

ÍNDICE GENERAL

Prólogo a modo de introducción	VII
--------------------------------------	-----

Primera parte

AIRE ACONDICIONADO

CAPÍTULO I. CALOR. PRINCIPIOS FÍSICOS Y CÁLCULO DE LAS CARGAS DE AIRE ACONDICIONADO ...	3
---	---

Unidades y definiciones, 3; Intensidad de calor, 3; Cantidad de calor, 6; Calor sensible y latente, 7; Transmisión del calor, 9; Conducción, 9; Convección, 10; Radiación, 11; *Coficiente de transmitancia total K*, 11; Determinación del coeficiente de transmitancia total K, 13; Ejemplo, 14; Coeficientes de transmitancia térmica K de muros y techos, 16; *Propiedades del aire, psicrometria*, 19; Composición del aire, 19; Contenido de humedad del aire, 19; Medición de humedad, *Psicrometria*, 20; Calor total del aire. Entalpia, 21; Ejemplo de aplicación del ábaco psicrométrico, 24; *Sensación de confort* *Confort térmico*, 25; Bases fisiológicas del acondicionamiento de aire, 25; Calor cedido por el cuerpo humano, 25; Metabolismo, 25; Condiciones atmosféricas que afectan el confort, 27; Diagrama de confort y temperaturas efectivas, 31; Limitaciones del ábaco de confort, 32; Definición de aire acondicionado, 33; *Estudio de las cargas de acondicionamiento*, 37; Carga de refrigeración en verano, 37; Clasificación de las cargas de acondicionamiento, 37; Condiciones exteriores del cálculo, 39; Variación diaria de temperatura, 41; Ventilación, 41; *Cargas externas*, 43; Transmisión del calor, 43; Flujo de calor a través de vidrios, 45; *Cargas internas*, 52; Carga debida a los ocupantes, 52; Disipación de artefactos eléctricos, 52; Ganancia de calor por diversos aparatos, 53; Ganancias de calor varias, 54; Determinación del caudal de aire de circulación en el sistema de aire acondicionado, 54; *Cargas del aire exterior*, 55; Ejemplo de cálculo de las cargas de acondicionamiento de aire, 58.

* CAPÍTULO II. AIRE ACONDICIONADO Y SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN	65
---	----

Instalaciones de refrigeración mecánica, 65; Factores que deben tenerse en cuenta para la elección de un refrigerante, 69; *Elementos*

de la planta de refrigeración, 71; Compresores, 71; Compresores a pistón, 71; Compresores centrífugos, 74; Compresor axihelicoidal, 75; Compresor rotativo, 76; *Equipos de refrigeración por absorción*, 77; Condensadores, 80; Condensadores enfriados por aire, 80; Condensadores enfriados por agua, 81; Torre de enfriamiento, 84; Ejemplo de cálculo, 88; Dispositivos de expansión del refrigerante, 89; Tubo capilar, 89; Válvula de expansión, 89; Evaporadores, 90.

CAPÍTULO III. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

93

Sistemas unitarios y semicentralizados (expansión directa), 94; Equipos individuales de ventana o muro, 96; Funcionamiento del equipo acondicionador de ventana, 98; Acondicionadores exteriores o de cubierta (Roof-top), 99; Equipos acondicionadores autocontenidos con condensación por aire, 102; Equipos autocontenidos enfriados por agua, 103; Sistemas separados (Split-Systems), 105; Acondicionadores con condensador separado enfriado por aire, 105; Aplicación de unidades condensadoras, 107; Unidad condensadora multiambiente, 109; Distintas posibilidades de instalación de los sistemas separados, 109; *Sistemas de equipos centrales*, 110; Sistemas "todo aire", 110; Sistemas "todo agua"-Fan coil individuales, 114; Sistemas "agua-aire", 118; Sistemas de unidades de tratamiento de aire compactas con conductos, 119; Equipos de inducción, 121; Instalaciones mixtas y especiales, 122; Sistemas de alta velocidad, 124; Sistemas de volumen variable, 126.

CAPÍTULO IV. CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE AIRE ACONDICIONADO

129

Premisas que deben cumplir las instalaciones de climatización, 129; Consideraciones sobre la influencia del diseño de las instalaciones de aire acondicionado en la planificación del edificio, 130; *Factores para el proyecto de instalaciones de aire acondicionado*, 131; Distribución del aire, 131; Aspectos estéticos, 133; Zonificación, 133; Orientación, 133; Horario, 135; Distintas condiciones psicrométricas interiores, 136; Cargas internas variables por local y tiempo, 137; Ejemplo, 137.

CAPÍTULO V. SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DEL CALOR

141

Cañerías, 141; Dilatación de cañerías, 144; Tuberías de otros materiales, 145; *Válvulas para instalaciones*, 146; Válvulas esclusas, 146; Válvulas globo, 147; Válvulas a diafragma, 148; Válvulas esféricas, 149; Válvula mariposa, 150; Válvula de retención, 150; Filtros de agua, 150; Bombas circuladoras, 151; *Cálculo del diámetro de las canalizaciones*, 154; Determinación del caudal transportado, 156; Determinación del gradiente R de cálculo, 156; *Cálculo de cañerías de agua*, 160; Ejemplo, 162; Cálculo de la bomba circuladora, 163; Dimensionamiento de los colectores, 163; Ejemplo, 163; *Conductos de aire acondicionado*, 164; *Cálculo de conductos*, 166; Ejemplo,

168; *Rejas y difusores para instalaciones de aire acondicionado*, 172; Cálculo de las rejas de aire acondicionado, 173; Ejemplo, 177; Rejas de retorno o interconexión y persianas, 178; Difusores de aire, 178; Ubicación de rejas, 179.

CAPÍTULO VI. *INSTALACIONES DE VENTILACIÓN MECÁNICA* 183

Generalidades, 183; Sistemas de ventilación mecánica, 183; *Filtros de aire*, 185; Filtros metálicos, 186; Filtros de lana de vidrio, 187; Dimensionamiento de filtros; Consideraciones generales, 188; Otros tipos de filtros, 190; *Ventiladores*, 193; Ventilador centrífugo, 194; Palas curvadas hacia adelante, 195; Palas curvadas hacia atrás, 196; Ventiladores axiales, 199; Criterio de selección de ventiladores, 199; Cálculo de la cantidad de aire de ventilación en función del número de personas o del número de renovaciones horarias, 202; Ejemplo, 202; Método de las renovaciones horarias, 204; *Características particulares de las instalaciones con extractores axiales*, 205; Funcionamiento silencioso, 208; Montaje de extractores axiales o helicoidales, 208; Entrada de aire, 209; Descarga de aire, 209; Campana sencilla, 211; Extractores especiales, 212; Campana y purificador para cocina, 212; Cortinas de aire caliente, 214; *Ventilación natural por conductos*, 216; Temperatura, 216; Viento, 217.

Segunda parte

CALEFACCIÓN

CAPÍTULO VII. *BALANCE TÉRMICO, GENERALIDADES, NORMAS DE CÁLCULO* 225

Instalaciones de calefacción, 225; *Forma de disponer los equipos*, 226; Sistemas centrales, 226; Sistemas individuales o semi centralizados, 228; Análisis comparativo. Ventajas e inconvenientes, 228; *Balace térmico de invierno*, 229; Temperaturas interiores, 229; Temperaturas exteriores, 229; Cantidad de calor necesario por transmisión, 230; Pérdidas por transmisión, 230; Suplemento por interrupción del servicio, 231; Suplemento por orientación, 231; Suplemento por pérdidas de calor en cañerías y conductos, 232; Cantidad de calor por pérdidas por infiltración de aire, 233; Ejemplo de balance térmico de calefacción, 234; Método de los cubajes de aire, 235.

CAPÍTULO VIII. *ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN* 239

Combustión, 239; Proceso de la combustión, 239; Combustibles, 240; *Quemadores automáticos*, 241; Quemadores de gas natural, 241; Controles de seguridad, 242; Control de combustión, 242;

Control de barrido de aire, 243; Control de presión de gas, 243; Quemadores de combustible líquido, 247; Funcionamiento, 248; Quemadores duales, 252; Ventajas e inconvenientes de las instalaciones de gas con respecto a las de petróleo, 253; *Calderas*, 253; Cálculo de calderas, 254; Calderas convencionales, 256; Calderas humotubulares, 256; Caldera celular, 259; Calderas seccionales, 260; Caldera acuotubular, 262; Calderas compactas integrales, 263; Calderas tipo calefón, 263; Caldera individual a gas o caldera tipo "cocina", 264; Calderas compactas automáticas integrales, 267; Calderas integrales de diseño especial, 268; Caldera humotubular presurizada, 268; Caldera con cámara de combustión cónico radiante, 270; Caldera acuotubular de tubos curvados, 271; Instalación de calderas, 271; Sala de calderas en el último piso, 272; Número de calderas, 273; Hornallas de calderas, 273; Prevención de accidentes. Control de instalaciones de calderas, 274; *Chimeneas de calefacción*, 277; *Tanque de combustible*, 279; Capacidad del tanque, 281; Cañerías de suministro de combustible, 281; *Unidades terminales de calefacción*, 282; Radiadores seccionales, 282; Cálculo de radiadores, 287; Correcciones en función del emplazamiento, 288; Ubicación de radiadores, 289; *Conveectores*, 290; Ejemplo de cálculo, 291; Caloventiladores, 293; Termozócalos, 294.

CAPÍTULO IX. SISTEMA DE CALEFACCIÓN POR AGUA CALIENTE 297

Generalidades, 297; Clasificación, 297; Instalaciones de calefacción por gravedad, 298; Radiadores a igual nivel de calderas, 299; Circulación forzada o por bomba, 300; *Recipiente de expansión*, 301; Cálculo de la capacidad del tanque de expansión, 305; *Forma de disponer las cañerías*, 305; Instalaciones bitubulares, 306; Distribución superior, 306; Distribución inferior, 306; Instalaciones de retorno compensado, 308; Análisis comparativos de los dos sistemas, 310; *Principios básicos en el montaje de cañerías*, 311; Eliminación del aire, 311; Vaciado de la instalación, 312; Ubicación de la bomba circuladora de agua, 313; Instalaciones monotubulares, 314; Instalaciones de baja presión, 316; Instalaciones de media y alta presión, 316; Análisis de las instalaciones de calefacción por agua caliente a baja presión, 318; *Cálculo de cañerías de calefacción*, 319; Agua caliente circulación forzada, 319; Ejemplo de cálculo, 322; Agua caliente circulación natural, 323; Ejemplo, 325.

CAPÍTULO X. CALEFACCIÓN POR PANELES 327

Clasificación, 327; Análisis técnico comparativo de instalaciones de paneles con las del tipo convencional, 329; *Calefacción por paneles con tuberías de agua caliente empotradas*, 331; Emplazamiento de paneles, 333; Forma de serpentines, 334; Características fundamentales de instalación y funcionamiento, 335; Preparación y ejecución de serpentines, 336; Corrosión de los caños, 337; Planificado del sistema de serpentines, 338; *Distribución de cañerías*, 339; Sistema directo de suministro de calor, 339; Sistema indirecto de suministro de calor, 341; Ventajas e inconvenientes de la instalación por pane-

les, 342; *Cálculo de instalaciones de calefacción por paneles*, 343; Dimensionamiento de serpentines, 343; Panel de techo, 344; Panel de piso, 345.

CAPÍTULO XI. CALEFACCIÓN POR VAPOR 347

Instalaciones de calefacción por vapor a baja presión, 347; Características generales de una instalación de vapor, 347; Comportamiento del vapor en el radiador, 350; *Principios generales que deben cumplir las instalaciones de vapor*, 350; Pasajes del vapor, 351; Trampa termostática, 352; Trampa termodinámica, 353; Trampas de balde invertido, 354; Trampa a flotador, 354; Circulación de vapor y condensado, 355; Análisis comparativo con respecto a las instalaciones de agua caliente, 358; Tipos de instalaciones, 361; Sistemas de distribución inferior de cañerías, 361; Sistemas de distribución superior de cañerías, 362; Sistema de retorno húmedo o retorno sumergido, 353; Altura de sala de máquinas, 364; Elementos de seguridad, 367; *Cálculo de cañerías de instalaciones de vapor a baja presión*, 369; Cálculo de las cañerías de alimentación de vapor, 370; Cálculo de cañerías de condensación, 370; Ejemplo de cálculo, 371; *Instalaciones de calefacción por vapor a alta presión*, 371.

CAPÍTULO XII. INSTALACIONES DE CALEFACCIÓN POR AIRE CALIENTE 375

Clasificación, 375; Funcionamiento del sistema de calefacción por aire caliente, 376; *Equipo calefactor por aire caliente a gas*, 380; Detalles de instalación, 382; *Cálculo del equipo de aire caliente*, 383; Calor de transmisión, 384; Calor por ventilación, 385; Ejemplo, 386; Calefactor de conductos, 388; *Humectación del aire*, 388; Humectador por pulverización, 388; Humectador por vaporización, 388; Humectador por filtro húmedo, 389; Separadores de gotas, 391.

CAPÍTULO XIII. OTROS SISTEMAS DE CALEFACCIÓN 393

Instalaciones de calefacción por medio de estufas a gas, 393; Sistemas de rayos infrarrojos, 393; Sistema de tiro natural, 395; Sistema de tiro balanceado, 396; Algunas disposiciones o recomendaciones de Gas del Estado, 397; *Sistema de calefacción por bomba de calor*, 398; Funcionamiento de la válvula inversora, 398; Ejemplo de funcionamiento de un equipo acondicionador con bomba de calor, 400; *Sistema de calefacción por resistencias eléctricas*, 402; *Chimeneas u hogares*, 408; Proyecto de hogares, 410; Características del hogar, 412; Estufas de fundición, 412.

CAPÍTULO XIV. SERVICIOS AUXILIARES 415

Intercambiadores de calor, 415; Intercambiador de calor de tubos en "U", 415; Intercambiador de calor de tubos rectos, 416; *Instalación*

para la provisión de agua caliente, 417; Calefones, 417; Termotanques, 419; Análisis comparativo entre el calefón y el termotanque a gas, 421; Caldera-calefón, 422; Tanque intermediario individual, 423; Instalaciones de agua caliente central, 423; Cálculo de la capacidad de los tanques intermediarios, 426; Capacidad de calor por suministrar, cálculo de caldera, 427; Ejemplo de cálculo de un tanque intermediario, 428; *Baterías de calefacción o refrigeración*, 428; Normas generales constructivas y de aplicación, 430; Cálculos, 432; *Controles automáticos*, 433; Controles primarios, 433; Controles de dos posiciones (todo o nada), 433; Controles modulantes, 435; Controles neumáticos, 437; Controles electrónicos, 438; Controles secundarios, 438; Controles de operación, 439; Contactador, 439; Válvulas reguladoras, 439; Controles de seguridad, 440; Control operacional de funcionamiento, 442; *Regulación automática*, 443; Ejemplo de aplicación, 443; Conclusiones finales, 452.

CAPÍTULO XV. SISTEMAS DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE MEDIANTE ENERGÍA SOLAR 453

Introducción, 453; Aprovechamiento de la energía solar pasiva en el diseño de edificios, 454; *Sistemas de calefacción y agua caliente mediante energía solar*, 456; Colector solar, 458; Cubierta transparente, 459; Placa o lámina negra, 460; Tubos, 461; Aislante térmico, 461; Caja, 461; Otros tipos de colectores solares, 461; Orientación del colector solar, 463; Tanque acumulador de agua caliente, 464; *Aplicación de energía solar para la provisión de agua caliente a los edificios*, 464; Cálculo de colectores para suministro de agua caliente, 469; *Aplicación de la energía solar en instalaciones de calefacción*, 470; Calefacción por bomba de calor con captación de energía solar, 472; Cálculo de las instalaciones de captación para calefacción solar, 474; Aplicación de energía solar para calentamiento de agua de piscina, 474.

CAPÍTULO XVI. CONSERVACIÓN DE ENERGÍA 477

Aislamiento térmico, 477; Análisis del proyecto del edificio, 477; Orientación y característica del edificio, 478; Ventanas, 478; Infiltración de aire, 479; Aislamiento térmico del edificio, 480; Pérdidas de calor en invierno, 480; Ganancia de calor en verano, 480; *Aislación térmica de los sistemas de aire acondicionado y calefacción*, 481; Aislación de cañerías, 483; Cañerías bajo tierra, 483; Cañerías a la vista, 484; Cañerías embutidas en paredes y contrapisos, 485; Aislación de curvas y codos de cañerías, 485; Aislación de bridas y válvulas, 485; Aislación de calderas, intercambiadores de calor, colectores, conexión de conductos de humo, tanque intermediario, etc., 486; Aislación de conductos de aire acondicionado, 487.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA	489
PUBLICACIONES DEL AUTOR	489