurately calculate the noise reduction required for problems involving noise emanating to the outdoors through building openings from interior spaces. This is applicable either for Noishield Louvers or in conjunction with other noise control equipment such as Quiet-Duct® Silencers, Quiet-Flow® Plenums or Quiet-Vent® Transfer Silencers.

Helpful Worksheet, Tables and Graphs Facilitate Ready Use of SNAP II

SNAP II contains all data necessary to solve most problems involving noise emanating from buildings. The data is presented in easy-to-read tables and graphs which make use easy. It provides a simple and complete Worksheet based on a step-by-step procedure to resolve the problem and record the solution. The solution can be presented in the eight octave bands (63 to 8000 Hz) of the audible sound spectrum.

Example Illustrates Use of SNAP II

To illustrate the use of SNAP II a problem is presented for the application of a Noishield Louver to reduce noise emanating from an apartment house air intake.

The sketch (Fig. 1) below shows a fan room air intake located directly across the street from an apartment house with open balconies. Lacking proper noise control, the intake could produce a neighborhood noise complaint due to fan noise emanating from the intake...an ideal application for a Noishield Louver.

Information needed to resolve the problem follows:

1. The fan is located in an acoustic/thermal 2000 ft² surface plenum, the acoustic characteristics of which are designated as 'soft'.
2. Fan is located 10 ft from air intake.
3. Fan is a backward inclined blade centrifugal handling 24,000 cfm at 4.0 i.w.g. static pressure while operating at 70% static efficiency.
4. Air intake is located 50 ft from nearest apartment house balcony.
5. Architectural considerations limit louver width to 10 ft.
6. Maximum allowable pressure drop (PD) through louver cannot exceed 0.50 i.w.g.
7. Noise criterion allowable at balcony for this example is stated in sound pressure levels (SPL) as below:

Octave Bands	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
	1	2	3	4	5	6	7	8
Allowable SPL, dB	72	67	62	57	52	48	44	42

If criteria is not given, use Tables 1A and 1B for typical pressure level criteria.

The Problem

To determine how much added Transmission Loss is required to meet the criterion. What size and model of Noishield Louver will handle the requirements, and if auxiliary silencing is required.

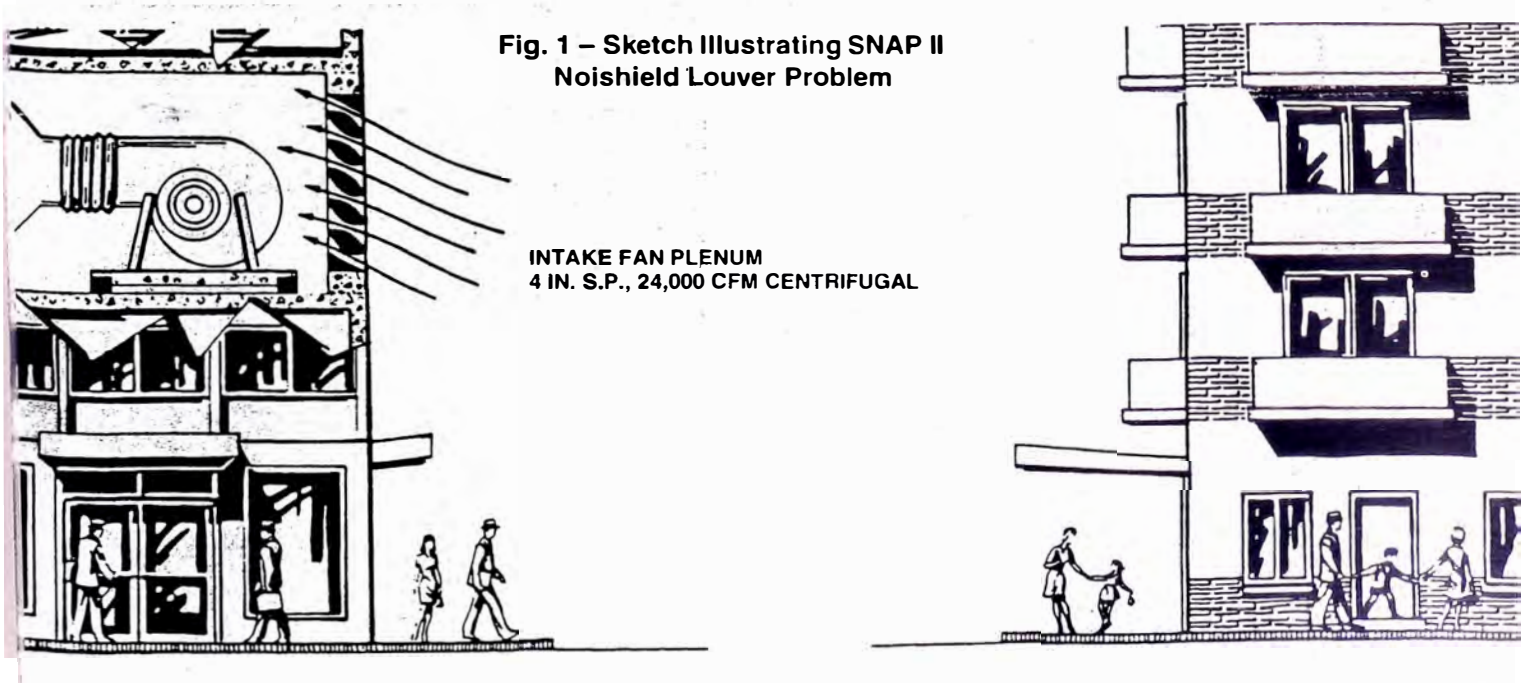


Fig. 1 – Sketch Illustrating SNAP II Noishield Louver Problem

Reference Material for Line 0 of SNAP II Form

The Solution to the Problem

Line Numbers shown below refer to SNAP II Worksheet on page 2. Following each Line Number is the explanation of how to complete that line:

Line 0 – Basic Assumption

To solve the problem first assume it can be solved using a Model R Noishield® Louver. This assumption must be made because of pressure drop considerations to determine a louver face area for use in resolving Line 2. If completed calculation develops that Model LP will serve, size can then be redetermined. If a Model R is required, assumed size will be correct size.

For the example, the cfm handled is 24,000 at 0.5 i.w.g. PD. Refer to Table I in Noishield Louver Bulletin; at 0.50 i.w.g., Model R handles 675 fpm (or 675 cfm/ft² of face area). Divide 675 into 24,000 cfm handled by fan to find that a Model R of approximately 36 ft² is needed. Enter this where indicated on worksheet.

Table 1A — Ambient Sound Levels*

Condition	Estimate of Outdoor Background Noise, dB, by Octave Band							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	1	2	3	4	5	6	7	8
Nighttime, rural; no nearby traffic of concern	42	37	32	27	22	18	14	12
Nighttime, suburban; no nearby traffic of concern	47	42	37	32	27	23	19	17
Nighttime, urban; no nearby traffic of concern	52	47	42	37	32	28	24	22
Nighttime, business or commercial area	57	52	47	42	37	33	29	27
Daytime, business or commercial area	62	57	52	47	42	38	34	32
Daytime, industrial or manufacturing area	67	62	57	52	47	43	39	37
Within 300 ft of continuous heavy traffic	72	67	62	57	52	48	44	42

**Sound levels listed here are generally applicable for various outdoor locations and thus can be used as design criteria. Miller, L., and Long, F. M., A Practical Approach to Cooling Tower Noise Evaluation Heating, Piping & Air Conditioning, Vol. 34, No. 6, pp. 141-151 (June 1962)*

Table 1B — dBA Octave Band Design Guide Table

Speech Interference Levels	Equivalent Spectrum by Octave Bands/Center Frequencies, Hz								Industrial Noise Criterion, dBA
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
—	131	122	115	109	106	105	104	104	115
—	126	117	110	104	101	100	99	99	110
—	121	112	105	99	96	95	94	94	105
92	116	107	100	94	91	90	89	89	100
87	111	102	95	89	86	85	84	84	95
82	106	97	90	84	81	80	79	79	90
77	101	92	85	79	76	75	74	74	85
72	96	87	80	74	71	70	69	69	80
67	91	82	75	69	66	65	64	64	75
62	86	77	70	64	61	60	59	59	70

Table 2 — Divergence Factor (dB)

Distance (ft) from Louver To Point-of-Interest	Values Below are Divergence Factor, dB Face Area of Louver, ft²							
	12½	25	50	100	200	400	800	1600
12½	19	16	13	0	0	0	0	0
25	25	22	19	16	13	0	0	0
50	31	28	25	22	19	16	13	0
100	37	34	31	28	25	22	19	16
250	45	42	39	36	33	30	27	24
500	51	48	45	42	39	36	33	30
1000	57	54	51	48	45	42	39	36

Reference Material for Lines 1-8 of SNAP II Form

Table 3 — Room Absorption Factors (dB)

Distance from Louver to Fan (ft)	Room Surface, ft²																	
	500			1000			2000			4000			8000			16000		
	Room Acoustical Characteristics*																	
	S	A	H	S	A	H	S	A	H	S	A	H	S	A	H	S	A	H
5	9	5	2	10	7	4	11	8	5	11	9	7	12	10	8	12	10	9
10	12	6	2	14	8	4	15	9	6	15	10	8	16	12	10	17	14	10
15	Bottom Factors in each column are maximum for any greater distance			15	8	4	17	10	6	18	11	8	19	13	10	20	15	12
20							18	10	6	19	12	8	20	13	10	22	15	12

**S = SOFT: Walls and ceiling covered with 4 in. thick Noishield® Panels.*
**A = AVERAGE: 30% of walls and ceiling covered with 4 in. thick Noishield Panels.*
**H = HARD: Walls and ceilings made of concrete, brick, metal or similar material.*

NOTE: Where direct line of sight from the noise generator to the opening exists use one-half of values shown above.

Line 1 — Criterion

If none given, select appropriate criterion from Tables 1A or 1B. In example, criterion is given. Enter on Line 1.

Line 2 — Divergence

Refer to Table 2, enter left under 'Distance (ft) from Louver to Point-of-Interest', move right to 'Face Area of Louver' and read factor. Interpolate as necessary. Enter factor in all spaces on Line 2.

For example, enter at 50 ft distance (given). Read right to 36 ft² (calculated), midway between 25 ft and 50 ft, and interpolate 26 dB. Enter in all spaces on Line 2.

Line 3 — Room Absorption

Refer to Table 3, enter left under 'Distance from Louver to Fan,' read right to 'Room Surface (ft²)'. Determine whether room is 'Soft, Average or Hard' and read factor. Interpolate as necessary. Enter factor in all spaces on Line 3.

For example, enter at 10 ft (given). Read right to 2000 ft² (given). Under "Soft" (given), read 15 dB. Enter in all spaces on Line 3.

Line 4 — Permissible PWL of Noise Source

Sum Lines 1 through 3 in top spaces. If Safety Factor is desired, subtract 3 dB from all totals and enter in bottom spaces. If this or a lesser noise level existed, there would be no need for additional silencing. Therefore it is called the "Permissible PWL of Noise Source".

Line 5 — PWL of Noise Source

Use manufacturer's or measured data whenever available. If problem involves a centrifugal or a 50% hub axial fan and manufacturer's data is not available, refer to Fig. 2. Enter at fan static pressure, read right to intersect fan cfm, from intersection read straight down to static efficiency and from this intersection extend horizontal line to right across all bands. Readout will give PWL for airfoil or backward inclined centrifugal fans; if problem involved a tubular centrifugal or an axial fan, correct the centrifugal readout by factors in table above readout grid.

In example enter at 4 in. SP, read right to 24,000 cfm down to 70% S.E. and right to obtain band levels (1 through 8) for fan PWL. These are 102, 99, 98, 97, 96, 91, 87, and 82 from 1 through 8. Enter in proper space on Line 5.

Line 6 — Transmission Loss Requirements

Compare Line 4 'Permissible PWL' with Line 5 'PWL of Noise Source'. If Line 5 exceeds Line 4, the excess represents the amount of Transmission Loss capacity to be added to the system to meet criterion.

In example, subtracting Line 4 from Line 5 shows an excess. Enter excess on Line 6.

Line 7 — Transmission Loss of Noishield® Louver

Refer to Table II in Noishield Louver Bulletin. Select appropriate model to meet Line 6 requirements.

In example, a Model LP is needed. Fill in TL for Model LP on Line 7.

Line 8 — Overage of Transmission Loss Requirements

Compare Line 7 with Line 6. It can be seen that a Model LP will meet requirements. Therefore, Make a New Face Area Selection. Repeat Line 0 procedure using Model LP data of 850 fpm at 0.50 i.w.g. This permits selection of louver having 28 ft² face area (96 in. wide x 42 in. high).

If Line 8, when using Model R, shows an overage greater than 3 dB in any octave band, consult IAC or local IAC Representative for alternative solutions.

SNAP II — Sound Power Level Nomograph for Fans

The use of the IAC PWL nomograph for fans* requires only three Fan Parameters: (a) the Static Pressure, (b) the CFM and (c) the Static Efficiency. The Sound Power Level, which will approximate ASHRAE Guide data, can then be read off quickly as follows:

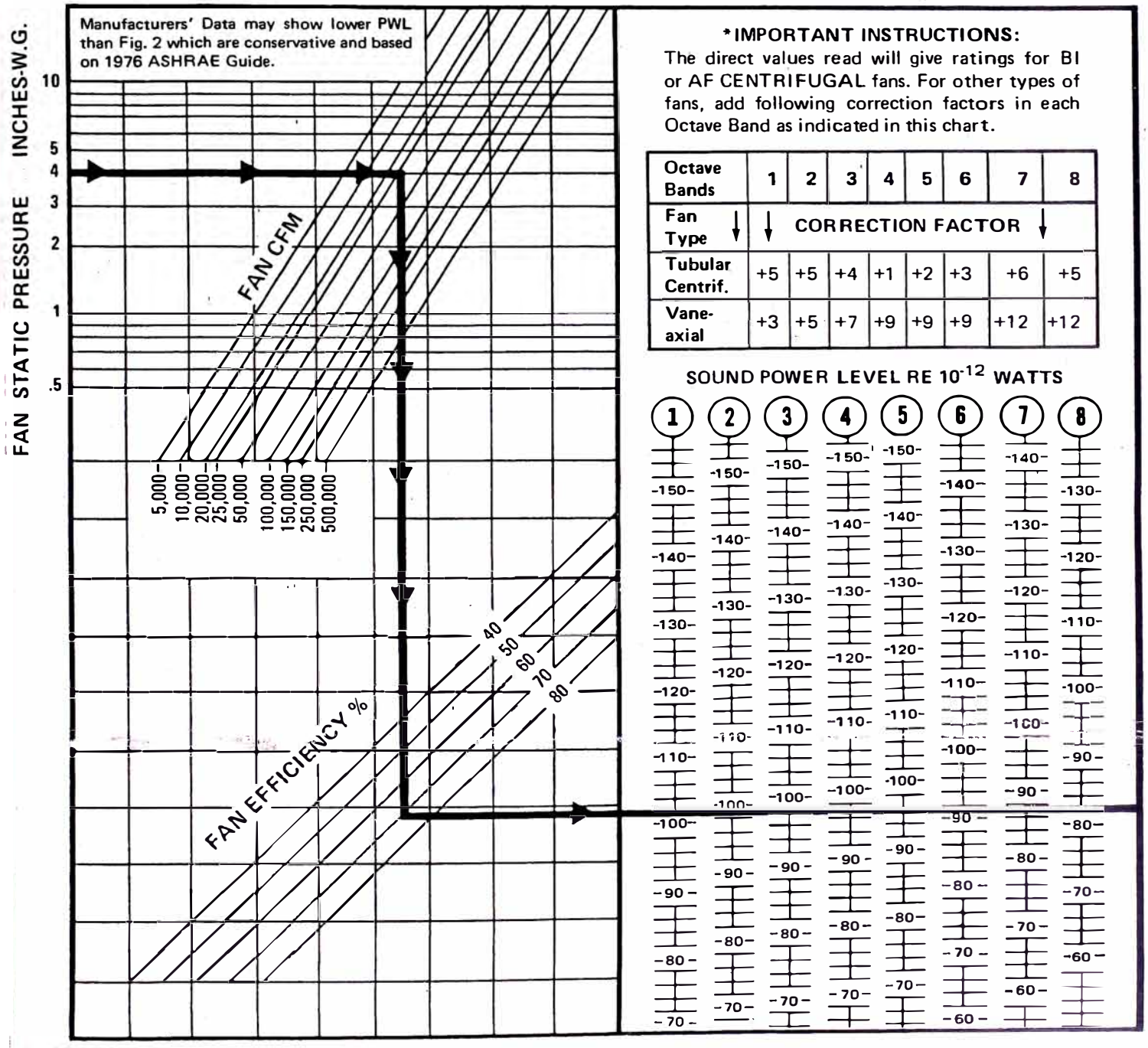
1. Enter fan Static Pressure.
2. Project horizontal line to fan CFM.
3. Project vertical line downwards to fan Static Efficiency.
4. Project horizontal line to the right to read PWL in the first through eighth octave bands.

NOTE:

Intermediate points may be interpolated.

This chart should be read in conjunction with Line 5 of explanatory notes on page 5.

Fig. 2 – Nomograph for Estimating Fan* Sound Power Levels (PWL)



Octave Bands	1	2	3	4	5	6	7	8
Fan Type ↓	↓ CORRECTION FACTOR ↓							
Tubular Centrif.	+5	+5	+4	+1	+2	+3	+6	+5
Vane-axial	+3	+5	+7	+9	+9	+9	+12	+12

INDUSTRIAL ACOUSTICS COMPANY

SINCE 1949 — LEADERS IN NOISE CONTROL ENGINEERING, PRODUCTS AND SYSTEMS

UNITED STATES
1160 COMMERCE AVENUE
BRONX, NEW YORK 10462-5599
TEL: (718) 931–8000
FAX: (718) 863–1138

UNITED KINGDOM
CENTRAL TRADING ESTATE
STAINES, MIDDLESEX, TW18 4XB
TEL: (01784) 456–251
FAX: (01784) 463–303, TELEX: 25518

GERMANY
SOHLWEG 17
D–41372 NIEDERKRÜCHTEN
TEL: (02163) 8431
FAX: (02163) 80618

THE STANDARD OF SILENCE

TECHNICAL REPRESENTATION IN PRINCIPAL CITIES THROUGHOUT THE WORLD

OVERVIEW
SAVINGS ADD UP
BUILDING BLOCKS
MOVES, ADDS, CHANGES
RENOVATION SOLUTIONS
EVERYONE BENEFITS

PDF Downloads

1. What is an access floor? abBrochure
2. ConCore/PosiLock Sell Sheet

Get Acrobat Reader

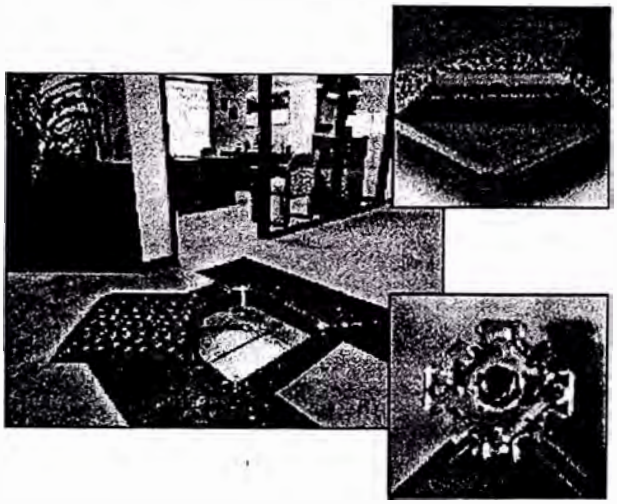
Home

Building Blocks

ConCore/PosiLock Access Floor System
Underfloor HVAC
Systems Furniture

TateFlex Modular W
Floor Coverings

ConCore®/PosiLock™ System



The ConCore/PosiLock access floor system is designed to facilitate service distribution changes demanded by today's high office churn rates. The system consists of access floor panels and pedestal assemblies. The panels are fabricated to exacting tolerances from steel, welded to form a unitized shell, and then filled with a highly controlled mixture of cement. These rigid, solid panels create a solid floor that is free from any floor or plenum generated noise. Acoustical tests from independent test laboratories show Tate access floors to be within one decibel of poured concrete floors. Pedestals are engineered to provide strength and stability. Pedestal heights determine the amount of interstitial space available under the floor for distribution of power, voice, data, and HVAC. A variety of bases are available to ensure performance under different height and seismic load conditions.

ConCore®/PosiLock™ Performance Selection Chart

System Type	System	Static Loads	Rolling

		Weight				Loads	
Panel	Under-structure		Concen-trated Loads	Uniform Loads	Ultimate Loads*	10 Passes	10,0(Passe
ConCore 1000	PosiLock	8.5 lbs./ft^2 41 kg./m^2	1000 lbs. 454 kg.	250 lbs. 113 kg.	Min 2.5	800 lbs. 363 kg.	600 lt 272 k
ConCore 1250	PosiLock	9.0 lbs./ft^2 44 kg./m^2	1250 lbs. 567 kg.	300 lbs. 136 kg.	Min. 2.5	1000 lbs. 454 kg.	800 lt 363 k

Note: Concentrated, ultimate, and impact loads are applied on a one square inch area poin above indicate weakest point of panel. Other strengths available - consult factory.

* Panel shall be capable of withstanding without failure a minimum safety factor of 2.5 app panel's concentrated load rating.

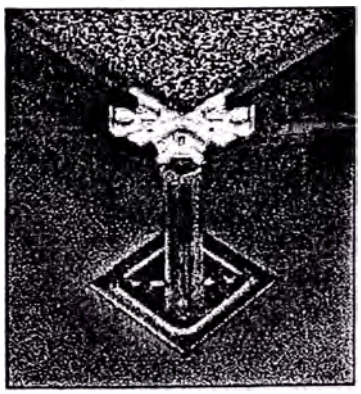
For further information and product specifications, please, call the Tate Hotline at 7788

ConCore®/PosiLock™ Understructure

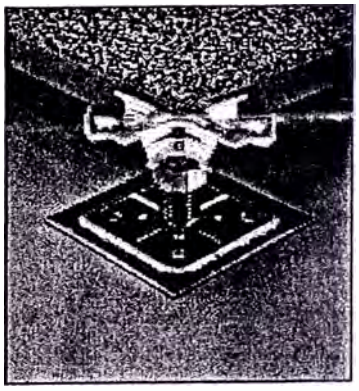
- Easy panel installation with locating tabs providing positive engagement to ConCore
- Finished Floor Heights available from 2.5" - 24"
- Self-capturing fastener remains within the panel
- Tapped holes eliminate stripped threads
- Steel pedestal head provides optimum strength
- Pedestal nut provides antivibration and locking features
- Square steel tube engages round steel stud to prevent pedestal head rotation

Understructure Options

Freestanding System



Low Floor Height System



PosiLock

ATE BUILDING TECHNOLOGY PLATFORM®

ndmark Center
rvard School of Public Health
ston, Massachusetts

■

,000 square foot
veloper owned, Tenant occupied
ice Space Renovation

■

ducts used:
ate ConCore® 1250
Access Floor Panels
ate PosiLock® Understructure
ORK FlexSys™ Underfloor
Air Distribution System
Modular Wiring System
ate PVD Servicenters

Project Goals:

- **High Performance facility, able to accommodate future technology requirements**
- **Environmentally responsible, sustainable Green Building, generating user health benefits and higher productivity**
- **Minimal disruption to occupants during construction**

Harvard School of Public Health (HSPH) was founded in 1922 to advance public health through learning, discovery and communication. Through research and training programs, HSPH recognized the need for an environmentally economic and efficient workspace when designing new administrative offices in the historic Landmark Center in downtown Boston.

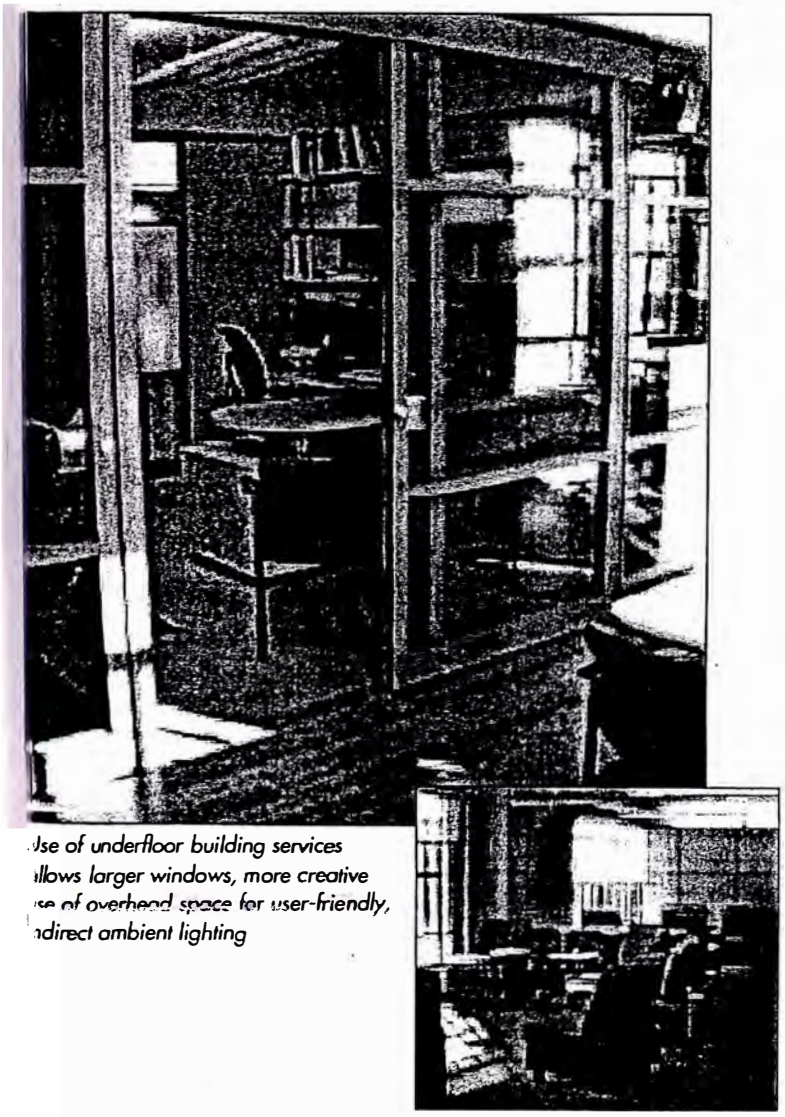
"We didn't want a Sick Building. We wanted to create an example of future-proof, sustainable, valuable shared space ."

John D. Spengler, PhD
Department of Environmental Health,
Harvard School of Public Health

Rethinking Construction
Tate®
ACCESS FLOORS

Cost-Effective, High Performance Building

When the Harvard School of Public Health outgrew existing office space, they were faced with the challenges of transforming a warehouse into office space that reflected HSPH studies on the dramatic impact of indoor air and environmental quality on organizations and their employees.



Use of underfloor building services allows larger windows, more creative use of overhead space for user-friendly, indirect ambient lighting

Findings that a "green" approach results in a more comfortable, healthier and productive workforce, plus environmental and energy-saving aspects of "clean construction" versus conventional methods were prime factors in planning the new HSPH facility.

It was assumed that the long-term payoffs of the Green Building approach would far outweigh the initial higher costs of implementation. However, as the HSPH bidding process began, so did the learning process. **Total project cost with an underfloor air distribution system was $10 less per square foot than with conventional overhead systems.**

Programmable temperature controls are part of the integrated systems contributing to higher indoor air quality

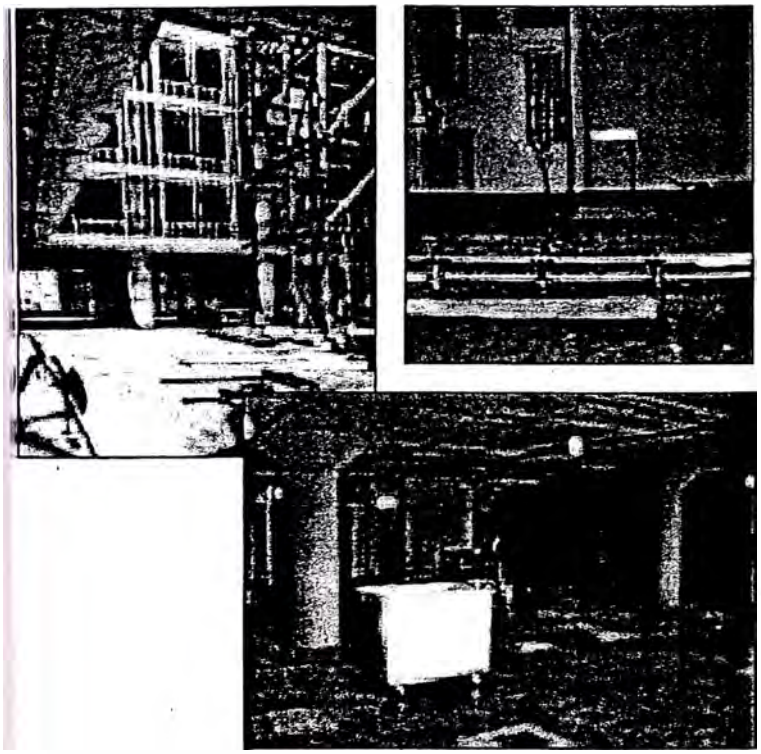
"The Dow Jones sustainability index clearly illustrates that companies adopting sustainable building design outperfom those who don't."

Nigel Howard
Vice President, U.S. Green Building Council

Fast Installation, Long-Term Benefits

Tate Access Floor's Building Technology Platform® (BTP®) provides an efficient, effective method to build high-performance, flexible office space by integrating raised floors with modular air distribution and wiring services.

BEFORE



Construction involved integrating original architectural features, such as columns, and modern technology requirements into an aesthetically pleasing, energy-efficient workspace

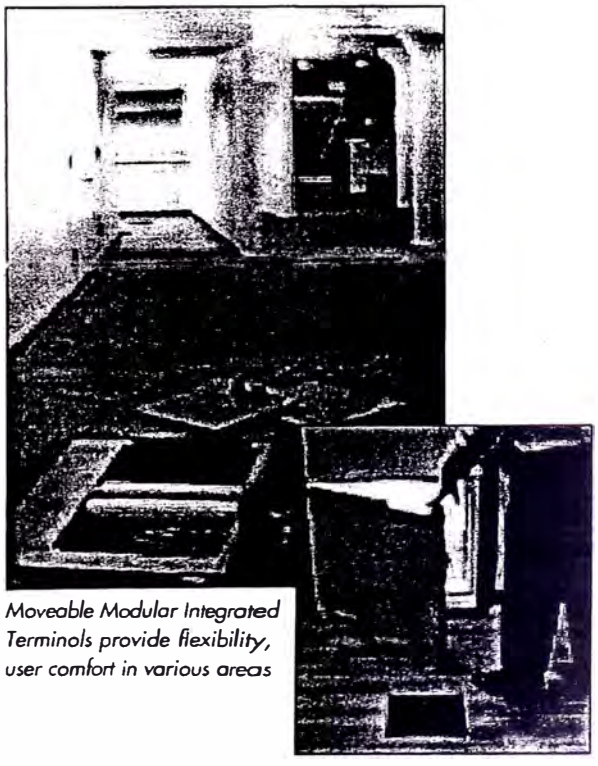
Tate's Building Technology Platform® allows Harvard School of Public Health to:

- Develop a facility that is environmentally conscious and cost-effective, setting standards for new and renovative building
- Reduce cost of workspace reconfiguration
- Maintain a facility that can meet changing requirements
- Design office space with an integrated systems approach
- Increase overhead ceiling height for greater design options
- Enhance the work environment through improved IAQ/IEQ (Indoor Air Quality/Indoor Environmental Quality)
- Reuse modular wiring, modular carpet, access floor panels and underfloor HVAC terminals

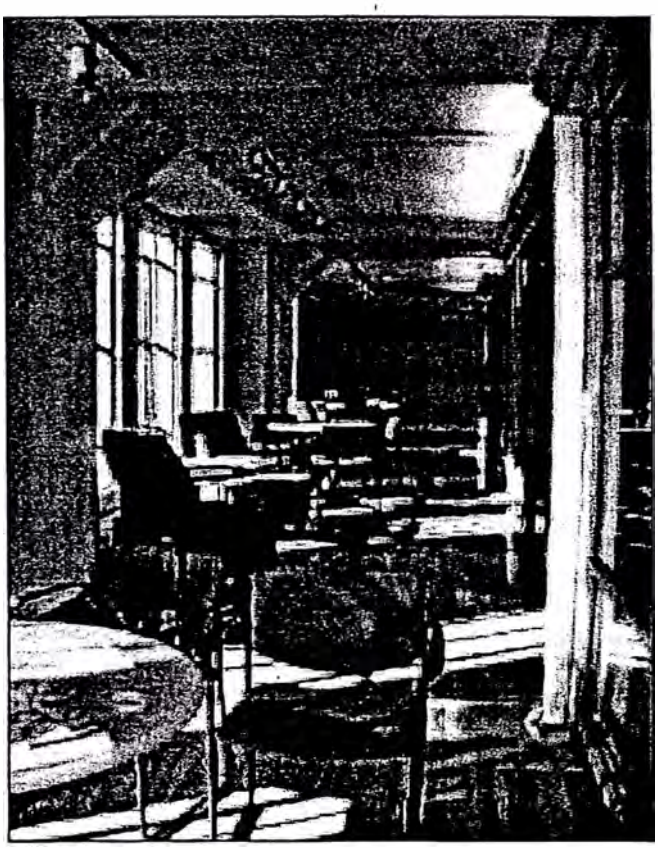
Utilizing Tate's BTP® in conjunction with an underfloor air delivery system, HSPH accomplished its original objectives of using renewable and reusable resources, and providing a healthy, productive environment adaptable to technology advances. In fact, additional payoffs are still unfolding, and Harvard has decided to apply the same BTP® concept to another project.

Minimal interrupton to daily work routine was crucial in this renovation. Disruptive construction activity was limited to very early hours – yet installation was completed within established deadlines and budget.

AFTER



Moveable Modular Integrated Terminals provide flexibility, user comfort in various areas



Bamboo finished access floor panels meet renewable materials standards, add warmth and style to common areas

The BTP® Solution: Smart, Fast, Flexible

Flexibility and responsiveness to potential technology demands are essential to any renovation project. Hence the implementation of Tate's modular approach, and quick application of the appropriate system solutions.

Initial building costs, as well as long-term operation costs are dramatically reduced with the access floor system, as evidenced in the Harvard School of Public Health renovation.

Installation of the access floor system was completed without disruption to occupants, two to three times faster, and at a lower cost versus conventional construction.

HSPH's energy savings, productivity and IAQ/IEQ results are being measured and evaluated, with Leadership in Energy and Environmental Design (LEED™) certification anticipated.

Project Credits

Architect
Janovshy/Hurley Architects, Inc.

Engineers
Shooshanian Engineering, Inc.

General Contractor
Bond Bros., Inc.

Rethinking Construction

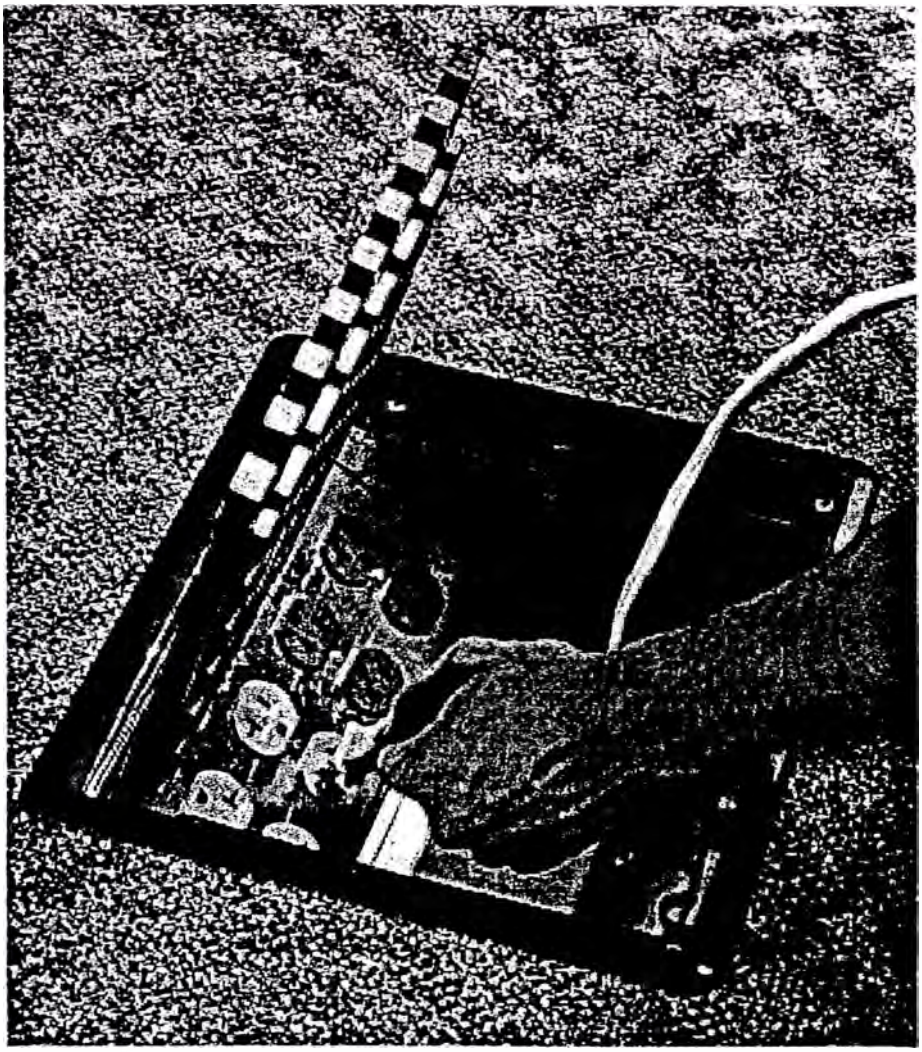
Tate®
ACCESS FLOORS

Corporate Headquarters
Tate Access Floors, Inc.
7510 Montevideo Road
Jessup, MD 20794
www.tateaccessfloors.com
Tel: 410-799-4200
Fax: 410-799-4207

Production Facilities
Tate Access Floors, Inc.
7510 Montevideo Road
Jessup, MD 20794

Tate Access Floors, Inc.
52 Springvale Road
Red Lion, PA 17356

A member of the
Kingspan Group plc



Tate's high capacity PVD Servicenter provides maximum hand room.

PVD Servicenter™

Flexible, convenient, and Economical Power and Communications Solutions.

System Highlights

- Multiple sizes available in both standard and Low Floor Height designs
- Lids can accommodate carpet or vinyl inserts
- Fully Modular when used with TateFlex® or other listed adapters
- Drop-in design allows for easy installation and relocation

Benefits

FLEXIBLE

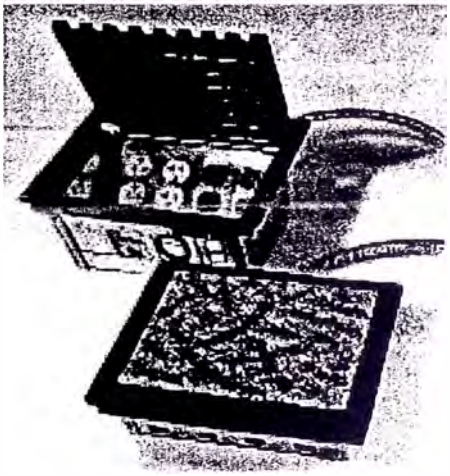
- Provides both general purpose or isolated grounding power circuitry for the multi-purpose workstation
- Nine standard voice/data options
- Custom configurations available for special needs projects
- Accommodates floor heights 2 1/2" and higher
- Interchangeable with certain variable air volume terminals floor cut-outs

USER FRIENDLY

- PVD Servicenter are available in two sizes and have a uniform design, allowing different sized units to be used in the same area without affecting the appearance of the room
- The lids are available in three colors—grey, black or brown
- Lids accommodate carpet or vinyl inserts to blend with the floor
- Provides the user maximum hand room for inserting or removing power or data plugs

ECONOMICAL

- PVD Servicenters offer a fully functional, high quality design at a low cost
- Costs associated with facility churn rates are reduced due to the unique drop-in design that allows for relocation without disconnecting power supplies or interrupting adjacent workstations
- The design allows for consolidation of power, voice and data circuitry in a common enclosure providing the user with an effective wire management solution



Tate's PVD Servicenters are available in four sizes to accommodate floor heights of 2 1/2" and higher.

Tate Access Floors, Inc.

Specifications

PRODUCT DESCRIPTION

Tate PVD Servicenters are designed to meet the growing needs of today's office and equipment rooms, and offer an attractive alternative to both poke-thru and traditional above floor designs. The servicenter is easily relocatable without disconnecting power supplies, or interrupting adjacent workstations. Cable openings in the lid allow for convenient, closed lid wire pass-thru. The lid is available in grey, black, or brown and is designed for carpet or vinyl inserts.

CAPACITY & DIMENSIONS

High Capacity PVD Servicenter

- For floor heights 6" or higher
- Accommodates up to four duplex receptacles, and up to eight individual voice and data consolidation points
- 11 1/4" square maximizes outlet space and hand room

Low Floor Height High Capacity PVD Servicenter

- For floor heights 2 1/2" – 6"
- Accommodates up to two duplex receptacles and four data and communications ports
- Same lid as High Capacity PVD Servicenter

Standard Capacity PVD Servicenter

- For floor heights 6" or higher
- Lid has same attributes and appearance as the larger servicenters.
- Allows the user to mix and match different size PVD Servicenters while maintaining a uniform design
- 7 5/16" x 6 15/16" lid dimensions

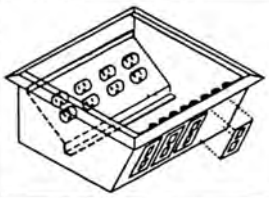
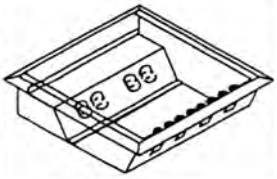
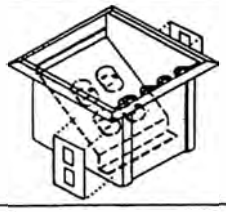
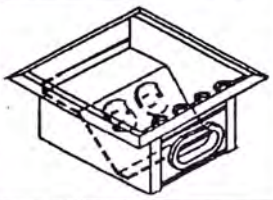
Low Floor Height Standard Capacity PVD Servicenter

- For floor heights 2 1/2" – 6"
- Same lid at Standard Capacity PVD Servicenter

TECHNICAL DATA

- PVD Servicenters are made of formed galvanized steel, welded together for maximum strength
- Uses Lexan 500 lids for strength and appearance
- Listed in Underwriter's Laboratories files E63807, or E106951
- May be field wired or factory wired to TateFlex® or other modular wiring systems
- Nine standard interface plates are available for voice/data connections
- Custom configurations are available

PERFORMANCE PROPERTIES

	Standard Floor Height High Capacity PVD Servicenter	Low Floor Height High Capacity PVD Servicenter	Standard Floor Height Standard Capacity PVD Servicenter	Low Floor Height Standard Capacity PVD Servicenter
				
Minimum Floor Height	6"	2 1/2"	6"	2 1/2"
Inside Working Volume	215 in^3	75 in^3	80 in^3	48 in^3
Box Body	Galvanized Steel	Galvanized Steel	Galvanized Steel	Galvanized Steel
Lid/Frame Assembly	Lexan 500	Lexan 500	Lexan 500	Lexan 500
Lid color	Grey, Black, or Brown	Grey, Black, or Brown	Grey, Black, or Brown	Grey, Black, or Brown
Power Capacity	4 Duplexes, Isolated Ground or Standard	2 Duplexes, Isolated Ground or Standard	2 Duplexes, Isolated Ground or Standard	1 Duplex, Isolated Ground or Standard
Voice/Data Capacity	4 Multiport Interface Plates	4 Voice/Data Ports	2 Multiport Interface Plates	2 Voice/Data Ports
Wiring Options	TateFlex®, other Modular Connector, or Field Wired	TateFlex®, other Modular Connector, or Field Wired	TateFlex®, other Modular Connector, or Field Wired	TateFlex®, other Modular Connector, or Field Wired
U.L. Designation*	E63807, E106951	E63807, E106951	E63807, E106951	E63807, E106951

** Factory wired boxes are listed in U.L.file E63807. Field wired boxes are listed in U.L. file E106951.*

Panel cutouts for Standard and Low Floor Height PVD Servicenter is 10 1/2" x 10 1/2". Standard and Low Floor Height PVD Servicenter cutout is 6 1/8" x 6 13/16".

TATE ACCESS FLOORS, INC. 7510 Montevideo Road, Jessup, MD 20794

Tel: 410-799-4200 Tate Hotline: 1-800-231-7788
Fax: 410-799-4207 Faxback™ 24 Hour Automated Service 1-800-579-TATE (8283)
www.tateaccessfloors.com

R1/00

Enjoy the Comfort of Personal Control

Improved occupant comfort

Comfort is the number one occupant concern in today's buildings. The FlexSys system improves occupant comfort by putting control in their hands.

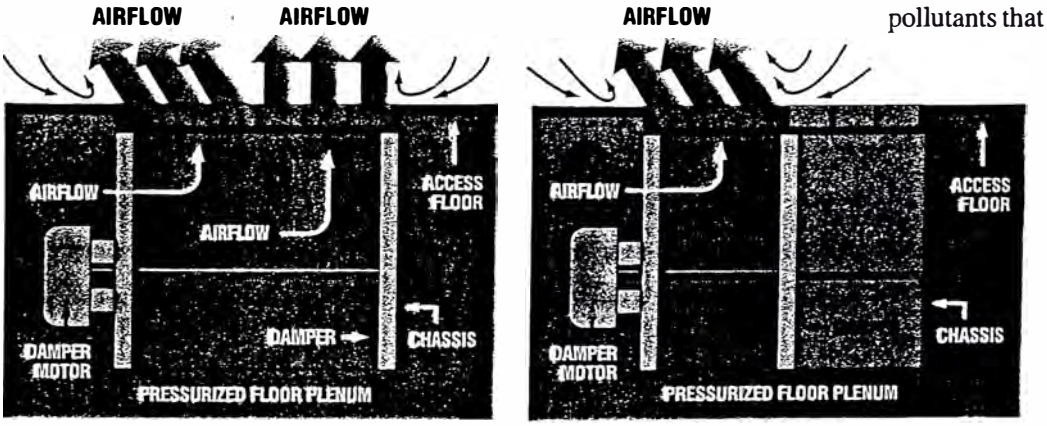
- MIT units are easy to place in the best spot for occupant comfort.
- Occupants can choose one of sixteen different air distribution patterns simply by flipping the diffuser grilles.
- MIT units offer true variable-air-volume capability, matching the cooling to the load.
- Thermal control zones — consisting of one or more MIT units — can be controlled by a thermostat or a building automation system.

Improved occupant air quality

The FlexSys System also improves occupant air quality. Conditioned air is delivered where it is needed most — directly into the breathing zone — not blown down from overhead.

"Convection-enhanced ventilation"

Clean, conditioned air is delivered to the occupant first. As the air slowly warms, natural convection carries it to the ceiling where it is discharged. "Convection-enhanced ventilation" provides occupants with cleaner air, because it doesn't pass through the pollutants that congregate at the ceiling.



The thermostat signals the MIT unit when more or less air is needed. Then a sliding damper adjusts the air volume until the thermostat – and the occupant – are satisfied.

VENTILATOR SIZING TABLE

HOW TO USE SIZING TABLE

1. Determine the maximum allowable S.P. loss by reviewing the type of fan being used for intake, discharge or which is building up positive pressure to be relieved.
2. Select the Ventilator Throat area from the chart depending on either exhaust or intake.

EXAMPLE:

Choose an Airette Gravity for EXHAUST to relieve 10,000 CFM with a maximum net increase in the system resistance of 0.10"S.P. Backdraft damper is required.

1. Sizing Table indicates a ventilator throat area of 11.7 sq. ft.
2. As a rule of thumb , throat area should be increased by 10% to account for backdraft damper loss (SEE NOTES BELOW) 11.7 x 1.1 = 12.9 sq. ft. ventilator is required.

DUTY	EXHAUST UNIT				INTAKE UNIT	
THROAT VELOCITY	609 FPM	861 FPM	963 FPM	1362 FPM	995 FPM	1407 FPM
REQUIRED CFM	0.05" S.P. LOSS	0.10" S.P. LOSS	0.125" S.P. LOSS	0.25" S.P. LOSS	0.10" S.P. LOSS	0.20" S.P. LOSS
1000	1.8	1.4	1.2		1.2	
1250	2.3	1.7	1.5		1.5	
1500	2.5	1.9	1.8	1.3	1.6	1.2
1750	2.9	2.2	2.0	1.5	1.9	1.3
2000	3.4	2.4	2.2	1.6	2.1	1.5
2500	4.2	3.0	2.6	1.9	2.6	1.9
3000	5.0	3.6	3.1	2.3	3.1	2.2
3500	5.8	4.2	3.6	2.7	3.6	2.6
4000	6.7	4.7	4.2	3.0	4.1	2.9
4500	7.5	5.3	4.7	3.4	4.6	3.3
5000	8.3	5.9	5.2	3.8	5.1	3.7
6000	9.9	7.1	6.2	4.5	6.1	4.4
7000	11.7	8.3	7.5	5.3	7.3	5.3
8000	13.3	9.4	8.5	6.0	8.3	5.8
9000	15.0	10.5	9.5	6.7	9.3	6.5
10000	16.7	11.7	10.6	7.4	10.3	7.2
12500	20.8	14.8	13.3	9.3	12.9	9.2
15000	24.9	17.7	15.9	11.1	15.4	10.8
17500	29.0	20.7	18.5	12.9	17.9	12.5
20000	33.1	23.5	21.1	14.8	20.4	14.3
22500	37.2	26.4	23.7	16.6	22.9	16.1
25000	41.3	29.4	26.2	18.4	25.4	17.9
30000	49.5	35.1	31.4	22.1	30.4	21.4
35000	57.8	41.0	36.7	26.1	35.6	25.4
40000	66.0	46.8	41.9	29.8	40.6	28.7
45000	74.3	52.6	47.1	33.4	45.6	32.3
50000	82.5	58.4	52.3	32.1	50.6	35.8
55000	90.8	64.3	57.5	40.9	55.7	39.5
60000	C.F.	70.0	62.7	44.5	60.7	42.9
65000	C.F.	75.9	67.9	48.2	65.7	46.5
70000	C.F.	81.7	73.1	51.9	70.7	50.0
75000	C.F.	87.5	78.2	55.5	75.8	53.6

SQUARE FOOT AREA

NOTES

VENTILATOR THROAT AREA ADJUSTMENTS:
For insect or snow screen.....add 15%

For gravity flow, design of 0.05" S.P. is suggested

All tabulated losses *include* the entire Airette ventilator and expanded metal bird guard. Above corrections are for (18 x 14) or 16 mesh insect or snow screen.

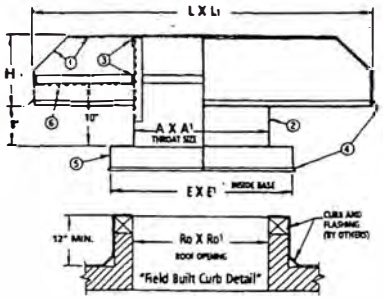
Air intake information shown under 0.20" S.P. loss indicates MAXIMUM allowable intake velocities across the horizontal intake plane.

C.F...Consult Factory. Use next *larger* size if exact size cannot be found on size selection tables, pages 4 and 5.

SIZE SELECTION TABLE

ROOF OPENING (RO x RO1)			INSIDE BASE	EXHAUST			INTAKE		
AREA RANGE (SQ. FT.)	EXACT AREA (SQ. FT.)	A x A1 SIZE (INCHES)	E x E (INCHES)	NO. SECT	L x L1 (INCHES)	H (INCHES)	NO. SECT	L x L1 (INCHES)	H (INCHES)
1 TO 2	1.00	12 X 12	18 X 18	1	20 X 20	7	1	23 X 23	8
	1.50	12 X 18	18 X 24	1	20 X 29	7	1	23 X 34	8
	2.00	12 X 24	18 X 30	1	20 X 38	7	1	23 X 46	9
2 to 4	2.25	18 X 18	24 X 24	1	28 X 29	8	1	34 X 33	8
	2.50	12 X 30	18 X 36	1	20 X 48	7	1	23 X 57	9
	3.00	18 X 24	24 X 30	1	28 X 39	8	1	34 X 44	8
	3.00	12 X 36	18 X 42	1	20 X 57	8	1	23 X 69	10
	3.50	12 X 42	18 X 48	1	20 X 67	8	1	23 X 80	10
	3.75	18 X 30	24 X 36	1	28 X 48	8	1	34 X 56	9
	4.00	12 X 48	18 X 54	1	20 X 76	8	1	23 X 91	11
	4.00	24 X 24	30 X 30	1	36 X 36	11	1	43 X 44	11
4 to 6	4.50	12 X 54	18 X 60	1	20 X 86	9	1	23 X 103	11
	4.50	18 X 36	24 X 42	1	28 X 58	9	1	34 X 67	9
	5.00	12 X 60	18 X 66	1	20 X 95	9	1	23 X 114	12
	5.00	24 X 30	30 X 36	1	36 X 45	11	1	43 X 54	11
	5.25	18 X 42	24 X 48	1	28 X 68	9	1	34 X 78	10
	5.50	12 X 66	18 X 72	1	20 X 105	9	1	23 X 126	12
	6.00	12 X 72	18 X 78	1	20 X 114	10	1	23 X 137	13
	6.00	18 X 48	24 X 54	1	28 X 77	9	1	34 X 89	10
	6.00	24 X 36	30 X 42	1	36 X 54	11	1	43 X 65	12
6 to 8	6.25	30 X 30	36 X 36	1	45 X 45	13	1	54 X 54	14
	6.50	12 X 78	18 X 84	1	20 X 127	10	1	23 X 150	13
	6.75	18 X 54	24 X 60	1	28 X 87	10	1	34 X 100	11
	7.00	12 X 84	18 X 90	1	20 X 137	10	1	23 X 161	14
	7.00	24 X 42	30 X 48	1	36 X 63	12	1	43 X 76	12
	7.50	12 X 90	18 X 96	1	20 X 147	10	1	23 X 172	14
	7.50	18 X 60	24 X 66	1	28 X 96	10	1	34 X 111	11
	7.50	30 X 36	36 X 42	1	45 X 54	13	1	54 X 65	14
	8.00	12 X 96	18 X 102	1	20 X 157	11	1	23 X 184	15
	8.00	24 X 48	30 X 54	1	36 X 72	12	1	43 X 87	13
8 to 12	8.25	18 X 66	24 X 72	1	28 X 106	10	1	34 X 122	12
	8.75	30 X 42	36 X 48	1	45 X 63	13	1	54 X 76	15
	9.00	18 X 72	24 X 78	1	28 X 116	11	1	34 X 133	13
	9.00	24 X 54	30 X 60	1	36 X 81	12	1	43 X 98	14
	9.00	36 X 36	42 X 42	1	54 X 54	15	1	60 X 70	17
	9.75	18 X 78	24 X 84	1	29 X 124	10	1	34 X 146	13
	10.00	24 X 60	30 X 66	1	36 X 90	13	1	43 X 109	14
	10.00	30 X 48	36 X 54	1	45 X 72	14	1	54 X 87	16
	10.50	18 X 84	24 X 90	1	29 X 133	10	1	34 X 158	14
	10.50	36 X 42	42 X 48	1	54 X 63	15	1	60 X 82	17
	11.00	24 X 66	30 X 72	1	36 X 99	13	1	36 X 99	13
	11.25	18 X 90	24 X 96	1	29 X 143	11	1	34 X 169	14
	11.25	30 X 54	36 X 60	1	45 X 81	14	1	54 X 98	16
	12.00	18 X 96	24 X 102	1	29 X 152	11	1	34 X 180	15
	12.00	24 X 72	30 X 78	1	36 X 108	14	1	43 X 131	16
	12.00	36 X 48	42 X 54	1	54 X 72	16	1	60 X 94	18
12 to 16	12.25	42 X 42	48 X 48	1	60 X 66	15	1	76 X 75	19
	12.50	30 X 60	36 X 66	1	45 X 90	15	1	54 X 108	17
	13.00	24 X 78	30 X 84	1	36 X 117	14	1	43 X 141	16
	13.50	36 X 54	42 X 60	1	54 X 81	16	1	60 X 105	19
	13.75	30 X 66	36 X 72	1	45 X 99	15	1	54 X 108	17
	14.00	24 X 84	30 X 90	1	36 X 126	14	1	43 X 152	17
	14.00	42 X 48	48 X 54	1	60 X 76	15	1	76 X 97	21
	15.00	24 X 90	30 X 96	1	36 X 105	15	1	43 X 163	17
	15.00	30 X 72	36 X 78	1	45 X 108	16	1	54 X 130	19
	15.00	36 X 60	42 X 66	1	54 X 90	17	1	60 X 117	20
	15.75	42 X 54	48 X 60	1	60 X 85	16	1	76 X 97	21
	16.00	24 X 96	30 X 102	1	36 X 144	15	1	43 X 174	18
	16.00	48 X 48	54 X 54	1	72 X 72	17	1	76 X 75	19

MOUNTING ARRANGEMENT



LEGEND

1. Weather hood
2. Air shaft
3. Structural Angle & Hood Supports (48 X 48 and larger)
4. Baffle Edges
5. All Welded Curb Cap

SEE CURB HEIGHT NOTE, PAGE 8
DIMENSIONS ON PAGE 6

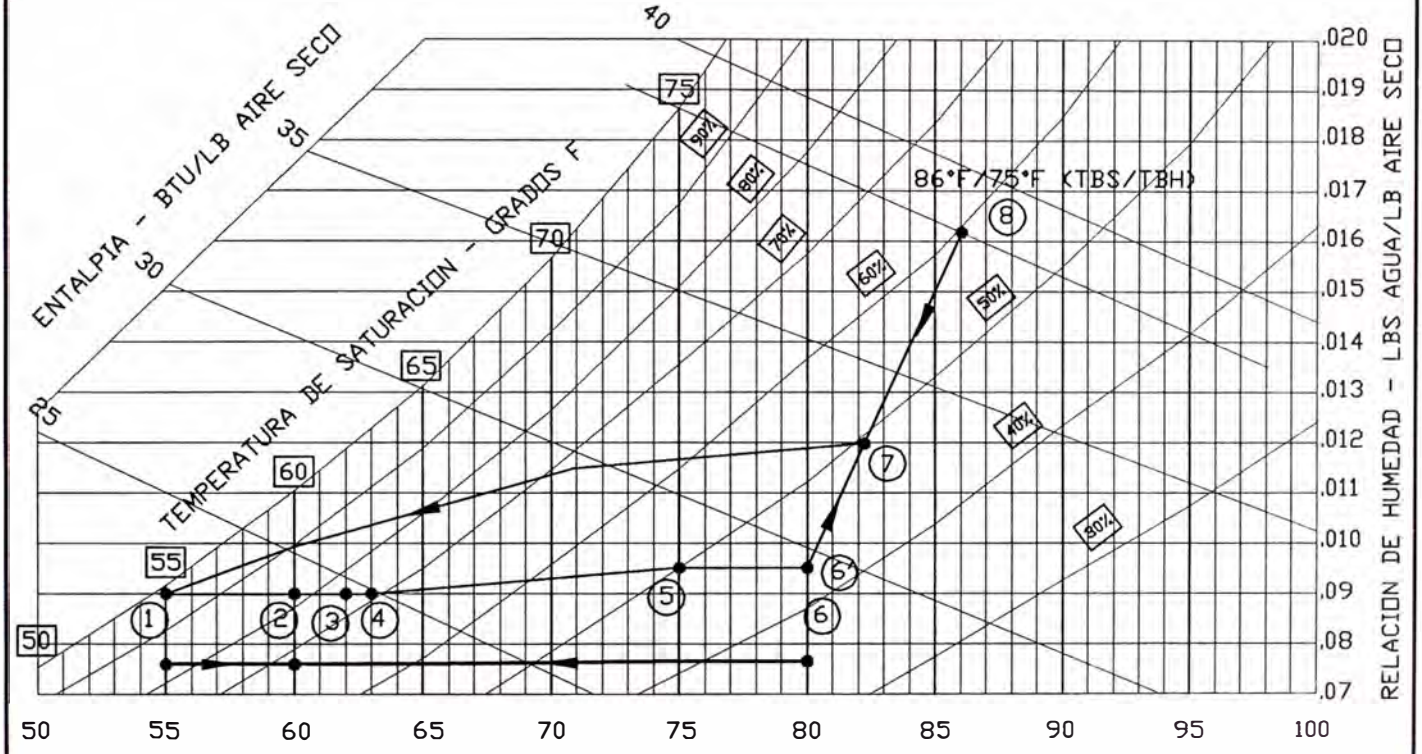
SIZE SELECTION TABLE

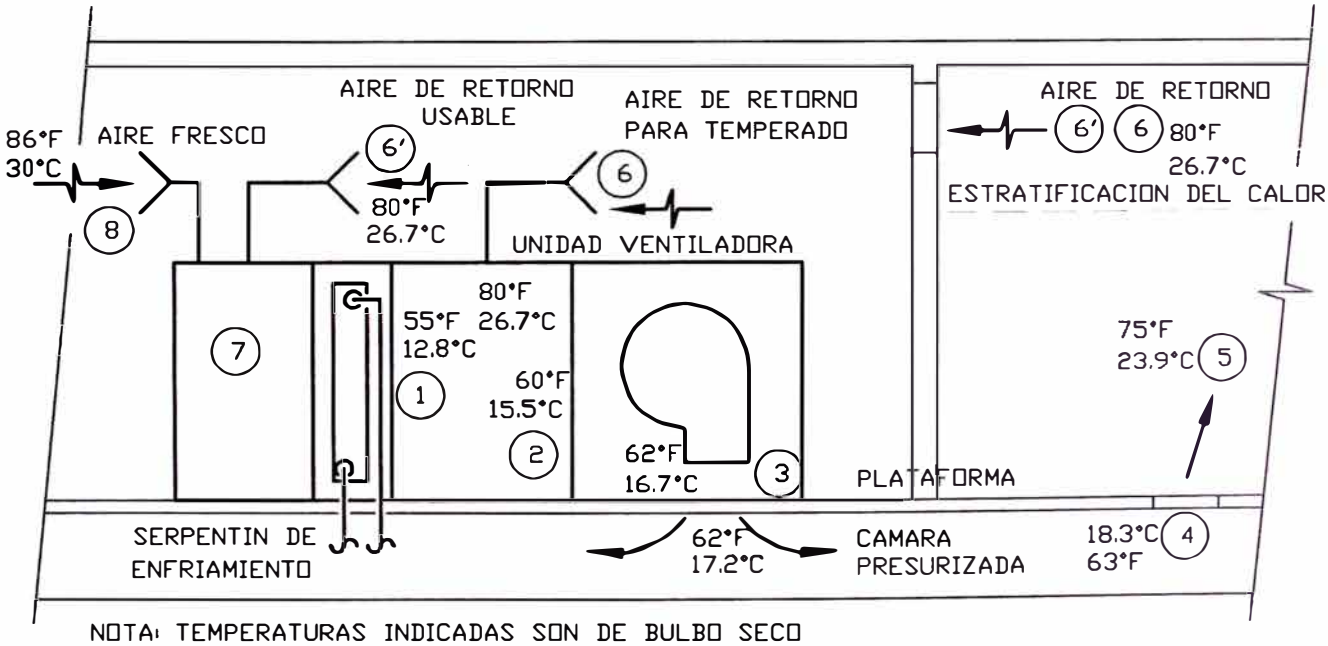
SINGLE AND MULTI-SECTION LARGER UNITS

ROOF OPENING (RO x RO1)			INSIDE BASE	EXHAUST			INTAKE		
AREA RANGE (SQ. FT.)	EXACT AREA (SQ. FT.)	A x A1 SIZE (INCHES)	E x E (INCHES)	NO. SECT	L x L1 (INCHES)	H (INCHES)	NO. SECT	L x L1 (INCHES)	H (INCHES)
	17.50	30 X 84	36 X 90	1	45 X 126	16	1	54 X 152	20
	17.50	42 X 60	48 X 66	1	60 X 95	16	1	76 X 108	22
16 to 20	18.00	36 X 72	42 X 78	1	54 X 108	18	1	60 X 140	22
	18.00	48 X 54	54 X 60	1	72 X 81	17	1	87 X 97	23
	18.75	30 X 90	36 X 96	1	45 X 135	17	1	54 X 163	21
	19.25	42 X 66	48 X 72	1	60 X 104	17	1	76 X 108	22
	19.50	36 X 78	42 X 84	1	54 X 117	18	1	60 X 153	22
	20.00	30 X 96	36 X 102	1	45 X 144	17	1	54 X 174	21
	20.00	48 X 60	54 X 66	1	72 X 90	18	1	87 X 108	24
	20.25	54 X 54	60 X 60	1	81 X 81	21	1	93 X 102	27
	21.00	36 X 84	42 X 90	1	54 X 126	19	1	60 X 164	23
	21.00	42 X 72	48 X 78	1	60 X 113	18	1	76 X 129	24
	22.00	48 X 66	54 X 72	1	72 X 99	19	1	87 X 118	25
	22.50	36 X 90	42 X 96	1	54 X 135	19	1	60 X 176	24
20 to 25	22.50	54 X 60	60 X 66	1	81 X 90	21	1	93 X 113	27
	22.75	42 X 78	48 X 84	1	60 X 123	18	1	76 X 141	25
	24.00	36 X 96	42 X 102	1	54 X 144	20	1	60 X 188	25
	24.00	48 X 72	54 X 78	1	72 X 108	20	1	87 X 129	27
	24.50	42 X 84	48 X 90	1	60 X 133	19	1	76 X 152	26
	24.75	54 X 66	60 X 72	1	81 X 99	21	1	93 X 125	27
	25.00	60 X 60	66 X 66	1	90 X 99	21	1	93 X 126	27
	26.00	48 X 78	54 X 84	1	72 X 117	20	1	87 X 141	28
	26.25	42 X 90	48 X 96	1	60 X 142	19	1	76 X 163	27
	27.00	54 X 72	60 X 78	1	81 X 108	21	1	93 X 136	27
25 to 30	27.50	60 X 66	66 X 72	1	93 X 106	21	1	93 X 138	27
	28.00	42 X 96	48 X 102	1	60 X 152	20	1	76 X 174	28
	28.00	48 X 84	54 X 90	1	72 X 126	21	1	87 X 152	29
	29.25	54 X 78	60 X 84	1	81 X 117	21	1	93 X 148	27
	30.00	48 X 90	54 X 96	1	72 X 135	22	1	87 X 163	30
	30.00	60 X 72	66 X 78	1	90 X 108	21	1	93 X 152	27
	30.25	66 X 66	72 X 72	1	93 X 106	21	1	93 X 152	27
	31.50	54 X 84	60 X 90	1	81 X 126	21	1	93 X 159	27
	32.00	48 X 96	54 X 102	1	72 X 144	23	1	87 X 174	32
	32.50	60 X 78	66 X 84	1	90 X 117	21	1	93 X 164	27
	33.00	66 X 72	72 X 78	1	93 X 115	21	1	120 X 129	27
	33.75	54 X 90	60 X 96	1	81 X 135	21	1	93 X 170	27
30 to 40	35.00	60 X 84	66 X 90	1	90 X 126	21	1	91 X 178	24
	35.75	66 X 78	72 X 84	1	93 X 125	21	1	94 X 164	24
	36.00	54 X 96	60 X 102	1	81 X 144	21	1	91 X 182	23
	36.00	72 X 72	78 X 78	1	93 X 126	21	2	120 X 140	27
	37.50	60 X 90	66 X 96	1	90 X 135	21	2	120 X 144	24
	37.50	60 X 96	66 X 102	1	90 X 144	21	2	120 X 154	25
	38.50	66 X 84	72 X 90	1	93 X 135	21	1	94 X 178	24
	39.00	72 X 78	78 X 84	1	93 X 136	21	2	120 X 150	25
	41.25	66 X 90	72 X 96	1	93 X 144	21	2	120 X 144	24
	42.00	72 X 84	78 X 90	1	93 X 147	21	2	120 X 160	26
	44.00	66 X 96	72 X 102	1	93 X 154	21	2	141 X 143	26
40 to 50	45.00	72 X 90	78 X 96	1	93 X 157	21	2	120 X 184	27
	48.00	72 X 96	78 X 102	1	93 X 168	21	2	120 X 184	27
	42.25	78 X 78	84 X 84	1	93 X 148	21	2	125 X 156	26
	45.50	78 X 84	84 X 90	1	93 X 159	21	2	133 X 158	27
	48.75	78 X 90	84 X 96	1	93 X 170	21	2	141 X 160	28
	49.00	84 X 84	90 X 90	1	93 X 171	24	2	134 X 168	27
	52.00	78 X 96	84 X 102	1	93 X 182	21	2	147 X 162	28
50 to 60	52.50	84 X 90	90 X 96	1	93 X 183	24	2	142 X 170	29
	56.00	84 X 96	90 X 102	2	120 X 144	29	2	150 X 171	29
	56.25	90 X 90	96 X 96	2	120 X 145	29	2	143 X 180	29
	60.00	90 X 96	96 X 102	2	120 X 165	30	2	151 X 182	30
over 60	64.00	96 X 96	102 X 102	2	120 X 165	30	2	172 X 172	33

Above sizes are representative. Larger units and customized sizes are available.

PLANOS





NOTA: TEMPERATURAS INDICADAS SON DE BULBO SECO

(1) SALIDA DEL SERPENTIN (55F)

(2) MEZCLA DEL AIRE RETORNO / AIRE SERPENTIN 80°F/ 55°F RESULTADO = 60°F

(3) TEMPERATURA DE SALIDA DEL VENTILADOR CON GANANCIA DE LA INEFICIENCIA DEL MOTOR

(4) SALIDA DE AIRE DEL DIFUSOR MAS ALEJADO

(5) CONDICIONES DEL ESPACIO ACONDICIONADO

(6) AIRE DE RETORNO PARA TEMPERADO

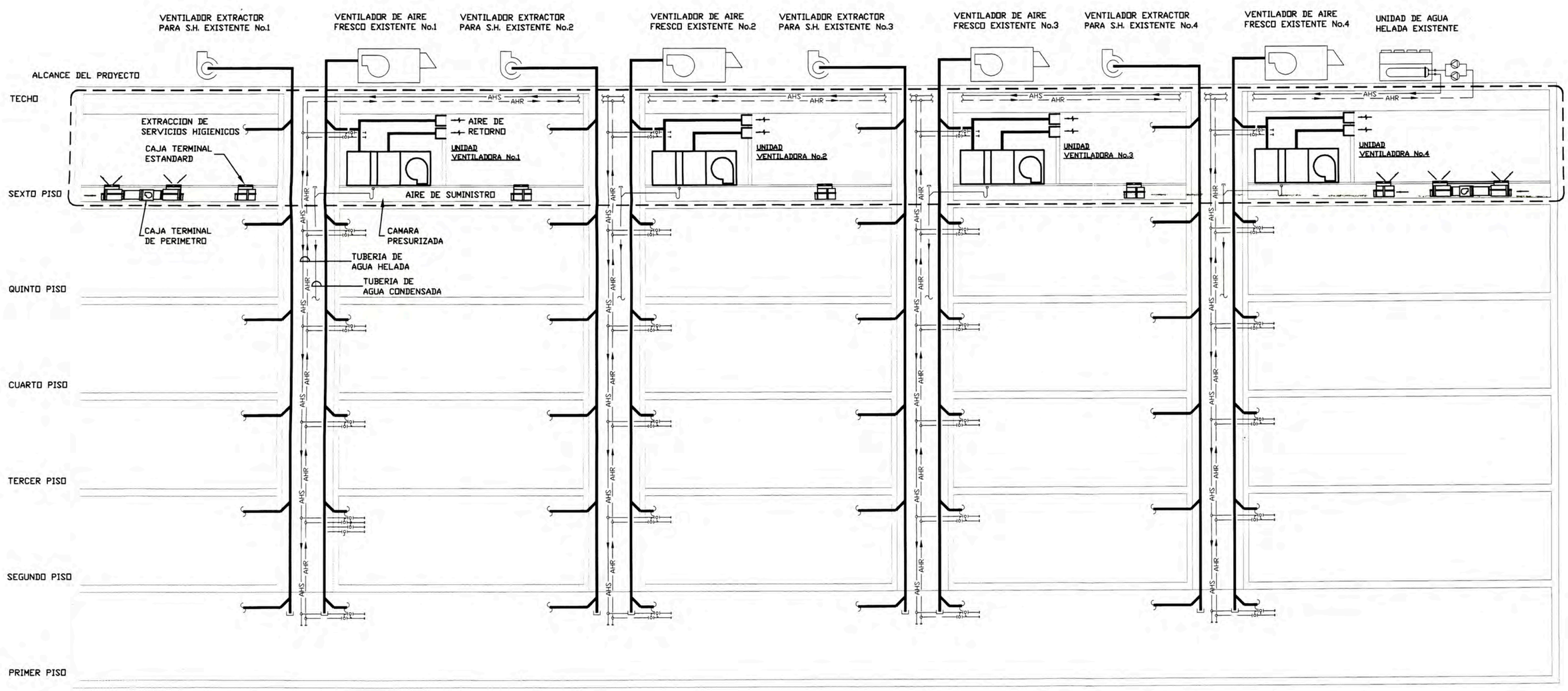
(6') AIRE DE RETORNO USABLE

(7) MEZCLA DEL AIRE DE RETORNO Y AIRE FRESCO

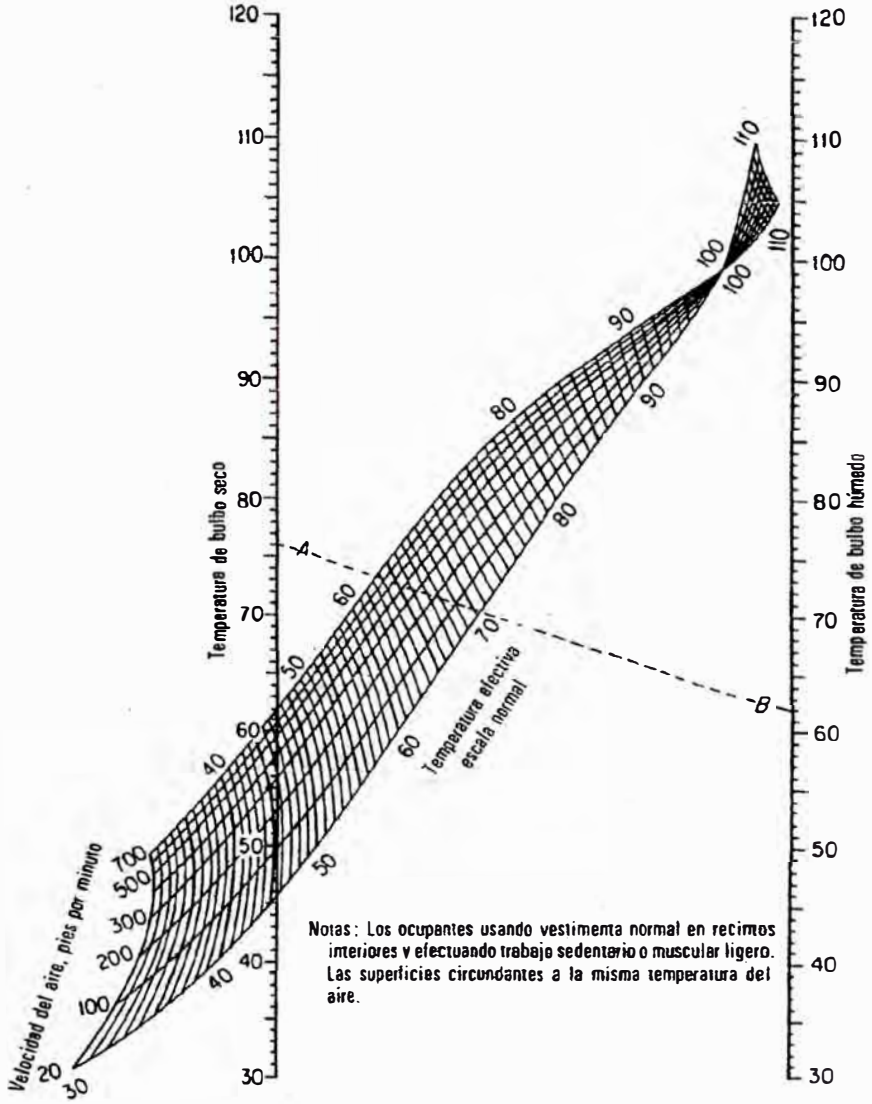
(8) AIRE FRESCO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROGRAMA: MECANICA ELECTRICA	INFORME TECNICO: SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO		CAPITULO IV DIBUJO No M-1
BACHILLER: ALCALA ESPINOZA FRANCISCO MARIO CODIGO: 710447A	DESCRIPCION: CONDICIONES DE UNIDAD VENTILADORA EN CARTA PSICROMETRICA CONCEPTO GENERAL	ESCALA: S/E FECHA: 1 DIC. 2002	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROGRAMA: MECANICA ELECTRICA		INFORME TECNICO: SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO		CAPITULO IV DIBUJO No M-2
BACHILLER:	ALCALA ESPINOZA FRANCISCO MARIO	DESCRIPCION: CARTA PSICROMETRICA ESTANDARD	ESCALA: S/E	
CODIGO:	710447A		FECHA: 1 DIC. 2002	

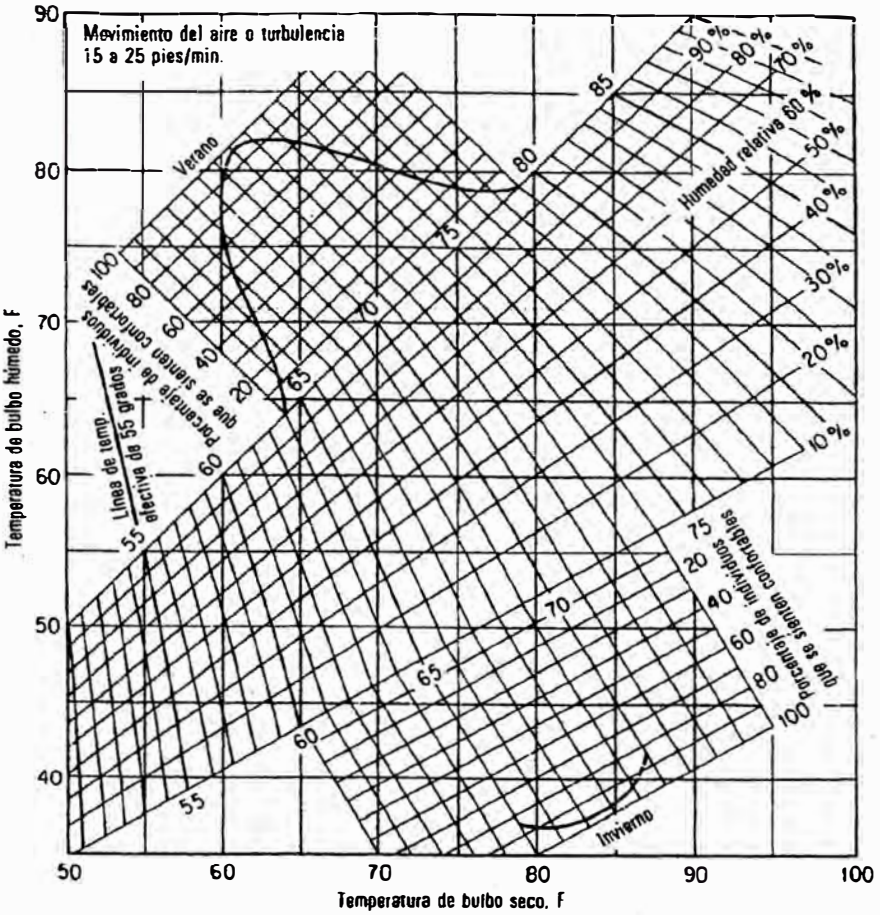


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROGRAMA: MECANICA ELECTRICA		INFORME TECNICO: SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO		CAPITULO IV DIBUJO No M-3
BACHILLER:	ALCALA ESPINOZA FRANCISCO MARIO	DESCRIPCION: EDIFICIO ABC – ESQUEMA DEL SISTEMA GENERAL DE AIRE ACONDICIONADO	ESCALA: S/E	
CODIGO:	710447A		FECHA: 1 DIC. 2002	



Variación de la temperatura efectiva con la velocidad del aire.
ASHRAE Handbook of Fundamentals, 1967,

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROGRAMA: MECANICA ELECTRICA	INFORME TECNICO: SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO		CAPITULO IV DIBUJO No M–4
BACHILLER: ALCALA ESPINOZA FRANCISCO MARIO	DESCRIPCION: CARTA DE TEMPERATURA EFECTIVA DE CONFORT	ESCALA: S/E	
CODIGO: 710447A		FECHA: 1 DIC. 2002	



Carta de confort de la ASHRAE.
***Handbook of Fundamentals*, 1967.**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROGRAMA: MECANICA ELECTRICA		INFORME TECNICO: SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO		CAPITULO IV DIBUJO No M–5
BACHILLER:	ALCALA ESPINOZA FRANCISCO MARIO	DESCRIPCION: CARTA DE CONFORT	ESCALA: S/E	
CODIGO:	710447A		FECHA: 1 DIC. 2002	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
PROGRAMA: MECANICA ELECTRICA

BACHILLER: ALCALA ESPINOZA FRANCISCO MARIO

CODIGO: 710447A

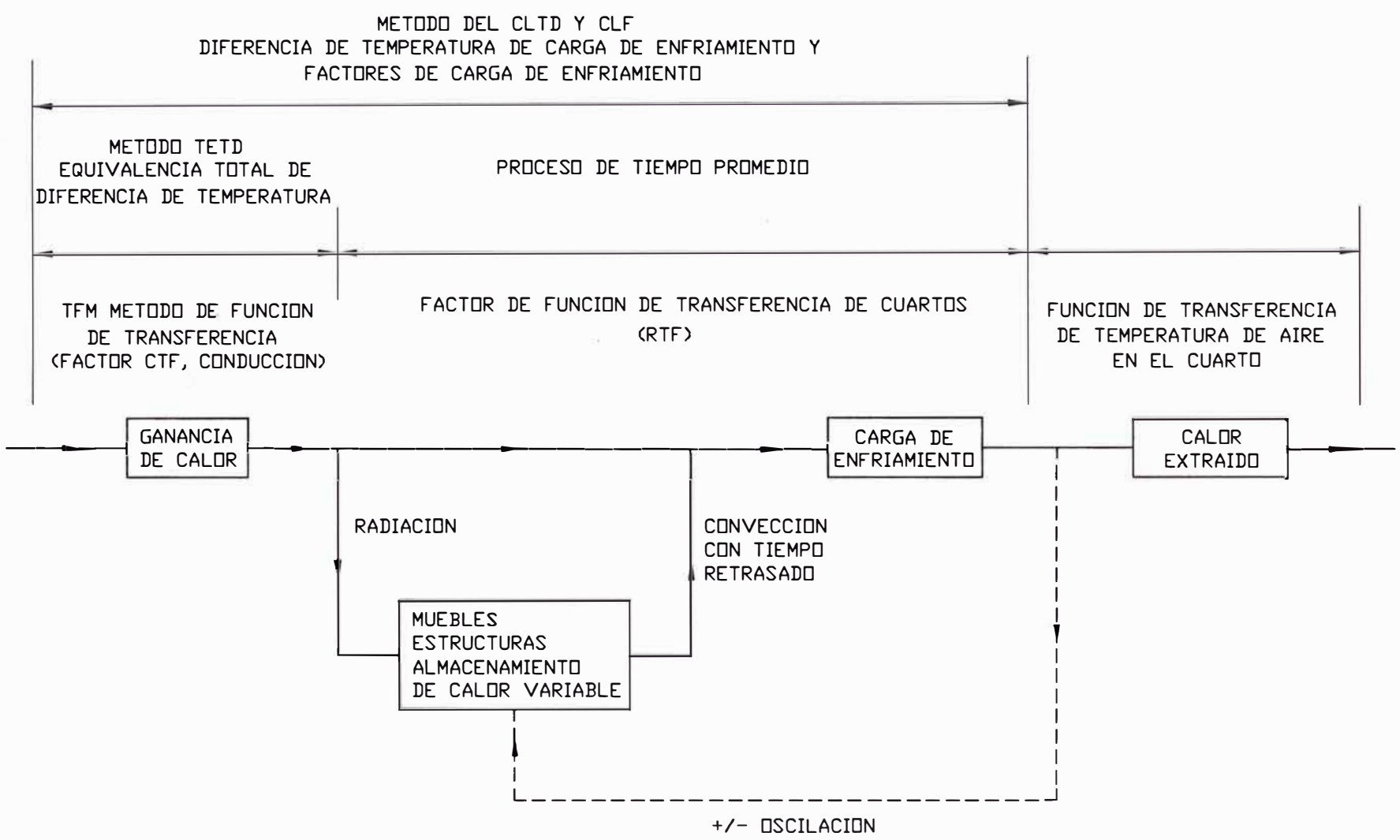
INFORME TECNICO: SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO
CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO

DESCRIPCION: ESQUEMA DE METODOS DE CALCULOS DE CARGA TERMICA DE ENFRIAMIENTO

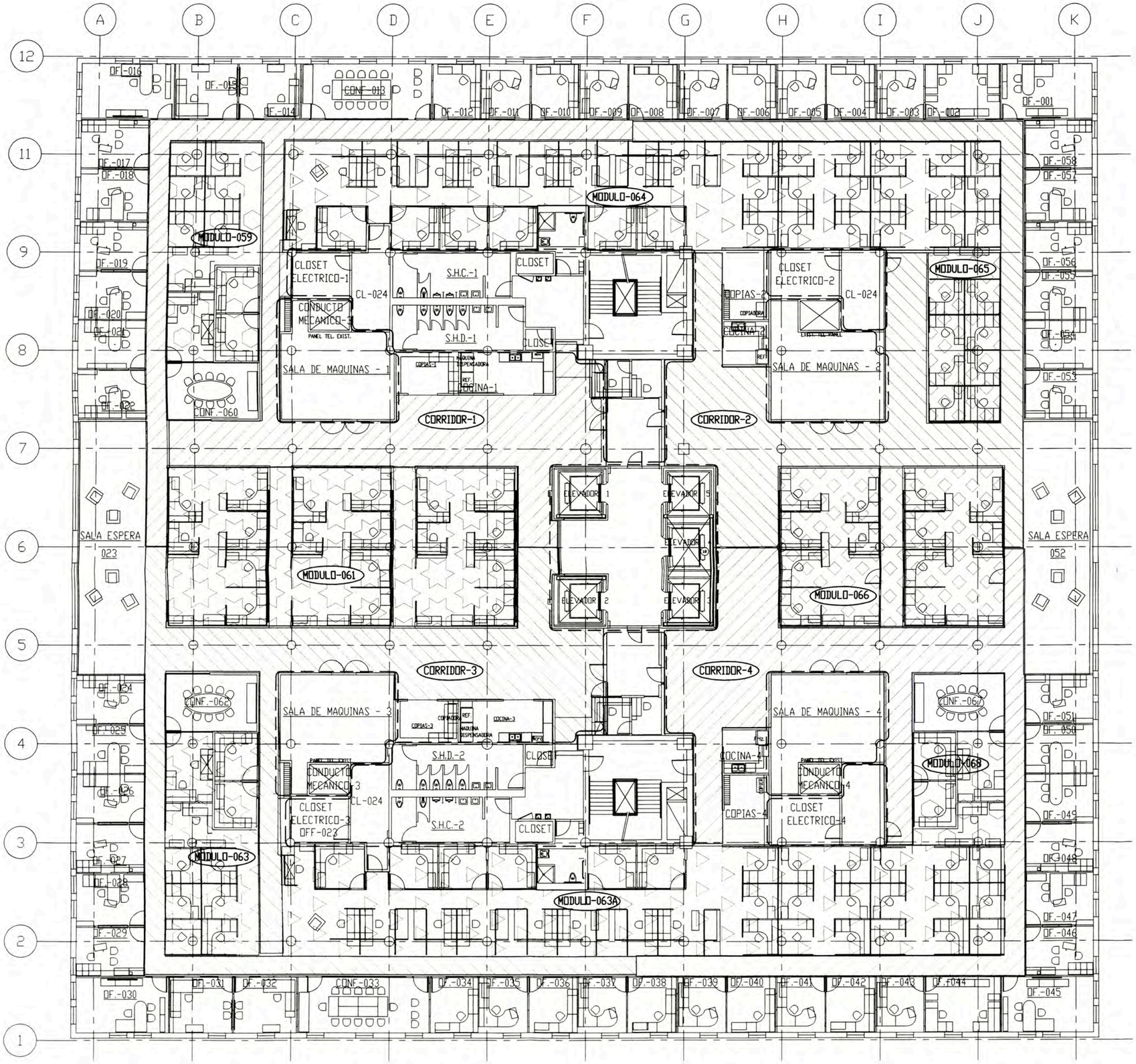
ESCALA: S/E

FECHA: 1 DIC. 2002

CAPITULO IV
DIBUJO No
M-6

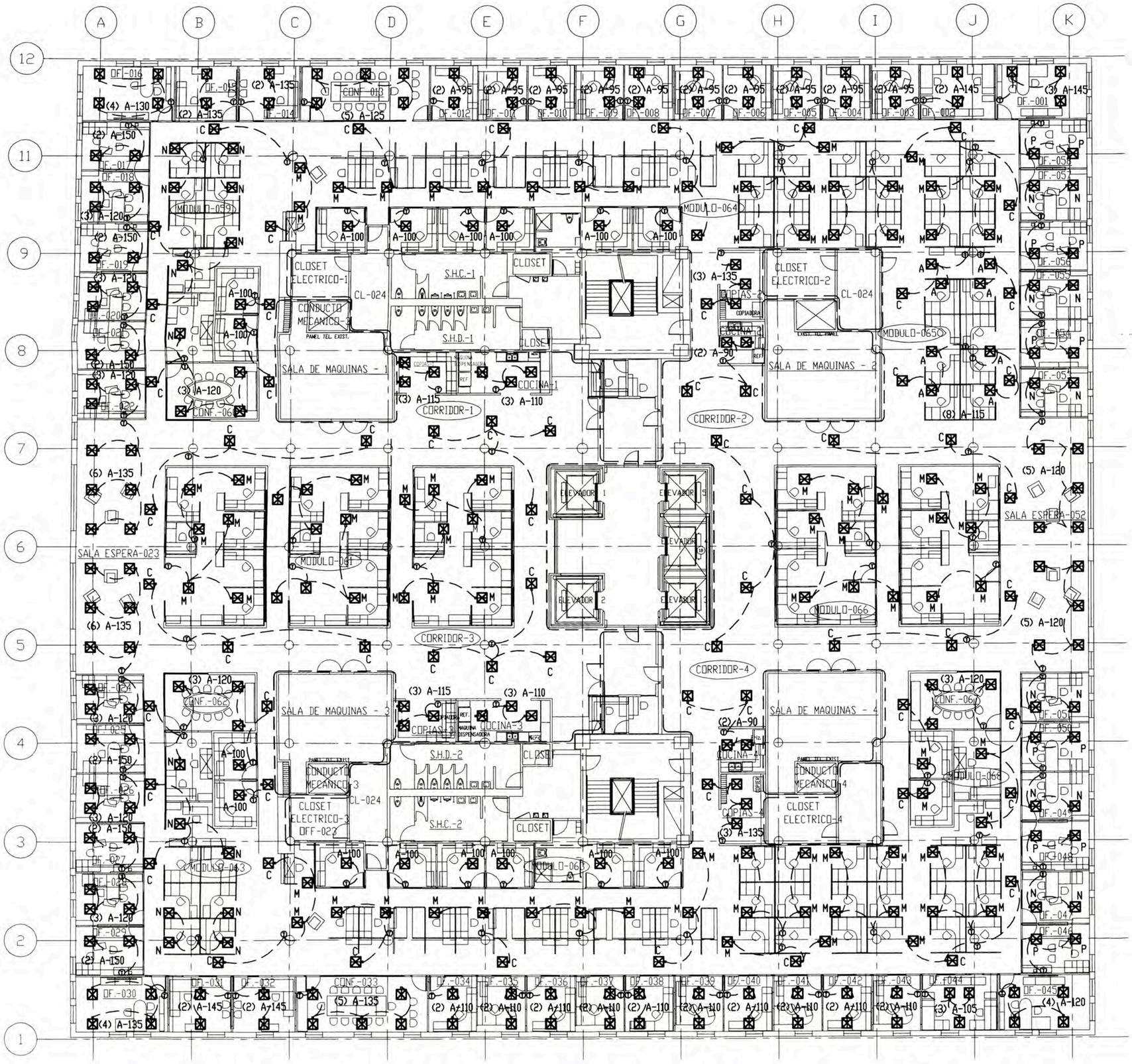


COMPARACION DE GANANCIA DE CALOR INSTANTANEO
Y CARGA DE ENFRIAMIENTO INSTANTANEO



ZONA	AMBIENTE	No. DIFUSORES	CFM DIFUSOR	TOTAL CFM
01	OFICINA 1	3	145	435
02	OFICINA 2	2	145	290
03	OF. TIPICA 3-12	10 x 2	95	1,900
04	SALA CONFERENC. 13	5	125	625
05	OFICINA 14-15	4	135	540
06	OFICINA 16	4	130	520
07	OF. 17, 19, 21, 25, 27, 29	6 x 2	150	1,800
08	OF. 18, 20, 22, 24, 26, 28	6 x 3	120	2,160
09	SALA DE ESPERA 23	12	135	1,620
10	OFICINA 30	4	135	540
11	OF. 31, 32	4	145	580
12	SALA DE CONFERENC. 33	5	135	675
13	OF. TIPICA 34 - 43	10 x 2	110	2,200
14	OFICINA 44	3	105	315
15	OFICINA 45	4	120	480
16	OF. 46, 48, 50, 54, 56, 58	6 x 2	135	1,620
17	OF. 47, 49, 51, 53, 55, 57	6 x 2	140	1,680
18	SALA DE VISITAS 52	10	120	1,200
19	MODULO 59	8	145	1,160
	MODULO 61	22	145	3,190
	MODULO 64	30	145	4,350
	MODULO 65	8	115	920
	MODULO 66	14	145	2,030
	MODULO 63	8	145	1,160
	MODULO 63A	30	145	4,350
	MODULO 68	4	145	580
20	(4) CORREDORES	4 x 16	140	8,960
21	(3) CONFERENC.	3 x 3	120	1,080
22	(2) SALA COPIAS I	2 x 3	115	690
23	(2) SALA COCINA I	2 x 3	110	660
24	(2) SALA COPIAS II	2 x 3	135	810
25	(2) SALA COCINA II	2 x 2	90	360
	TOTAL			49,480

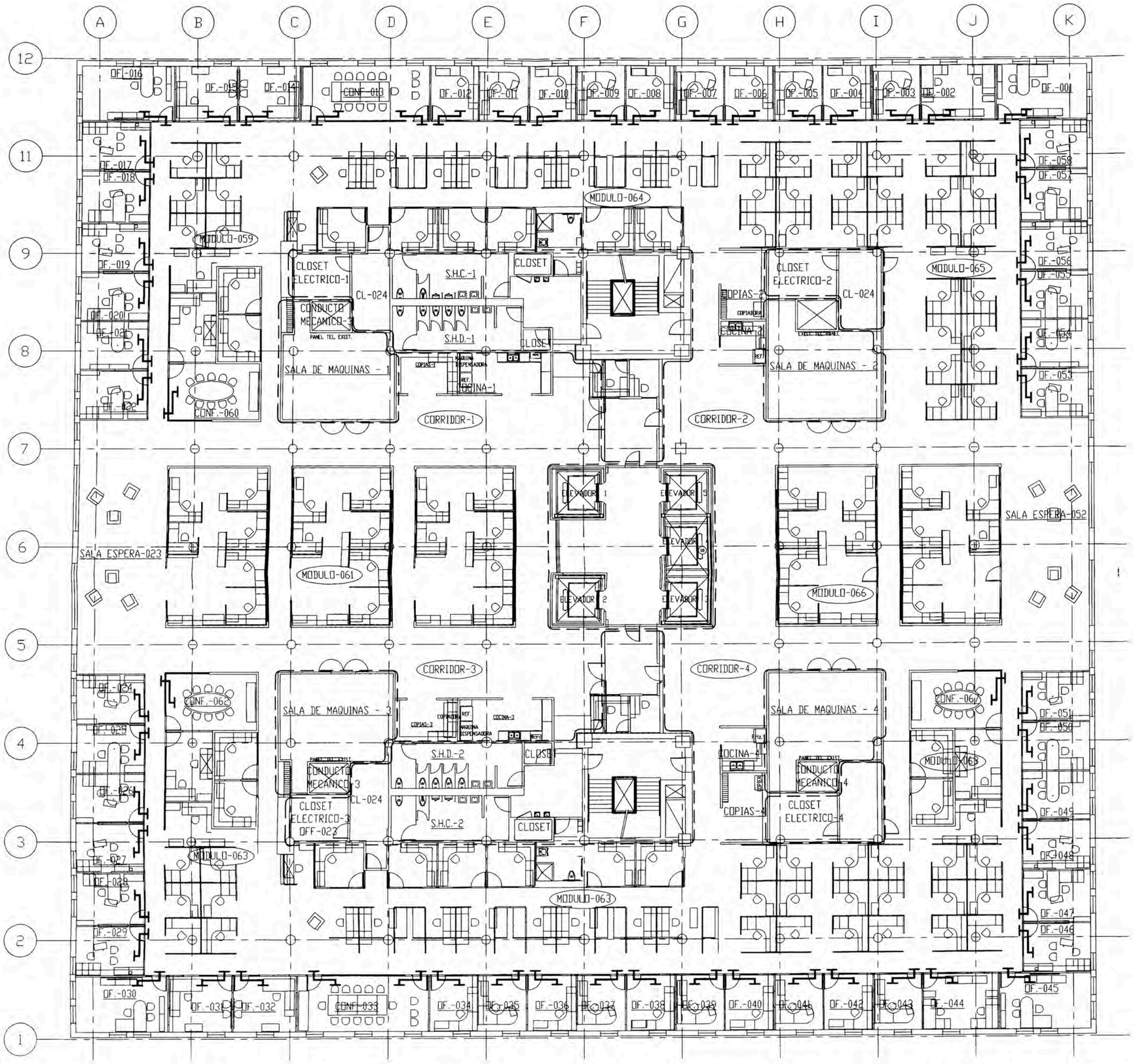
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROGRAMA: MECANICA ELECTRICA		INFORME TECNICO: SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO		CAPITULO IV DIBUJO No M-7
BACHILLER:	ALCALA ESPINOZA FRANCISCO MARIO	DESCRIPCION: EDIFICIO ABC SEXTO PISO - ZONAS DE CALCULO	ESCALA:1/16"= 1'-0"	
CODIGO:	710447A		FECHA: 1 DIC. 2002	



LEYENDA

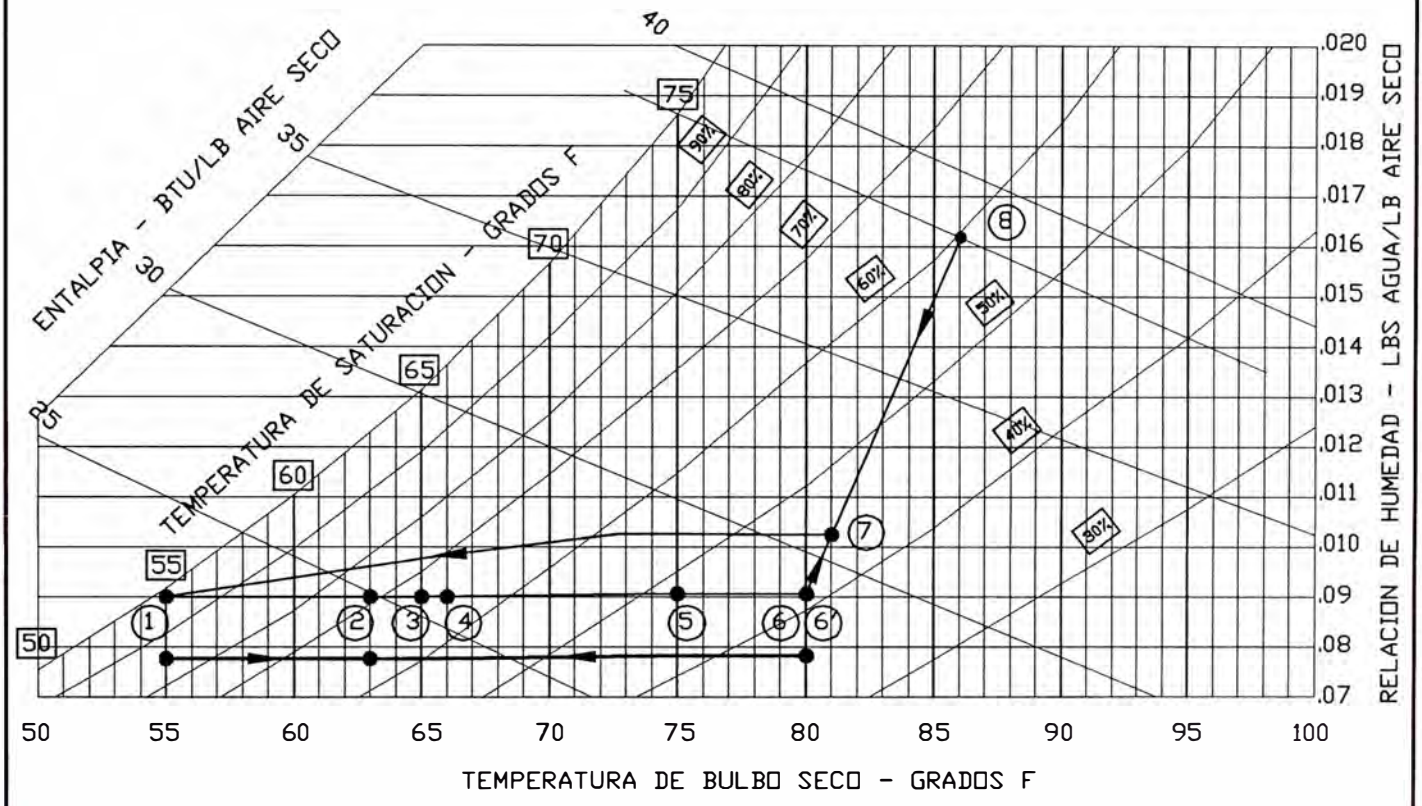
- (T) TERMOSTATO
- $\boxtimes_A$ DIFUSOR EN PISO , CFM ANOTADO
- $\boxtimes_C$ DIFUSOR EN PISO , CORREDOR 140 CFM
- $\boxtimes_M$ DIFUSOR EN PISO , OFICINA MODULAR 145 CFM
- $\boxtimes_N$ DIFUSOR EN PISO , OFICINA MODULAR 140 CFM
- $\boxtimes_P$ DIFUSOR EN PISO , OFICINA MODULAR 135 CFM

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROGRAMA: MECANICA ELECTRICA		INFORME TECNICO: SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO	CAPITULO IV DIBUJO No M-8
BACHILLER:	ALCALA ESPINOZA FRANCISCO MARIO	DESCRIPCION: EDIFICIO ABC SEXTO PISO – DISTRIBUCION DE AIRE	ESCALA:1/16"= 1'-0"
CODIGO:	710447A		FECHA: 1 DIC. 2002



ZONA	AMBIENTE	TOTAL CFM	TRANSFER SECTION PIE^2	TRANSFER SECTION A'xB'
01	OFICINA 1	435	1.1	16x10
02	OFICINA 2	290	0.73	12x10
03	OF. TIPICA 3-12	190	0.48	10x8
04	SALA CONFERENC. 13	625	1.56	(2) 12x10
05	OFICINA 14-15	270	0.68	12x10
06	OFICINA 16	520	1.3	20x10
07	OF. 17, 19, 21, 25, 27, 29	300	0.75	12x10
08	OF. 18, 20, 22, 24, 26, 28	360	0.9	14x10
09	SALA DE ESPERA 23	1,620	-	-
10	OFICINA 30	540	1.35	20x10
11	OF. 31, 32	290	0.73	12x10
12	SALA DE CONFERENC. 33	675	1.69	(2) 14x10
13	OF. TIPICA 34 - 43	220	0.55	10x10
14	OFICINA 44	315	0.79	12x10
15	OFICINA 45	480	1.20	18x10
16	OF. 46, 48, 50, 54, 56, 58	270	0.68	10x10
17	OF. 47, 49, 51, 53, 55, 57	280	0.70	12x10
18	SALA DE VISITAS 52	1,200	-	-
19	MODULO 59	1,160	-	-
	MODULO 61	3,190	-	-
	MODULO 64	4,350	-	-
	MODULO 65	920	-	-
	MODULO 66	2,030	-	-
	MODULO 63	1,160	-	-
	MODULO 63A	4,350	-	-
	MODULO 68	580	-	-
20	(4) CORREDORES	8,960	-	-
21	(3) CONFERENC.	360	0.90	14x10
22	(2) SALA COPIAS I	690	-	-
23	(2) SALA COCINA I	660	-	-
24	(2) SALA COPIAS II	810	-	-
25	(2) SALA COCINA II	360	-	-
	TOTAL	49,480		

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROGRAMA: MECANICA ELECTRICA		INFORME TECNICO: SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO	CAPITULO IV DIBUJO No M-9
BACHILLER: ALCALA ESPINOZA FRANCISCO MARIO	DESCRIPCION: EDIFICIO ABC SEXTO PISO - RETORNO DE AIRE	ESCALA:1/16"= 1'-0"	
CODIGO: 710447A		FECHA: 1 DIC. 2002	



MEZCLA PREVIA A LA DESCARGA		
T1	T6	T2
55°F	80°F	63°F
X	(1-X)	1
55 X + 80 (1-X) = 63		
X = 0.68 SUPPLY		

CAUDALES DE AIRE
V1 = 0.68 (11,000 CFM) = 7,480 CFM
V6 = 0.32 (11,000 CFM) = 3,520 CFM
V2 = V3 = 11,000 CFM
T3 = T2 + 2 °F (INEF. MOTOR)

VS = VR + AIRE EXTER.

VR = VS - AIRE EXTERIOR

VR = 11,000 - 1250 = 9,750 CFM

VR = V6 + V6'

V6' = 9,750 - 3,520 = 6,230 CFM

NOTA: TEMPERATURAS INDICADAS SON DE BULBO SECO

MEZCLA EN MODULO DE ENTRADA		
T8	T6'	T7
86°F	80°F	Y
1,250 CFM	6,230 CFM	7,480 CFM
Y = 81°F BS, 66°F BH		

$$\Delta T = \frac{0.363 \times \Delta P}{\eta \text{ (MOTOR, VENTILADOR)}} \qquad \Delta T = \frac{0.363 \times 4.5}{0.80}$$

ΔT = 2°F η = EFICIENCIA

ΔT = INCREMENTO TEMP. CALOR MOTOR, °F

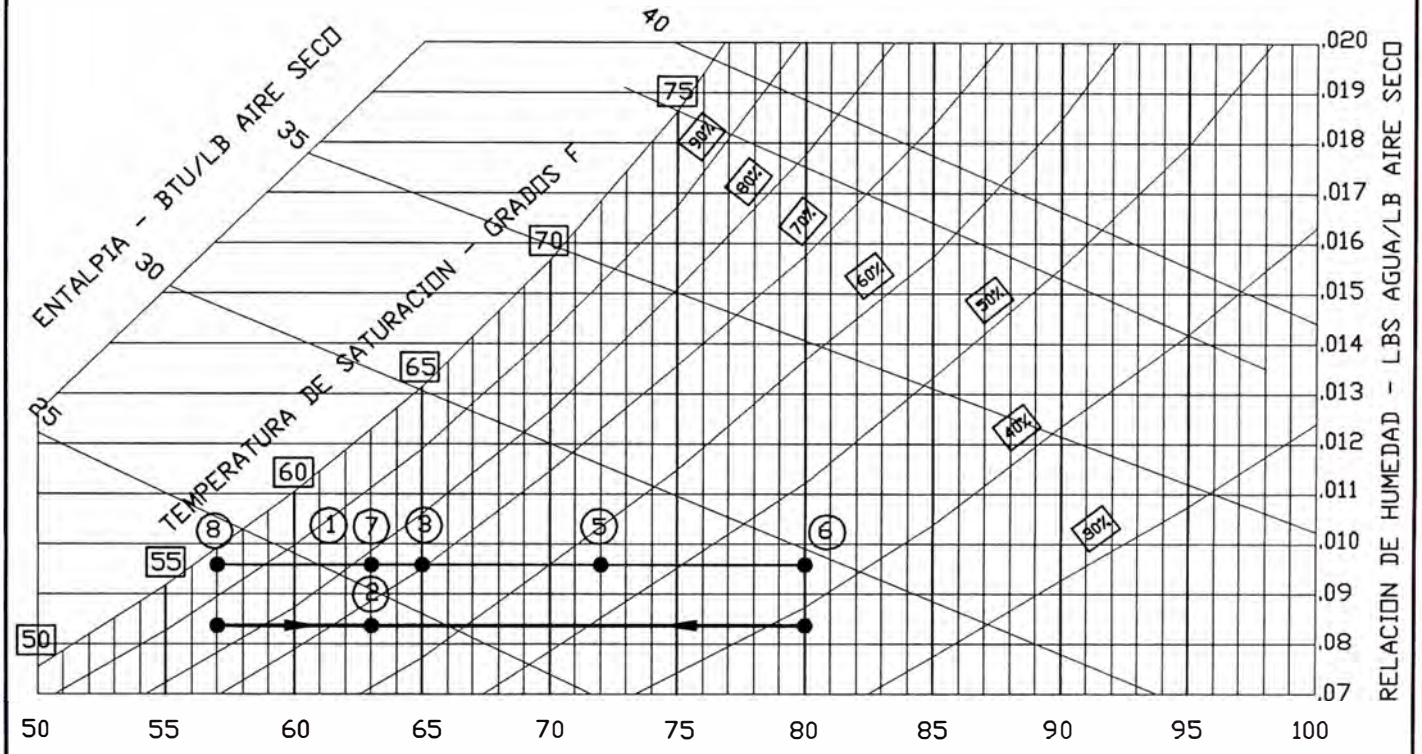
ΔP = PRESION ESTATICA DE MOTOR, PULG, COLUMNA DE AGUA

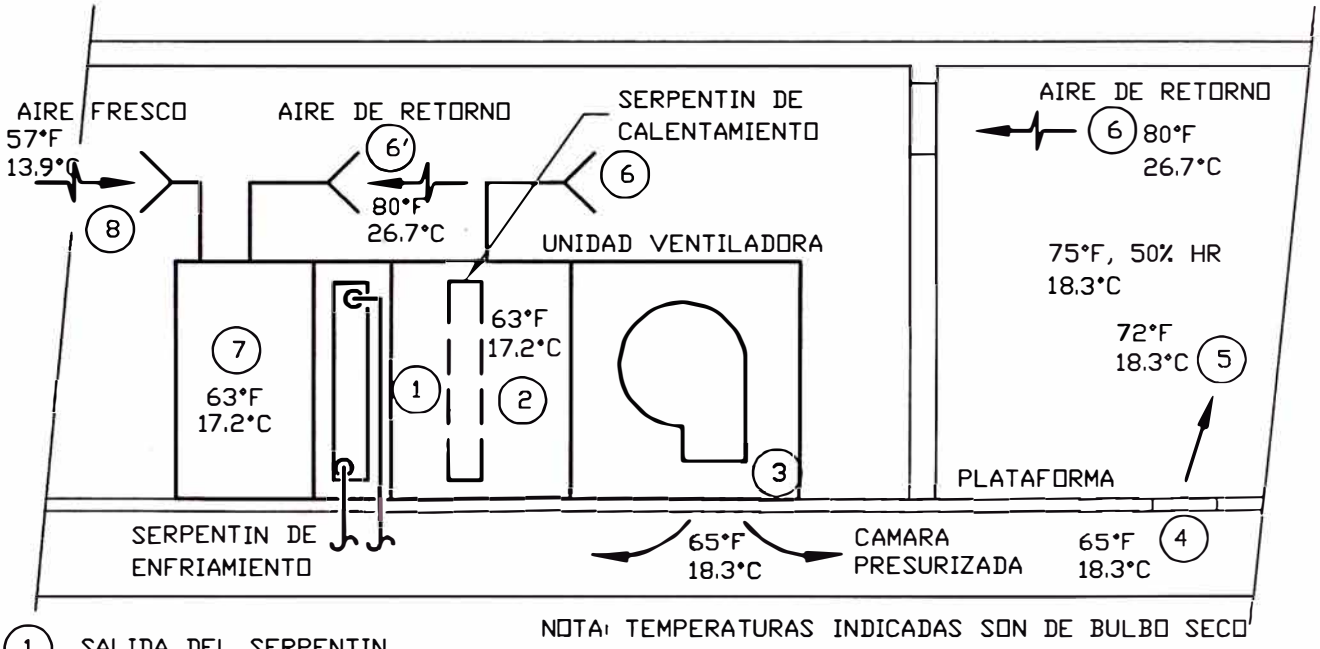
CONDICIONES DE VERANO

REFERENCIA : DIBUJO M-1

1. SALIDA DEL SERPENTIN (55F)
2. MEZCLA DEL AIRE RETORNO / AIRE SERPENTIN 80°F/ 55°F RESULTADO = 63°F
3. TEMPERATURA DE SALIDA DEL VENTILADOR MAS GANANCIA DE LA INEFICIENCIA DEL MOTOR
4. SALIDA DE AIRE DEL DIFUSOR MAS ALEJADO
5. CONDICIONES DEL ESPACIO ACONDICIONADO
6. AIRE DE RETORNO PARA TEMPERADO
6'. AIRE DE RETORNO USABLE
7. MEZCLA DEL AIRE DE RETORNO Y AIRE FRESCO
8. AIRE FRESCO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROGRAMA: MECANICA ELECTRICA		INFORME TECNICO: SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO	CAPITULO IV DIBUJO No M-10
BACHILLER:	ALCALA ESPINOZA FRANCISCO MARIO	DESCRIPCION: CALCULO PSICROMETRICO DE UNIDAD VENTILADORA (VERANO)	ESCALA: S/E
CODIGO:	710447A		FECHA: 1 DIC. 2002





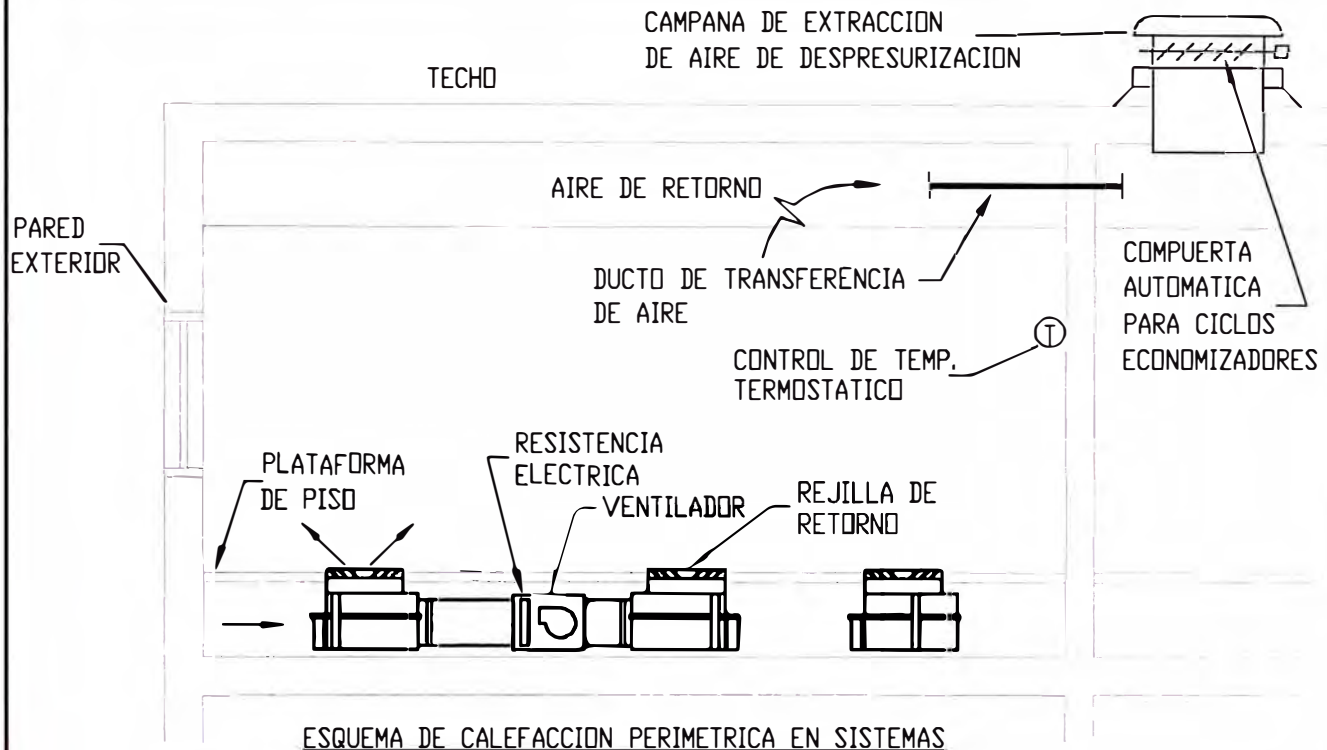
NOTA: TEMPERATURAS INDICADAS SON DE BULBO SECO

1. SALIDA DEL SERPENTIN
2. MEZCLA DEL AIRE RETORNO / AIRE SERPENTIN
   80°F/ 57°F RESULTADO = 63°F
3. TEMPERATURA DE SALIDA DEL VENTILADOR
   MAS GANANCIA DE LA INEFICIENCIA DEL MOTOR
4. SALIDA DE AIRE DEL DIFUSOR MAS ALEJADO
5. CONDICIONES DEL ESPACIO ACONDICIONADO
6. AIRE DE RETORNO (TEMPERADO)
6'. AIRE DE RETORNO (USABLE)
7. MEZCLA DEL AIRE (RETORNO Y AIRE FRESCO)
8. AIRE FRESCO

MEZCLA EN MODULO DE ENTRADA		
T8	T6'	T7
57°F	80°F	63°F
X CFM	(11,000 -X) CFM	11,000 CFM
X = 8,130 CFM, 11,000-X= 2,870 CFM		

CONDICIONES DE INVIERNO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROGRAMA: MECANICA ELECTRICA		INFORME TECNICO: SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO		CAPITULO IV DIBUJO No M-11
BACHILLER:	ALCALA ESPINOZA FRANCISCO MARIO	DESCRIPCION: CALCULO PSICROMETRICO DE UNIDAD VENTILADORA (INVIERNO)	ESCALA: S/E	
CODIGO:	710447A		FECHA: 1 DIC. 2002	



ESQUEMA DE CALEFACCION PERIMETRICA EN SISTEMAS CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO

RESISTENCIA ELECTRICAS DE CALEFACCION

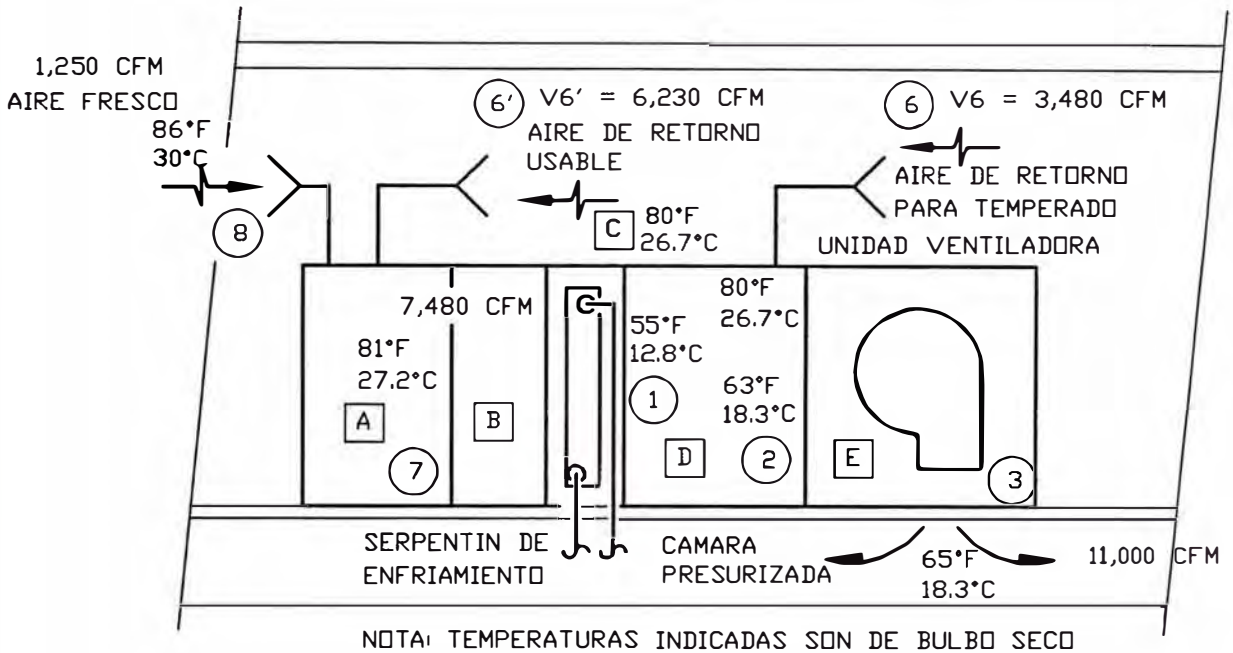
ZONA	AMBIENTE	TOTAL CFM	PERDIDA CALOR BTU/H	TEA °F	TSA °F	POTENC. ELECTRIC TOTAL KW	KW/ CUARTO
01	OFICINA 1	435	2,368	65	77	1.7	1.7
02	OFICINA 2	290	1,338	65	76.3	1.0	1.0
03	OF. TIPICA 3-12	1,900	9,292	65	76.5	6.9	0.7
04	SALA CONFERENC. 13	625	2,422	65	75.6	2.1	2.1
05	OFICINA 14-15	540	2,306	65	76	1.9	1.0
06	OFICINA 16	520	2,365	65	76.2	1.8	1.8
07	OF. 17, 19, 21, 25, 27, 29	1,800	5,949	65	75.1	5.7	1.0
08	OF. 18, 20, 22, 24, 26, 28	2,160	6,196	65	74.7	6.6	1.1
09	SALA DE ESPERA 23	1,620	5,339	65	75.1	5.2	5.2
10	OFICINA 30	540	2,365	65	76.1	1.9	1.9
11	OF. 31, 32	580	2,306	65	75.7	2.0	1.0
12	SALA DE CONFERENC. 33	675	2,422	65	75.3	2.2	2.2
13	OF. TIPICA 34 - 43	2,200	9,292	65	75.9	7.6	0.8
14	OFICINA 44	315	1,365	65	76	1.1	1.1
15	OFICINA 45	480	2,365	65	76.6	1.8	1.8
16	OF. 46, 48, 50, 54, 56, 58	1,620	5,949	65	75.4	5.3	0.9
17	OF. 47, 49, 51, 53, 55, 57	1,680	6,196	65	75.4	5.5	0.9
18	SALA DE VISITAS 52	1,200	5,339	65	76.1	4.2	4.2

TEA = TEMP. ENTRADA DE AIRE
TSA = TEMP. SALIDA DE AIRE
TR = TEMP. DE CUARTO, 72 °F

$$TSA = \frac{\text{PERD. CALOR (BTU/H)}}{\text{CFM} \times 1.08} + TR =$$

$$\text{POTENCIA ELECTRICA (KW)} = \frac{\text{CFM} \times 1.08\ (TEA - TSA)}{3{,}413}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROGRAMA: MECANICA ELECTRICA		INFORME TECNICO: SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO	CAPITULO IV DIBUJO No M-12
BACHILLER: ALCALA ESPINOZA FRANCISCO MARIO CODIGO: 710447A		DESCRIPCION: CALCULO DE SELECCION DE SERPENTINES DE CALENTAMIENTO ZONAS PERIMETRICAS	ESCALA: S/E FECHA: 1 DIC. 2002



MODULOS DE UNIDAD CENTRAL A LA DESCARGA			
	MODULO	CAUDAL CFM	BASE DE SELECCION
A	MEZCLA Y FILTRADO	7,480	C
B	DE ACCESO	7,480	C
C	SERPENTIN DE ENFRIAMIENTO	7,480	C, 500 FEET/MIN
D	SECCION DE TEMPERADO	11,000	TRANSICION C-E
E	VENTILADOR	11,000	CFM, PRESION ESTAT.

(1) SALIDA DEL SERPENTIN (55F)

(2) MEZCLA DEL AIRE RETORNO / AIRE SERPENTIN
80F/ 55F RESULTADO = 63F

(3) TEMPERATURA DE SALIDA DEL VENTILADOR
MAS GANANCIA DE LA INEFICIENCIA DEL MOTOR

(4) SALIDA DE AIRE DEL DIFUSOR MAS ALEJADO

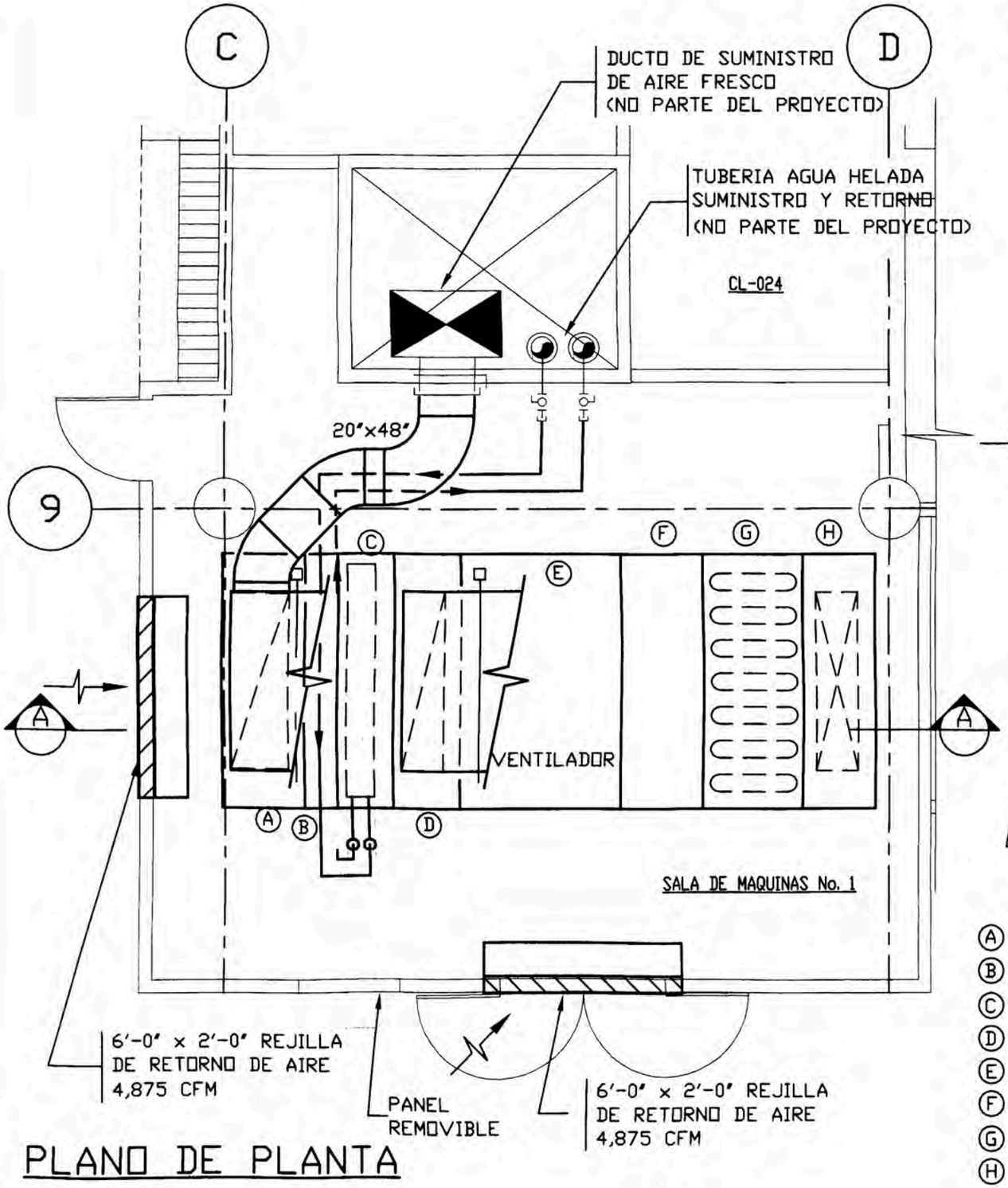
(5) CONDICIONES DEL ESPACIO ACONDICIONADO

(6) AIRE DE RETORNO

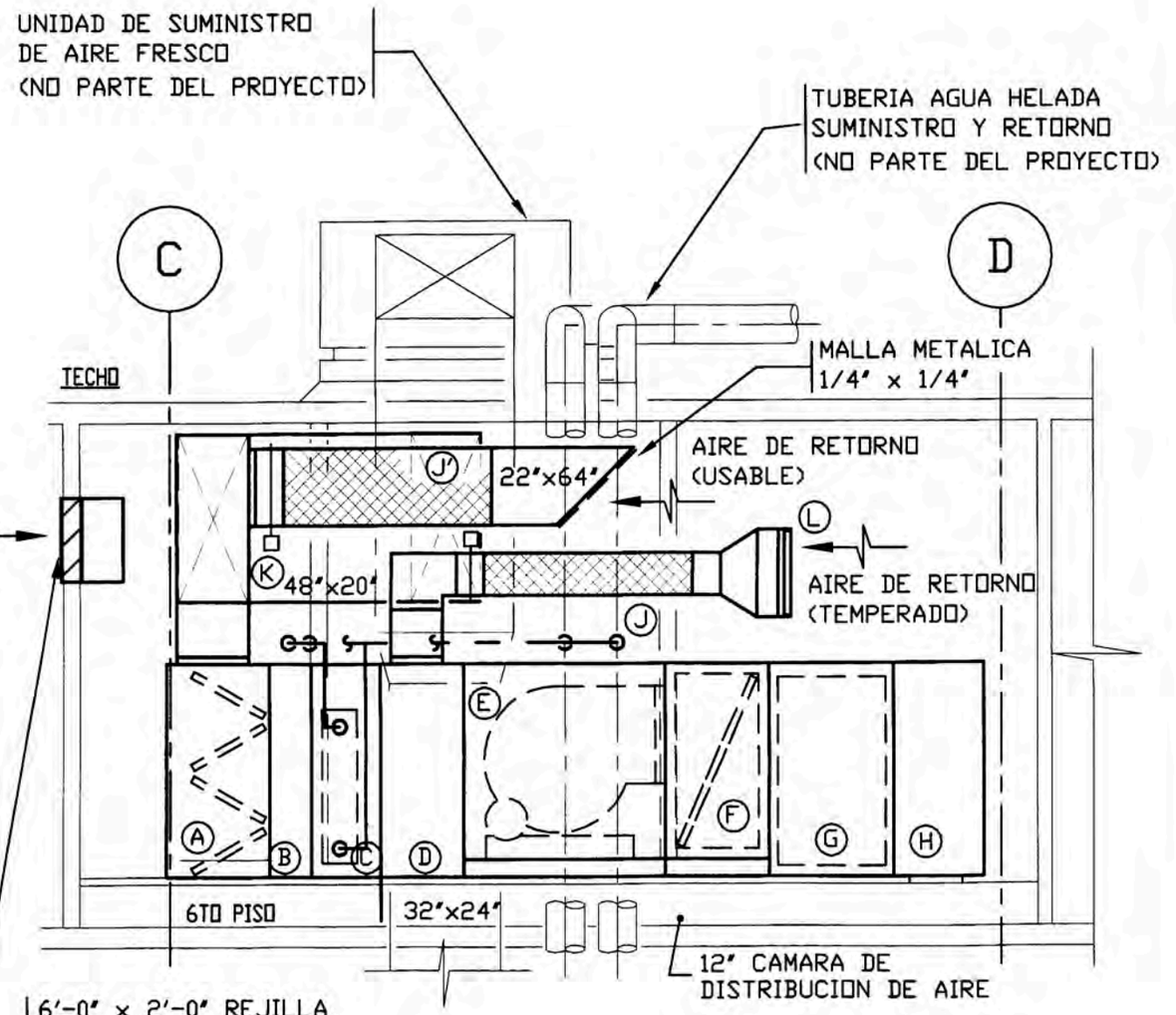
(7) MEZCLA DEL AIRE DE RETORNO
Y AIRE FRESCO

(8) AIRE FRESCO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROGRAMA: MECANICA ELECTRICA		INFORME TECNICO: SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO		CAPITULO IV DIBUJO No M-13
BACHILLER:	ALCALA ESPINOZA FRANCISCO MARIO	DESCRIPCION: BALANCE DE AIRE EN UNIDAD VENTILADORA	ESCALA: S/E	
CODIGO:	710447A		FECHA: 1 DIC. 2002	



PLANO DE PLANTA



SECCION A-A

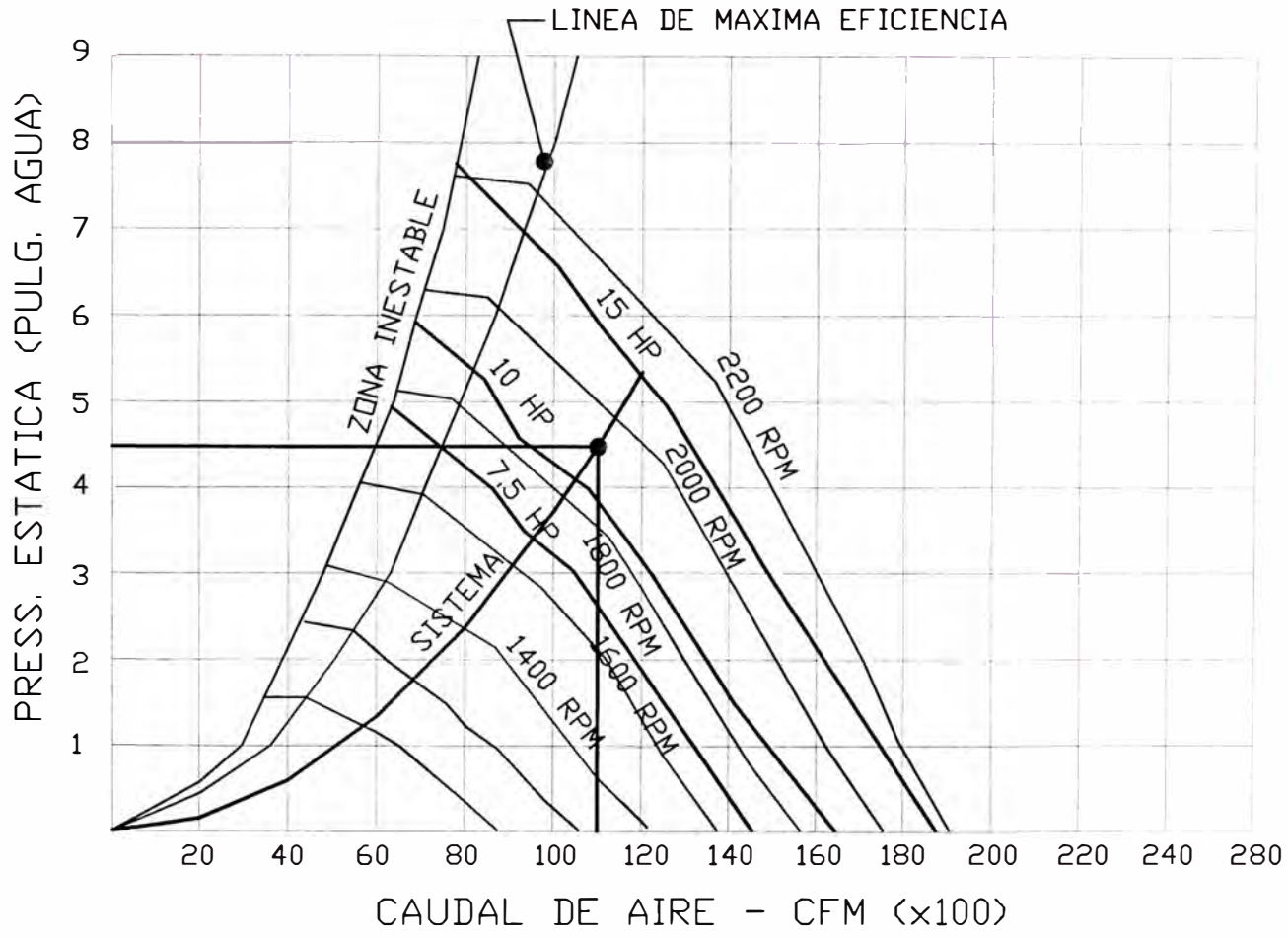
LEGENDA

- (A) MODULO DE MEZCLA Y FILTROS
- (B) MODULO DE ACCESO
- (C) MODULO DE SERPENTIN DE ENFRIAMIENTO
- (D) SECCION DE TEMPERADO
- (E) VENTILADOR
- (F) MODULO DE DIFUSION
- (G) ATENUADOR DE SONIDO
- (H) MODULO DE DESCARGA
- (J) ATENUADOR DE SONIDO, DUCTO DE RETORNO (TEMPERADO)
- (J') ATENUADOR DE SONIDO, DUCTO DE RETORNO (AIRE USABLE)
- (K) COMPUERTA AUTOMATICA DE CONTROL DE AIRE
- (L) FILTRO DE AIRE

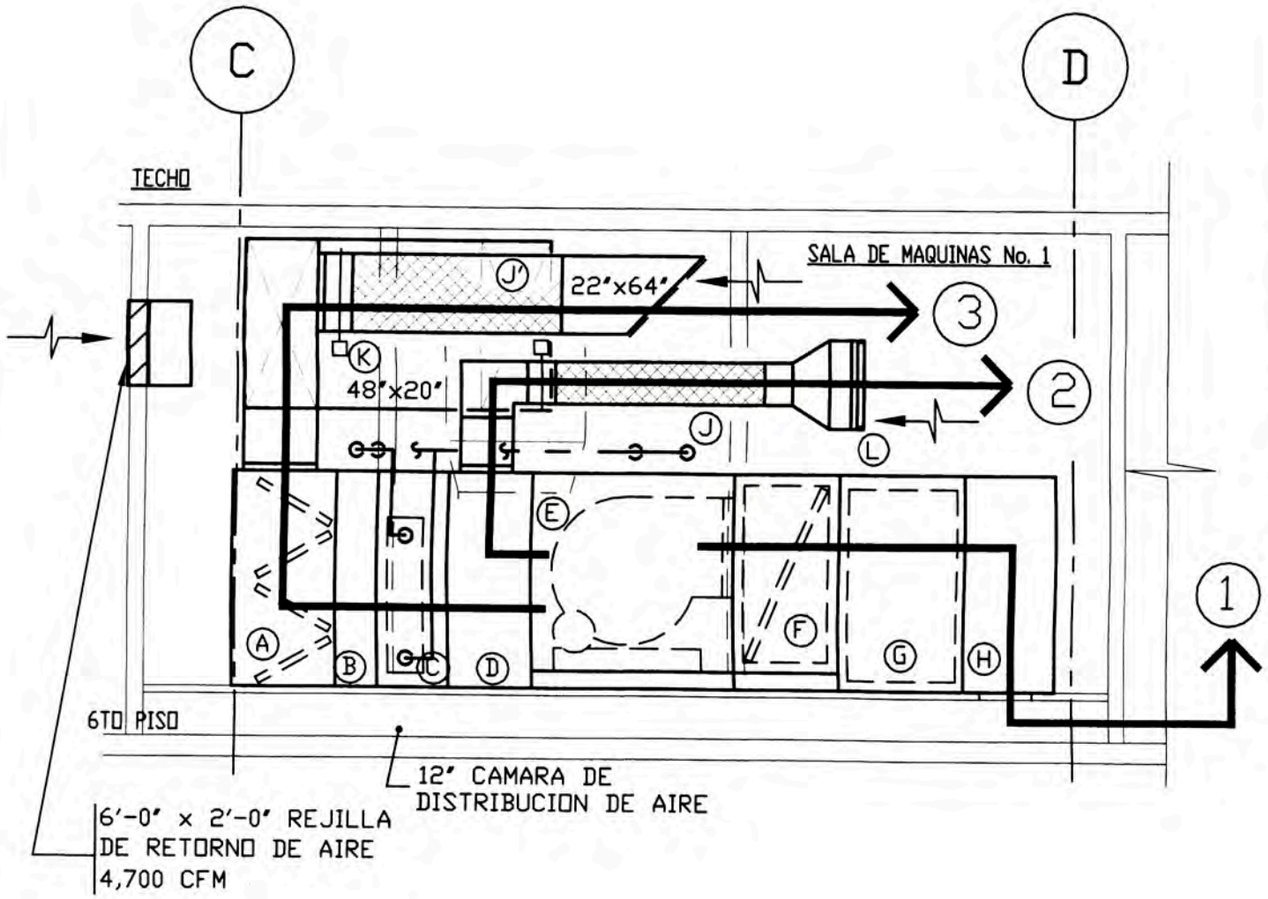
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROGRAMA: MECANICA ELECTRICA		INFORME TECNICO: SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO		CAPITULO IV DIBUJO No M-14
BACHILLER:	ALCALA ESPINOZA FRANCISCO MARIO	DESCRIPCION: SALA DE MAQUINAS – EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO	ESCALA: 1/4"=1'-0"	
CODIGO:	710447A		FECHA: 1 DIC. 2002	

VENTILADOR AP-250

22" DIA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROGRAMA: MECANICA ELECTRICA		INFORME TECNICO: SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO		CAPITULO IV DIBUJO No M-15
BACHILLER:	ALCALA ESPINOZA FRANCISCO MARIO	DESCRIPCION: CURVA DE PERFORMANCE DE VENTILADOR	ESCALA: S/E	
CODIGO:	710447A		FECHA: 1 DIC. 2002	

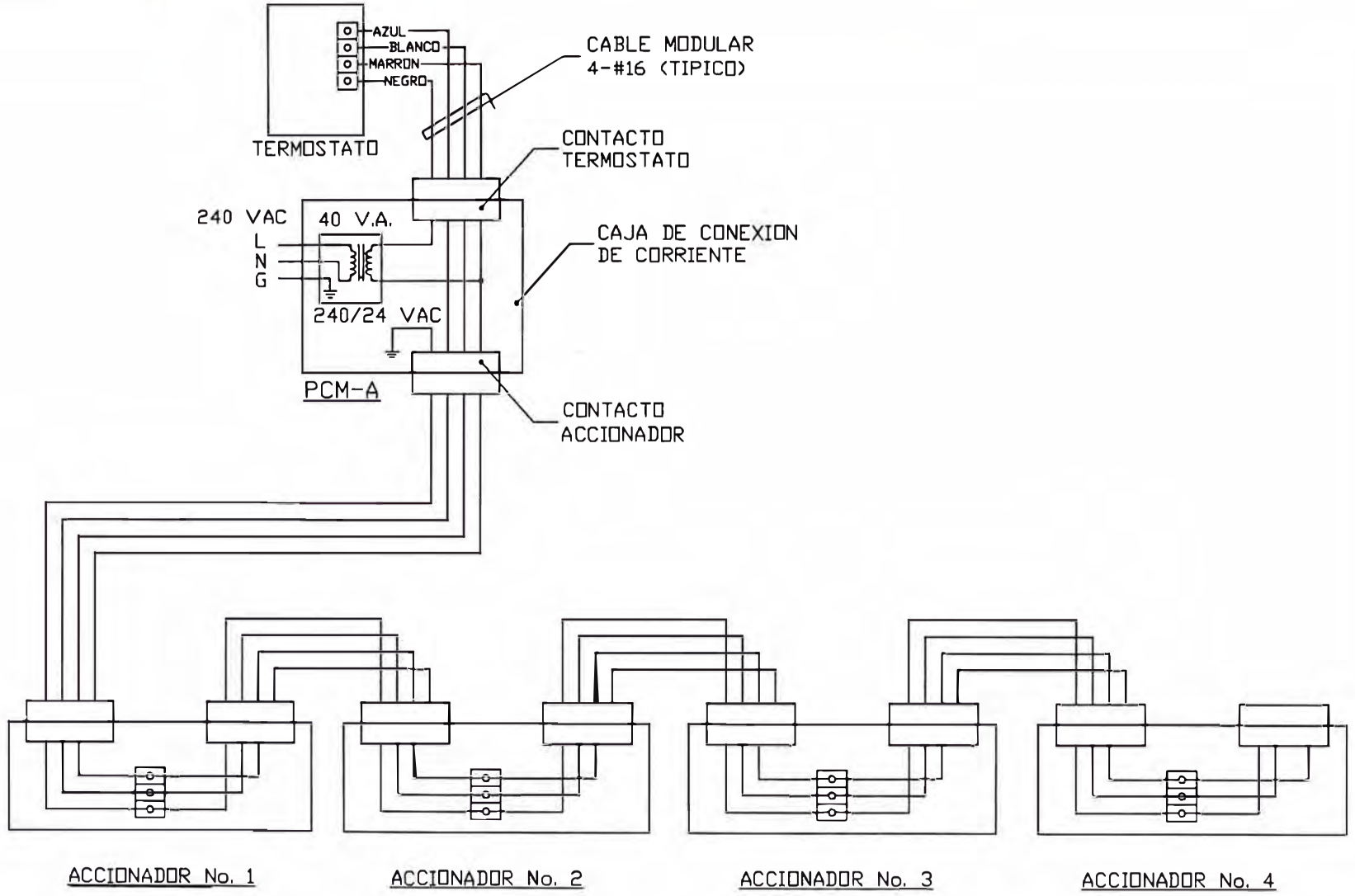


PASOS DE RUIDO		
PASO 1	PASO 2	PASO 3
1. VENTILADOR	1. VENTILADOR	1. VENTILADOR
2. MODULO DE DIFUSION	2. MODULO DE MEZCLA	2. MODULO DE MEZCLA
3. ATENUADOR DE SONIDO	3. DUCTO (3500 CFM)	3. MODULO SERPENTIN
4. MODULO DE DESCARGA	4. CODO (3500 CFM)	4. MODULO MEZCLA-FILTRO
5. PLENUM BAJO PISO	5. ATENUADOR DE SONIDO	5. DUCTO (6250 CFM)
6. DIFFUSOR EN PISO	(3500 CFM)	6. CODO (6250 CFM)
	6. FILTRO (3500 CFM)	7. ATENUADOR DE SONIDO
	7. REJILLA EN PARED	(6250 CFM)
CFM: 11,000	(3500 CFM)	8. REJILLA EN PARED
		(6250 CFM)

LEGENDA

- (A) MODULO DE MEZCLA Y FILTROS
- (B) MODULO DE ACCESO
- (C) MODULO DE SERPENTIN DE ENFRIAMIENTO
- (D) SECCION DE TEMPERADO
- (E) VENTILADOR
- (F) MODULO DE DIFUSION
- (G) ATENUADOR DE SONIDO
- (H) MODULO DE DESCARGA
- (J) ATENUADOR DE SONIDO, DUCTO DE RETORNO (TEMPERADO)
- (J') ATENUADOR DE SONIDO, DUCTO DE RETORNO (AIRE USABLE)
- (K) COMPUERTA AUTOMATICA DE CONTROL DE AIRE
- (L) FILTRO DE AIRE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA PROGRAMA: MECANICA ELECTRICA		INFORME TECNICO: SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO		CAPITULO IV DIBUJO No
BACHILLER:	ALCALA ESPINOZA FRANCISCO MARIO	DESCRIPCION: PASOS DE RUIDO EN EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO	ESCALA: 1/4"=1'-0"	M-16
CODIGO:	710447A		FECHA: 1 DIC. 2002	



CONTROL DE ACCIONADORES
DE COMPUERTAS MIT (4 MAX.)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
PROGRAMA: MECANICA ELECTRICA

BACHILLER: ALCALA ESPINOZA FRANCISCO MARIO
CODIGO: 710447A

INFORME TECNICO: SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO
CON FLUJO DE ENFRIAMIENTO EN PISO

DESCRIPCION: DIAGRAMA DE CONTROL DE
CAJAS DE DISTRIBUCION DE AIRE

ESCALA: S/E
FECHA: 1 DIC. 2002

CAPITULO IV
DIBUJO No
M-17