

MANUAL DE AIRE ACONDICIONADO

(HANDBOOK OF AIR CONDITIONING
SYSTEM DESIGN)

ÍNDICE GENERAL

PARTE PRIMERA

ESTIMACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA

Capítulo 1

ANÁLISIS DEL LOCAL Y ESTIMACIÓN DE LA CARGA	I-3
1. INTRODUCCIÓN	I-3
2. ESTUDIO DEL LOCAL. CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL Y FUENTES DE CARGA TÉRMICA	I-3
3. SITUACIÓN DEL EQUIPO Y SERVICIOS	I-4
4. ESTIMACIÓN DE LA CARGA DE ACONDICIONAMIENTO DEL RECINTO	I-3
4.1 Introducción	I-4
4.2 Cargas exteriores	I-5
4.3 Cargas internas	I-5
4.4 Diferencia entre el cálculo de las cargas de refrigeración y la de calefacción	I-6
4.5 Cálculo de la carga a grandes alturas	I-6
4.6 Hojas de cálculo	I-6
5. SELECCIÓN DEL EQUIPO	I-7

Capítulo 2

CONDICIONES DE PROYECTO	I-9
1. INTRODUCCIÓN	I-9
2. CONDICIONES EXTERIORES DE PROYECTO	I-9
2.1 Introducción	I-9
2.2 Verano	I-9
2.3 Invierno	I-10
3. CONDICIONES INTERIORES DE PROYECTO PARA CONFORT	I-10
3.1 Verano	I-10
3.2 Invierno	I-12
3.3 Condiciones interiores para la industria	I-12
4. NORMATIVA ASHRAE RELATIVA A DISEÑO, INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE INSTALACIONES DE CONFORT TÉRMICO	I-12

Capítulo 3

ALMACENAMIENTO DE CALOR, NO SIMULTANEIDAD Y ESTRATIFICACIÓN	I-15
1. INTRODUCCIÓN	I-15
2. ALMACENAMIENTO DE CALOR EN LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO	I-15

3.	TEMPERATURA CONSTANTE Y PERÍODOS DE FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO	I-16
4.	VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO ACONDICIONADO	I-16
5.	PREENFRIAMIENTO PARA AUMENTAR EL CALOR ALMACENADO	I-17
6.	DIVERSIDAD DE LAS CARGAS DE REFRIGERACIÓN	I-17
7.	ESTRATIFICACIÓN DEL CALOR	I-17

Capítulo 4

GANANCIAS POR INSOLACIÓN DE LAS SUPERFICIES DE VIDRIO

RADIACIÓN SOLAR DIRECTA Y DIFUSA		I-19
1.	INTRODUCCIÓN	I-19
2.	VIDRIO ORDINARIO	I-19
2.1	Fundamentos	I-19
2.2.	Ganancias por insolación a través de cristales ordinarios	I-20
3.	DIFERENTES TIPOS DE CRISTAL, CON O SIN PERSIANA	I-27
3.1	Introducción	I-27
3.2	Coefficientes que se deben aplicar a los valores de las tablas para diferentes tipos de cristales, con o sin persiana	I-27
3.3	Coefficientes que se deben aplicar a los valores de las tablas para diferentes tipos de cristal, con o sin persiana	I-28
4.	BLOQUES DE VIDRIO	I-29
5.	SOMBRAS PROYECTADAS POR LOS SALIENTES DE LA VENTANA Y EDIFICIOS ADYACENTES ..	I-30
5.1	Introducción	I-30
5.2	Sombras proyectadas por los salientes y edificios próximos	I-30

Capítulo 5

TRANSMISIÓN DE CALOR Y DE VAPOR DE AGUA

A TRAVÉS DE LAS ESTRUCTURAS DEL EDIFICIO		I-35
1.	INTRODUCCIÓN	I-35
2.	TRANSMISIÓN DE CALOR A TRAVÉS DE LAS PAREDES EXTERIORES	I-35
3.	DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA PARA PAREDES Y TECHOS SOLEADOS O A LA SOMBRA	I-35
3.1	Introducción	I-35
3.2	Fundamento de las tablas de DTE	I-36
3.3	Empleo de las tablas de DTE	I-37
4.	COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN GLOBAL K	I-39
4.1	Introducción	I-39
4.2	Empleo de las tablas de K	I-39
5.	CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN K	I-39
6.	PÉRDIDAS DEBIDAS A LOS SUELOS Y PAREDES DEL SUBSUELO	I-54
6.1	Introducción	I-54
6.2	Empleo de las tablas de suelos y paredes del subsuelo	I-54
7.	COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN, TUBERÍAS SUMERGIDAS EN AGUA O SALMUERA	I-55
8.	DIFUSIÓN DEL VAPOR A TRAVÉS DE LAS PAREDES	I-56
8.1	Introducción	I-56
8.2	Empleo de la tabla de los coeficientes de difusión	I-56
9.	CONDENSACIONES	I-56
9.1	Introducción	I-56
9.2	Condensación en el interior de una pared	I-58
9.3	Condensación en la cara de una pared	I-58

Capítulo 6

INFILTRACIONES Y VENTILACIÓN	I-61
1. INTRODUCCIÓN	I-61
2. INFILTRACIONES	I-61
3. INFILTRACIONES A TRAVÉS DE LAS PUERTAS Y VENTANAS EN VERANO	I-62
4. ELIMINACIÓN DE LAS INFILTRACIONES POR APORTACIÓN DE AIRE NUEVO EN VERANO	I-64
5. INFILTRACIÓN POR LAS PUERTAS Y VENTANAS EN INVIERNO	I-65
6. AIRE DE VENTILACIÓN	I-67

Capítulo 7

GANANCIAS INTERIORES Y GANANCIAS DEBIDAS A LA INSTALACIÓN	I-69
1. GANANCIAS INTERIORES DE CALOR	I-69
1.1 Ocupantes	I-69
1.2 Alumbrado	I-70
1.3 Aparatos y utensilios diversos	I-71
1.4 Motores eléctricos	I-73
1.5 Ganancias debidas a las tuberías y depósitos abiertos o cerrados	I-73
1.6 Vapor	I-75
1.7 Absorción de humedad	I-75
1.8 Ganancia de calor latente a expensas del calor sensible del local	I-75
2. GANANCIAS DE CALOR DEBIDAS A LA INSTALACIÓN	I-75
2.1 Introducción	I-75
2.2 Ganancias por los conductos de aire	I-75
2.3 Fugas de los conductos de impulsión	I-76
2.4 Ganancias de calor debidas a los ventiladores de impulsión y aspiración	I-76
2.5 Coeficiente de seguridad y aumento de las ganancias sensibles y latentes del local	I-77
2.6 Recalentamiento y entradas de aire en los conductos de retorno	I-77
2.7 Ganancias debidas a la bomba de agua fría	I-77

Capítulo 8

EMPLEO DEL DIAGRAMA PSICROMÉTRICO	I-79
1. INTRODUCCIÓN	I-79
2. PARÁMETROS FUNDAMENTALES	I-79
3. OPERACIONES BÁSICAS PSICROMÉTRICAS	I-81
3.1 Mezcla de dos caudales de aire húmedo	I-81
3.2 Calentamiento sensible	I-82
3.3 Enfriamiento sensible	I-82
3.4 Proceso de saturación adiabática	I-83
3.5 Humidificación con aporte o extracción de calor	I-83
3.6 Deshumidificación por enfriamiento	I-84
3.7 Deshumidificación química	I-85
3.8 Rociado higroscópico	I-85
4. CICLO DE EVOLUCIÓN DEL AIRE EN VERANO	I-85
4.1 Introducción	I-85
4.2 Descripción del proceso	I-86
5. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS FUNDAMENTALES	I-87
5.1 Introducción	I-87
5.2 Obtención de la temperatura de rocío de la UTA	I-87
5.3 Obtención del caudal de aire	I-88
5.4 Obtención de la temperatura del aire a la entrada de la UTA	I-88
5.5 Obtención de la temperatura del aire a la salida de la UTA	I-88
5.6 Obtención de la potencia frigorífica de la UTA	I-88
6. HOJA DE CÁLCULO DEL BALANCE TÉRMICO	I-89
7. PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO CON RECALENTAMIENTO DEL AIRE DE SUMINISTRO	I-89
8. PROCESO TÍPICO DE ACONDICIONAMIENTO DE INVIERNO	I-90

9.	CARGA TOTAL DE REFRIGERACIÓN	I-92
10.	APARATOS QUE SE EMPLEAN EN LA CLIMATIZACIÓN	I-92
10.1	Introducción	I-92
10.2	Lavadores	I-92
10.3	Baterías	I-93
11.	PSICROMETRÍA DEL CONTROL DE CARGA PARCIAL	I-94
11.1	Introducción	I-94
11.2	Control de recalentamiento	I-95
11.3	Control de by-pass	I-95
11.4	Control de volumen	I-96
11.5	Control por "todo o nada" del equipo	I-96
11.6	Control por "todo o nada" del equipo de refrigeración	I-96
11.7	Control de capacidad de refrigeración	I-96
11.8	Elección del tipo de control	I-69

Capítulo 9

CONDICIONES DE BIENESTAR	I-101
1. INTRODUCCIÓN	I-101
2. CALOR GENERADO POR EL CUERPO HUMANO	I-101
3. BALANCE ENERGÉTICO ALREDEDOR DEL CUERPO HUMANO	I-102
4. TEMPERATURA EFECTIVA	I-103
5. CONDICIONES DE BIENESTAR O CONFORT	I-104
5.1 Introducción	I-104
5.2 Efecto de la distribución de temperaturas	I-105
5.3 Efecto de la velocidad del aire	I-106

PARTE SEGUNDA

DISTRIBUCIÓN DEL AIRE

Capítulo 1

ELEMENTOS PARA EL TRATAMIENTO DE AIRE	II-3
1. INTRODUCCIÓN	II-3
2. UBICACIÓN	II-3
2.1 Consideración económica	II-3
2.2 Consideraciones de nivel de sonido	II-3
2.3 Diseño preliminar	II-5
3. EQUIPOS	II-6
3.1 Rejas y persianas de aire exterior	II-6
3.2 Reguladores o amortiguadores de persiana	II-7
3.3 Reguladores de alivio	II-10
3.4 Equipos para la purificación del aire	II-10
3.5 Baterías de calefacción (serpentes calentadores)	II-10
3.6 Baterías de refrigeración	II-12
3.7 Pulverizadores y separadores de gotas	II-13
3.8 By-pass del aire	II-13
3.9 Ventiladores	II-14
3.10 Motor y propulsión del ventilador	II-15
4. CARCASA DE CLIMATIZADOR	II-15
4.1 Introducción	II-15
4.2 Conexiones a tabiques de obra	II-16
4.3 Desagüe e iluminación	II-17
4.4 Aislamientos	II-17
4.5 Mantenimiento	II-18

Capítulo 2

PROYECTO DE CONDUCTOS DE AIRE	II-21
1. INTRODUCCIÓN	II-21
2. GENERALIDADES	II-21
2.1 Clasificación	II-21
2.2 Tipos de los conductos según la forma de su sección transversal y dimensiones	II-21
2.2.1 Introducción	II-21
2.2.2 Conductos circulares	II-22
2.2.3 Espacio disponible y aspecto decorativo	II-22
2.3 Factores económicos que influyen en el sistema de conductos	II-22
2.3.1 Introducción	II-22
2.3.2 Ganancias o pérdidas de calor	II-23
2.3.3 Relación de forma	II-24
2.3.4 Pérdida de carga	II-24
2.4 Consideraciones sobre el montaje de conductos	II-24
2.4.1 Introducción	II-24
2.4.2 Transformaciones	II-24
2.4.3 Reducción de dimensiones de los conductos	II-26
2.4.4 Obstáculos	II-26
2.4.5 Codos	II-26
2.4.6 Derivaciones	II-29
2.4.7 Regulación del aire	II-30
2.4.8 Condensación en los conductos	II-30
2.5 Accesorios del sistema de conductos	II-33
2.5.1 Introducción	II-33
2.5.2 Cortafuegos	II-33
2.5.3 Compuertas de acceso	II-34
3. CÁLCULO DE CONDUCTOS	II-34
3.1 Preliminares	II-34
3.1.1 Gráfico de pérdidas de carga	II-34
3.1.2 Volumen de aire	II-35
3.1.3 Diámetro del conducto	II-35
3.1.4 Velocidad del aire	II-35
3.1.5 Pérdida de carga	II-37
3.1.6 Presión dinámica	II-39
3.1.7 Conducto metálico flexible	II-39
3.2 Pérdida o ganancia debida al cambio de velocidad respecto al ventilador	II-40
3.3 Pérdida de carga en un elemento del sistema	II-40
3.4 Método de cálculo	II-41
3.5 Cálculo de la pérdida de carga en los conductos de baja velocidad	II-48
3.5.1 Introducción	II-48
3.5.2 Equilibrado del circuito	II-50
3.6 Sistemas de conductos de alta velocidad	II-50
3.7 Procedimientos de cálculo	II-51
3.7.1 Introducción	II-51
3.7.2 Velocidad constante	II-52
3.7.3 Reducción de velocidad	II-52
3.7.4 Igual rozamiento	II-52
3.7.5 Recuperación estática	II-52
3.7.6 Comparación de los procedimientos	II-53
3.8 Soportes de conductos	II-53
3.9 Proyecto de conductos para grandes altitudes	II-54
3.10 Pesos de los materiales de conducto	II-54

Capítulo 3

DISTRIBUCIÓN DE AIRE EN ESPACIOS ACONDICIONADOS	II-57
1. FACTORES A TENER EN CUENTA PARA UNA BUENA DISTRIBUCIÓN DE AIRE	II-57

1.1	Introducción	II-57
1.2	Temperatura	II-57
1.3	Velocidad del aire	II-57
1.4	Dirección del aire	II-57
1.5	Pérdida de carga	II-57
2.	PRINCIPIOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE AIRE	II-58
2.1	Alcance o flecha	II-58
2.2	Caída	II-58
2.3	Inducción	II-59
2.4	Dispersión	II-59
2.5	Envolvente	II-60
2.6	Zona de estancamiento	II-60
2.7	Influencia de las guías (aletas o deflectores) sobre el rendimiento de las bocas de impulsión	II-60
2.8	Influencia de la velocidad en el conducto sobre el rendimiento de las bocas de impulsión	II-61
2.9	Importancia de una correcta distancia de propulsión	II-61
3.	DIFERENCIA DE TEMPERATURA	II-62
4.	MOVIMIENTO DEL AIRE TOTAL EN LA HABITACIÓN	II-62
5.	CLASIFICACIÓN	II-62
5.1	Clasificación técnica	II-62
5.2	Clasificación morfológica	II-62
6.	APLICACIÓN DE LOS DIFUSORES DE TECHO	II-63
6.1	Introducción	II-63
6.2	Distancia de propulsión	II-63
6.3	Pérdidas de carga	II-63
6.4	Disposición del difusor	II-64
6.5	Obstrucciones	II-64
7.	LIMITACIONES DE RUIDO EN LAS BOCAS DE IMPULSIÓN	II-64
8.	UBICACIÓN DE LAS BOCAS DE SALIDA	II-64
8.1	Introducción	II-64
8.2	Difusores de techo	II-65
8.3	Bocas de salida laterales	II-65
8.4	Bocas de salida en ventanas	II-65
8.5	Bocas de salida en el suelo	II-65
9.	CASOS ESPECIALES	II-66
9.1	Difusores rotativos	II-66
9.2	Toberas	II-66
9.3	Techos y paneles perforados	II-66
9.4	Totems	II-67
10	REJILLAS DE RETORNO	II-67
10.1	Introducción	II-67
10.2	Retornos de techo	II-67
10.3	Retornos de suelo	II-67
11.	SELECCIÓN DE LAS UTI	II-68

PARTE TERCERA

PROYECTO DE LA TUBERÍA

Capítulo 1

PROYECTO DE LA TUBERÍA	III-3
1. INTRODUCCIÓN	III-3
2. GENERALIDADES SOBRE EL PROYECTO	III-3

2.1	Materiales	III-3
2.2	Limitaciones de uso	III-3
2.3	Dilatación de los tubos	III-3
2.4	Soportes y sujeciones	III-7
2.5	Aislamiento antivibratorio en sistemas de tubería	III-9
3.	ACOPLAMIENTOS (CODOS Y UNIONES)	III-11
4.	VÁLVULAS DE USO GENERAL	III-12
4.1	Introducción	III-12
4.2	Detalles de construcción	III-12
4.2.1	Conexiones entre el casquete o sombrerete y el cuerpo	III-12
4.2.2	Desplazamiento de la tija o vástago de la válvula	III-13
4.2.3	Tipos de unión entre tubería y válvulas	III-14
4.3	Válvulas de compuerta	III-15
4.3.1	Introducción	III-15
4.3.2	Constitución del disco de cierre	III-16
4.4	Válvulas esféricas, angulares y de tija inclinada o en "Y"	III-16
4.4.1	Introducción	III-16
4.4.2	Configuración del disco de cierre	III-16
4.5	Válvulas del tipo de macho	III-17
4.6	Válvulas para refrigerantes	III-17
4.7	Válvulas de retención	III-18
4.8	Válvulas para servicios especiales	III-18
5.	PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN LAS VÁLVULAS Y ACOPLAMIENTOS	III-18

Capítulo 2

TUBERÍAS DE AGUA	III-23
1. INTRODUCCIÓN	III-23
2. SISTEMAS DE TUBERÍAS DE AGUA	III-23
2.1 Clasificación	III-23
2.2 Sistemas de retorno de agua	III-23
2.3 Normas y reglamentos	III-24
2.4 Tratamiento de aguas	III-25
3. PROYECTO DE LA TUBERÍA DE AGUA	III-25
3.1 Introducción	III-25
3.2 Pérdidas por rozamiento en las tuberías	III-25
3.3 Velocidad del agua	III-26
3.4 Pérdidas de carga	III-27
3.5 Longitud de tubería	III-27
3.6 Variación del caudal en la tubería de agua. Factor de diversidad	III-28
3.7 Selección de la bomba	III-33
4. ACCESORIOS DEL SISTEMA Y PROYECTO	III-33
4.1 Accesorios	III-33
4.1.1 Vasos de expansión	III-33
4.1.2 Filtros	III-34
4.1.3 Termómetros y manómetros	III-34
4.1.4 Salidas de aire	III-34
4.2 Tendido de tuberías	III-35
4.2.1 Introducción	III-35
4.2.2 Batería de agua (serpentin)	III-35
4.2.3 Enfriador	III-37
4.2.4 Condensador	III-37
4.2.5 Torre de enfriamiento	III-38
4.2.6 Depuradores o lavadores del aire	III-39
4.2.7 Batería de pulverización	III-41
4.2.8 Tubería de aspiración de la bomba	III-41
4.2.9 Instalación del vaso de expansión	III-43
4.2.10 Tubería de la línea de drenaje	III-43

PARTE CUARTA

REFRIGERANTES, SALMUERAS, ACEITES

Capítulo 1

REFRIGERANTES	IV-3
1. INTRODUCCIÓN	IV-3
2. CICLO DE ABSORCIÓN	IV-3
3. CICLO DE COMPRESIÓN DE VAPOR	IV-5
4. REFRIGERANTES	IV-7
4.1 Introducción	IV-7
4.2 Clasificación	IV-7
4.3 Derivados halogenados saturados	IV-8
4.4 Derivados halogenados insaturados	IV-8
4.5 Mezclas zeotrópicas	IV-8
4.6 Mezclas azeotrópicas	IV-8
4.7 Hidrocarburos saturados	IV-8
4.8 Hidrocarburos insaturados	IV-8
4.9 Compuestos orgánicos no alquílicos	IV-8
4.10 Compuestos inorgánicos	IV-9
5. IDENTIFICACIÓN	IV-9
5.1 Introducción	IV-9
5.2 Standard 34 de ASHRAE	IV-9
6. PROPIEDADES DE LOS REFRIGERANTES	IV-9
6.1 Introducción	IV-9
6.2 Clasificación	IV-9
6.3 Propiedades físicas	IV-10
6.4 Propiedades químicas	IV-10
6.4.1 Inflamabilidad	IV-10
6.4.2 Toxicidad	IV-11
6.4.3 Seguridad	IV-11
6.4.4 Compatibilidad con la carga	IV-11
6.4.5 Compatibilidad con los materiales	IV-12
6.4.6 Compatibilidad con el aceite	IV-12
6.4.7 Estabilidad	IV-12
6.5 Propiedades termodinámicas	IV-12
6.5.1 Introducción	IV-12
6.5.2 Estados de un fluido frigorífico en un ciclo de compresión de vapor	IV-12
6.6 Propiedades medioambientales	IV-13
6.6.1 La capa de ozono	IV-13
6.6.2 La radiación ultravioleta	IV-13
6.6.3 El efecto invernadero	IV-13
6.7 Índices relacionados con el medio ambiente	IV-14
6.8 Normativa	IV-15
7. LUBRICANTES	IV-15
7.1 Clasificación	IV-15
7.2 Propiedades	IV-15
7.2.1 Clasificación	IV-15
7.2.2 Viscosidad	IV-16
7.2.3 Punto de congelación	IV-16
7.2.4 Carbonización	IV-16
7.2.5 Floculación	IV-17
7.2.6 Acidez	IV-17
7.2.7 Rigidez dieléctrica	IV-17
7.2.8 Punto de inflamación y punto de combustión	IV-17
7.2.9 Estabilidad a la oxidación	IV-17
7.2.10 Tendencia a la corrosión	IV-17

7.2.11	Contenido de humedad	IV-17
7.2.12	Color	IV-17
8.	ESPECIFICACIONES	IV-18
	Apéndice 1 - Propiedades físicas de los refrigerantes	IV-19
	Apéndice 2 - Protocolo de Montreal	IV-20
	Apéndice 3 - Diagramas termodinámicos de algunos fluidos frigoríficos	IV-21

Capítulo 2

SALMUERAS	IV-29
1. INTRODUCCIÓN	IV-29
2. SELECCIÓN DE SALMUERA	IV-29
3. SISTEMA DE CONDUCCIÓN	IV-30
4. PÉRDIDA POR ROZAMIENTO	IV-30
5. POTENCIA DE BOMBEO	IV-32
6. PROPIEDADES DE LA SALMUERA	IV-32

PARTE QUINTA

TRATAMIENTO DE AGUAS

Capítulo 1

TRATAMIENTO DEL AGUA. GENERALIDADES	V-3
1. INTRODUCCIÓN	V-3
2. VENTAJAS DE LA DEPURACIÓN DEL AGUA	V-3
3. PROBLEMAS QUE ORIGINA EL AGUA	V-4
4. ESTUDIO DEL MANANTIAL DE AGUA	V-4
4.1 Características y componentes del agua	V-4
4.1.1 Introducción	V-4
4.1.2 Valor del pH	V-4
4.1.3 Alcalinidad	V-5
4.1.4 Dureza	V-5
4.2 Forma de analizar y expresar los resultados	V-6
5. ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE AGUA	V-7
5.1 Sistema de agua perdida (que circula una sola vez)	V-7
5.2 Sistema cerrado de recirculación	V-7
5.3 Sistema abierto de recirculación	V-7
5.4 Características de los sistemas abiertos de recirculación de agua	V-7
5.4.1 Introducción	V-7
5.4.2 Evaporación	V-8
5.4.3 Pérdidas de agua en los sistemas de rociado (Windage)	V-8
5.4.4 Ciclos de concentración	V-8
5.4.5 Control de los ciclos de concentración por drenaje	V-9

Capítulo 2

CONTROL DE INCRUSTACIONES Y DEPÓSITOS	V-11
1. INTRODUCCIÓN	V-11
2. CAUSAS Y TIPOS DE LAS INCRUSTACIONES Y DEPÓSITOS	V-11
3. INCRUSTACIONES DE CARBONATO CÁLCICO	V-11
4. INCRUSTACIONES DE SULFATO CALCICO	V-12
5. DEPÓSITOS DE ÓXIDO DE HIERRO	V-12

6.	BARROS	V-12
7.	PREDICCIÓN DE LA TENDENCIA A LA FORMACIÓN DE INCRUSTACIONES	V-12
8.	ÍNDICE DE SATURACIÓN DE LANGELIER	V-12
9.	ÍNDICE DE ESTABILIDAD DE RYZNAR	V-13
10.	PREDICCIÓN DEL pH EN SISTEMAS ABIERTOS DE RECIRCULACIÓN	V-13
11.	PREVENCIÓN DE LAS INCRUSTACIONES	V-14
	11.1 Introducción	V-14
	11.2 Método de drenaje	V-14
	11.3 Preventivos de incrustaciones	V-14
	11.4 Empleo de ácidos	V-14
	11.5 Eliminación de la dureza del agua	V-15
12.	MÉTODO DE TRATAMIENTO DE AGUAS PARA CONTROL DE LAS INCRUSTACIONES	V-15

Capítulo 3

CONTROL DE LA CORROSIÓN		V-17
1.	INTRODUCCIÓN	V-17
2.	TIPOS DE CORROSIÓN	V-17
	2.1 Introducción	V-17
	2.2 Corrosión uniforme	V-17
	2.3 Corrosión por picaduras	V-17
	2.4 Corrosión galvánica	V-17
	2.5 Corrosión por pilas de concentración o celdillas	V-18
	2.6 Erosión-corrosión	V-18
	2.7 Otros tipos de corrosión	V-19
3.	CAUSAS DE LA CORROSIÓN	V-19
4.	CONTROL DE LA CORROSIÓN	V-20
	4.1 Introducción	V-20
	4.2 Los cromatos como inhibidores	V-20
	4.3 Inhibidores de polifosfatos	V-21
	4.4 Inhibidores de nitrito	V-21
	4.5 Inhibidores para torres de enfriamiento de aluminio	V-21
	4.6 Depósito de una película de carbonato cálcico	V-22
	4.7 Control del pH	V-22
	4.8 Eliminación mecánica y química del aire	V-22
5.	VIGILANCIA DE LA CORROSIÓN	V-22
	5.1 Introducción	V-22
	5.2 Colocación de las probetas	V-22
	5.3 Método de la resistencia eléctrica	V-23
6.	CORROSIÓN EXTERIOR DEL CIRCUITO	V-23
	6.1 Corrosión de los serpentines de las unidades de ventilación	V-23
	6.2 Corrosión de las tuberías colocadas bajo tierra	V-24
	6.3 Corrosión de las tuberías de agua fría	V-24

Capítulo 4

CONTROL DE LODOS Y ALGAS		V-25
1.	CLASES DE SUCIEDAD BIOLÓGICA	V-25
2.	CONTROL DE LA SUCIEDAD BIOLÓGICA	V-25
	2.1 Introducción	V-25
	2.2 Substancias químicas	V-26
	2.3 Métodos de tratamiento	V-27
3.	LEGIONELA	V-27

Capítulo 5

SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS	V-29
1. INTRODUCCIÓN	V-29
2. CONSIDERACIONES SOBRE EL PROYECTO	V-29
2.1 Introducción	V-29
2.2 Factores de ensuciamiento	V-30
3. PRODUCTOS QUÍMICOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS	V-31
3.1 Equipo de alimentación	V-31
3.2 Métodos de alimentación de sustancias químicas	V-31
3.3 Manejo de productos químicos	V-32
4. LIMPIEZA DE LOS SISTEMAS	V-32
5. ANTICORROSIVOS, CONCENTRACIÓN INICIAL	V-32
6. TRATAMIENTO DEL AGUA POR MEDIOS NO QUÍMICOS	V-32
7. NORMAS Y REGLAMENTACIONES	V-32
8. TRATAMIENTO DEL AGUA EN SISTEMAS DE POTENCIA FRIGORÍFICA SUPERIOR A 250 kW ...	V-32
8.1 Sistema de agua sin recirculación	V-32
8.2 Sistemas abiertos de agua con recirculación	V-34
8.3 Sistemas cerrados de agua con recirculación	V-35
9. TRATAMIENTO DE AGUA EN PEQUEÑOS SISTEMAS, HASTA 250 kW DE POTENCIA FRIGORÍFICA	V-35
9.1 Sistema sin recirculación	V-35
9.2 Sistema abierto con recirculación	V-35
9.3 Sistemas cerrados de agua con recirculación	V-36
10. NORMAS RECOMENDABLES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS	V-36
10.1 Condiciones generales	V-36
10.2 Términos de la propuesta	V-36
10.3 Control de la corrosión	V-37
10.4 Control de incrustaciones	V-37
10.5 Control de lodos y algas	V-37
10.6 Suministro de productos químicos	V-37
10.7 Realización del servicio	V-37

PARTE SEXTA

EQUIPO DE TRATAMIENTO DEL AIRE

Capítulo 1

VENTILADORES	VI-3
1. TIPOS DE VENTILADORES	VI-3
2. APLICACIÓN	VI-3
3. NORMAS Y REGLAMENTOS	VI-5
4. VENTILADORES CENTRÍFUGOS	VI-5
4.1 Introducción	VI-5
4.2 Ventilador de aletas curvadas hacia delante	VI-5
4.3 Ventilador de aleta curvada hacia atrás	VI-5
4.4 Ventilador de aletas radiales	VI-6
5. VENTILADORES AXIALES	VI-6
6. GENERALIDADES	VI-7
6.1 Clases de construcción	VI-7
6.2 Disposición del ventilador	VI-7
7. CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR	VI-9

7.1	Introducción	VI-9
7.2.	Leyes del ventilador (leyes de semejanza)	VI-10
8.	COMPORTAMIENTO DEL VENTILADOR EN UN SISTEMA	VI-11
8.1	Punto de trabajo del sistema	VI-11
8.2	Consideraciones sobre la presión	VI-12
8.3	Estabilidad	VI-12
9.	ELECCIÓN DEL VENTILADOR	VI-13
9.1	Introducción	VI-13
9.2	Correcciones atmosféricas	VI-13
9.3	Accesorios	VI-14
10.	CONTROL	VI-15
10. 1	Introducción	VI-15
10.2	Persiana reguladora en la impulsión (damper)	VI-15
10.3	Álabes de geometría variable en la aspiración	VI-15
10.4	Motor de velocidad variable	VI-16
10.5	Cambio de transmisión motor-ventilador	VI-16
11.	INSTALACIONES MÚLTIPLES	VI-17

Capítulo 2

APARATOS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE	VI-19	
1. INTRODUCCIÓN	VI-19	
2. UNIDADES AUTÓNOMAS	VI-19	
3. EL ACONDICIONADOR DE VENTANA	VI-20	
4. CONSOLA CONDENSADA POR AIRE	VI-20	
5. CONSOLA CONDENSADA POR AGUA	VI-21	
6. EQUIPO PARTIDO	VI-21	
7. FUNCIONAMIENTO EN RÉGIMEN DE INVIERNO	VI-22	
8. PRODUCCIÓN DE CALOR MEDIANTE EQUIPOS DE BOMBA DE CALOR	VI-22	
9. EQUIPO VERTICAL DE GRAN POTENCIA	VI-23	
10. EQUIPO HORIZONTAL DE GRAN POTENCIA	VI-24	
11. EQUIPO DE TECHO («ROOF-TOP») DE GRAN POTENCIA	VI-24	
12. CENTRALES ENFRIADORAS DE AGUA	VI-25	
13. UNIDADES TERMINALES	VI-25	
13.1	Introducción	VI-25
13.2	<i>Fan-coils</i>	VI-26
13.3	Inductores	VI-26
13.4	Climatizadores	VI-27
13.5	Unidades VAV	VI-29
14. TORRES DE REFRIGERACIÓN	VI-30	
15. DISPOSITIVOS DE CALEFACCIÓN	VI-31	
15.1	Introducción	VI-31
15.2	Utilización y selección	VI-33
15.3	Prevención de la congelación	VI-35
15.4	Colocación	VI-35

Capítulo 3

FILTROS	VI-37
1. INTRODUCCIÓN	VI-37
2. CONTAMINANTES	VI-37
3. CRITERIOS DE CARACTERÍSTICAS	VI-37
4. NORMAS Y REGLAMENTOS	VI-38
5. TIPOS DE FILTROS	VI-38

5.1	Clasificación según la norma UNE-EN-779	VI-38
5.2	Clasificación morfológica	VI-39
5.2	Filtros viscosos	VI-39
5.3	Filtros secos	VI-40
5.4	Filtros electrónicos	VI-41
6.	APLICACIÓN	VI-41
7.	SELECCIÓN	VI-42
8.	INSTALACIÓN	VI-43
9.	MANTENIMIENTO	VI-44

PARTE SÉPTIMA

EQUIPO DE REFRIGERACIÓN

Capítulo 1

COMPRESORES	VII-3
1. INTRODUCCIÓN	VII-3
2. BASE TEÓRICA DE LOS COMPRESORES	VII-3
2.1 Trabajo de compresión	VII-3
2.2 Compresión por etapas	VII-4
3. COMPRESORES ALTERNATIVOS	VII-4
3.1 Introducción	VII-4
3.2 Rendimiento isentrópico	VII-5
3.2.1 Introducción	VII-5
3.2.2 Pérdida de carga en las válvulas	VII-5
3.2.3 Pérdidas por rozamiento mecánico y refrigeración defectuosa	VII-5
3.2.4 Variación del rendimiento con la relación de compresión	VII-5
3.3 Rendimiento volumétrico	VII-6
3.4 Tipos de compresores alternativos	VII-6
3.4.1 Clasificación	VII-6
3.4.2 Compresor abierto	VII-7
3.4.3 Compresor hermético	VII-7
3.4.4 Compresor semihermético	VII-8
3.5 Control de la potencia frigorífica (capacidad)	VII-8
3.5.1 Introducción	VII-8
3.5.2 Descarga por elevación de la válvula de aspiración	VII-8
3.5.3 Derivación («bypass») en las culatas de los cilindros	VII-8
3.5.4 Control de velocidad	VII-8
3.5.5 Unidades múltiples	VII-9
3.5.6 Desviación o «bypass» de gas caliente	VII-9
3.6 Controles de seguridad	VII-9
3.6.1 Control de seguridad del aceite	VII-9
3.6.2 Control de baja presión	VII-10
3.6.3 Control de alta presión	VII-10
3.6.4 Control de seguridad del agua enfriada	VII-10
3.6.5 Relé de retardo de tiempo	VII-10
3.6.6 Control de temperatura del motor	VII-10
3.6.7 Protectores de sobrecarga del motor	VII-10
3.7 Funcionamiento del compresor	VII-10
3.7.1 Introducción	VII-10
3.7.2 Métodos de control	VII-11
3.7.3 Efecto de un ciclo corto de funcionamiento	VII-12
4. COMPRESORES VOLUMÉTRICOS ROTATIVOS	VII-12
4.1 Introducción	VII-12
4.2 Rendimiento isentrópico	VII-13

4.3	Rendimiento volumétrico	VII-13
4.4	Tipos de compresores volumétricos rotativos	VII-13
4.4.1	Introducción	VII-13
4.4.2	Compresores de tornillo	VII-14
4.4.3	Compresor en espiral	VII-15
4.5	Control de la potencia frigorífica (capacidad)	VII-15
5.	TURBOCOMPRESOR	VII-15
5.1	Introducción	VII-15
5.2	Aplicación	VII-16
5.3	Controles	VII-17
5.3.1	Control de la potencia frigorífica (capacidad)	VII-17
5.3.2	Control de oscilación	VII-17
5.3.3	Control de seguridad	VII-17
5.3.4	Control de demanda eléctrica	VII-17
6.	ELECCIÓN DE LA MÁQUINA	VII-17
6.1	Introducción	VII-17
6.2	Tipos de máquinas	VII-18
6.2.1	Introducción	VII-18
6.2.2	Unidades compactas	VII-18
6.2.3	Unidades partidas	VII-18
6.2.4	Pequeñas unidades de ventana	VII-19
6.2.5	Bomba de calor	VII-19
6.3	Elección de la potencia de la máquina	VII-19
6.4	Eficiencia energética del sistema	VII-20
6.4.1	Introducción	VII-20
6.4.2	Eficiencia estacional	VII-20
6.4.3	Eficiencia energética global	VII-20
7.	VIBRACIONES	VII-21
7.1	Introducción	VII-21
7.2	Base teórica	VII-21
7.2.1	Introducción	VII-21
7.2.2	Cuerpo con un grado de libertad sin amortiguación	VII-21
7.2.3	Cuerpo con un grado de libertad y amortiguación	VII-23
7.3	Tipos de aislantes	VII-23
7.4	Tipos de anclaje e instalación	VII-24
7.5	Bancada de hormigón	VII-24
7.6	Cálculo de la carga y localización de los anclajes de una bancada	VII-24
7.6.1	Introducción	VII-24
7.6.2	Localización del centro de masas	VII-24
7.6.3	Bancada rectangular con cuatro apoyos simétricos	VII-25
7.6.4	Bancada rectangular con seis apoyos y eje de simetría	VII-25
7.6.5	Caso general: bancada cualquiera y asimétrica	VII-26

Capítulo 2

MÁQUINA DE REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN	VII-27	
1.	INTRODUCCIÓN	VII-27
2.	APLICACIÓN	VII-27
3.	CLASIFICACIÓN	VII-28
4.	NORMAS Y CÓDIGOS	VII-29
5.	DESCRIPCIÓN	VII-29
6.	ELECCIÓN DE LA UNIDAD	VII-30
7.	CONTROLES	VII-31
7.1	Introducción	VII-31
7.2	Control de temperatura del agua del condensador	VII-31
7.3	Control de temperatura del agua enfriada	VII-32
7.4	Control de la fuente de energía	VII-32
7.5	Control de seguridad	VII-32

8.	RECOMENDACIONES	VII-32
9.	SISTEMAS DE TRES COMPONENTES	VII-33
10.	LA MÁQUINA DE DOBLE EFECTO	VII-34
11.	REFRIGERACIÓN SOLAR	VII-34
12.	TRIGENERACIÓN	VII-35

Capítulo 3

EVAPORADORES	VII-37
1. INTRODUCCIÓN	VII-37
2. CLASIFICACIÓN	VII-37
3. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES TIPOS	VII-37
3.1 Introducción	VII-37
3.2 Temperaturas características	VII-37
3.3 Coeficientes de transmisión de calor	VII-38
3.4 Evaporadores para enfriar líquidos	VII-39
3.4.1 Evaporadores de inmersión	VII-39
3.4.2 Evaporadores de circulación interna	VII-39
3.5 Evaporadores para enfriar gases	VII-40
3.6 Otras clasificaciones	VII-41
3.7 Evaporadores para enfriar y secar el aire	VII-42

Capítulo 4

CONDENSADORES	VII-43
1. INTRODUCCIÓN	VII-43
2. TIPOS DE EQUIPO	VII-43
3. ANÁLISIS TÉRMICO BÁSICO	VII-43
4. ELECCIÓN DEL TIPO DE UNIDAD	VII-44
5. CONDENSADORES REFRIGERADOS POR AIRE	VII-45
5.1 Introducción	VII-45
5.2 Elección de la unidad	VII-46
5.3 Equilibrio de los componentes	VII-46
5.4 Control del condensador	VII-46
5.5 Instalación	VII-47
6. CONDENSADORES EVAPORATIVOS	VII-47
6.1 Introducción	VII-47
6.2 Elección de la unidad	VII-47
6.3 Control del condensador	VII-48
6.4 Funcionamiento invernal	VII-48
6.5 Ubicación e instalación	VII-48
6.6 Agua de reposición	VII-48
7. CONDENSADORES REFRIGERADOS POR AGUA	VII-48
7.1 Introducción	VII-48
7.2 Elección de la unidad	VII-49
7.3 Control del condensador	VII-49
8. TORRES DE ENFRIAMIENTO	VII-49
8.1 Introducción	VII-49
8.2 Selección de la torre de enfriamiento	VII-50
8.3 Control de la temperatura del agua el condensador	VII-50
8.4 Funcionamiento en invierno	VII-51
8.5 Agua de reposición	VII-51
8.6 Ubicación e instalación	VII-52
9. FUNCIONAMIENTO CONJUNTO DE LA UNIDAD DE REFRIGERACIÓN	VII-52
9.1 Curvas características	VII-52
9.2 El evaporador	VII-52

9.3	Unidad condensadora	VII-52
9.4	Funcionamiento conjunto	VII-53

PARTE OCTAVA

EQUIPO AUXILIAR

Capítulo 1

BOMBAS CENTRÍFUGAS		VIII-3
1.	INTRODUCCIÓN	VIII-3
2.	LA BOMBA CENTRIFUGA	VIII-3
2.1	Introducción	VIII-3
2.2	Ventajas	VIII-4
2.3	Clasificación y designación	VIII-5
2.4	Componentes suplementarios	VIII-6
2.5	Materiales	VIII-8
3.	FUNDAMENTOS DE LA BOMBA CENTRÍFUGA	VIII-9
3.1	Teoría fundamental	VIII-9
3.2	Leyes de semejanza	VIII-9
3.3	Presión requerida (NPSH _r) y disponible (NPSH _d) en la boca de aspiración	VIII-10
3.4	Cavitación y corrección de esta disfunción	VIII-13
3.5	Vórtice	VIII-15
3.6	Influencia de la viscosidad	VIII-15
3.7	Influencia de la presencia de sólidos en suspensión	VIII-16
3.8	Influencia de la presencia de gases disueltos	VIII-16
4.	LA BOMBA CENTRIFUGA Y EL SISTEMA	VIII-17
4.1	Curva característica del circuito	VIII-17
4.2	Punto de trabajo del sistema bomba-circuito	VIII-18
4.3	Regulación del caudal	VIII-19
4.4	Asociación de bombas	VIII-20
4.5	Edificios altos	VIII-21
4.6	Presión de trabajo	VIII-21
4.7	Ruido	VIII-22
4.8	Selección de la bomba	VIII-23
4.9	Selección del motor	VIII-23
5.	INSTALACIÓN DE LA BOMBA CENTRIFUGA	VIII-23
5.1	Instalación	VIII-23
5.2	Aislamiento	VIII-24
5.3	Instalación de la bomba y aislamiento en el suelo	VIII-24
5.4	Puesta en marcha	VIII-24

Capítulo 2

MOTORES ELÉCTRICOS		VIII-25
1.	INTRODUCCIÓN	VIII-25
2.	CONCEPTOS BÁSICOS Y RELACIONES FUNDAMENTALES	VIII-25
2.1	Tensión, intensidad	VIII-25
2.2	Potencia	VIII-27
2.3	Factor de potencia	VIII-28
2.4	Motor eléctrico: conceptos básicos	VIII-28
3.	MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA	VIII-30
3.1	Consideraciones generales	VIII-30
3.2	Motores trifásicos de inducción o asíncronos	VIII-30
3.3	Conexión de los devanados de un motor trifásico	VIII-33
3.4	Curva par-velocidad de un motor trifásico asíncrono	VIII-34

3.5	Curvas características del motor asíncrono	VIII-35
3.6	Característica mecánica de la carga	VIII-36
3.7	Punto de funcionamiento de un motor eléctrico	VIII-36
3.8	Clases de servicio normalizadas	VIII-37
3.9	Rendimiento de los motores asíncronos trifásicos	VIII-38
3.10	Tipos de motores trifásicos de jaula según NEMA	VIII-39
3.11	Corrección del factor de potencia de los motores asíncronos	VIII-40
3.12	Arranque de motores trifásicos de inducción	VIII-41
3.13	Variación de la velocidad de motores de inducción	VIII-46
3.14	Motores monofásicos	VIII-47
3.15	Motores para equipos herméticos	VIII-49
3.16	Averías en motores eléctricos de inducción	VIII-49
3.17	Aparamenta de mando y protección de motores	VIII-51
3.18	Clase de aislamiento en motores eléctricos	VIII-53
3.19	Grado de protección de los motores eléctricos	VIII-54

Capítulo 3

CALDERAS	VIII-55
1. INTRODUCCIÓN	VIII-55
2. TIPOS DE CALDERAS	VIII-55
3. CALENTADORES DE AGUA	VIII-56
3.1 Introducción	VIII-56
3.2 Agua caliente a baja temperatura	VIII-56
3.3 Temperaturas medias y altas	VIII-56
4. RENDIMIENTOS DE LA CALDERA	VIII-57
4.1 Rendimiento instantáneo y rendimiento nominal	VIII-57
4.2 Rendimiento estacional	VIII-57
5. BALANCE DE MASAS Y DE ENERGÍAS	VIII-58
6. TIRO Y PRESIÓN	VIII-59
7. COMBUSTIBLES	VIII-60
8. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO	VIII-60
9. CONTROLES, MONTAJE Y UBICACIÓN	VIII-60
10. CHIMENEA O ESCAPE DE GASES	VIII-60
11. SUMINISTRO DE AIRE	VIII-61
12. TRATAMIENTO DE AGUAS	VIII-61
13. NORMATIVA	VIII-61

PARTE NOVENA

SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO Y SUS APLICACIONES

Capítulo 1

SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO Y SUS APLICACIONES	IX-3
1. ASPECTO GENERAL DEL PROBLEMA	IX-3
2. REQUERIMIENTOS	IX-3
3. EL ESPACIO	IX-4
4. CARGA TÉRMICA	IX-4
4.1 Introducción	IX-4
4.2 Estructura externa del edificio y condiciones que lo rodean	IX-4
4.3 Elementos interiores	IX-4
4.4 Carga parcial	IX-5

5.	ESPACIO NECESARIO PARA EL EQUIPO Y SISTEMA	IX-5
5.1	Introducción	IX-5
5.2	Unidades autónomas	IX-5
5.3	Centrales	IX-5
6.	SELECCIÓN DEL SISTEMA	IX-5
6.1	Aspectos económicos	IX-5
7.	CONDICIONES AMBIENTALES	IX-6
7.1	Temperatura y humedad	IX-6
7.2	Limpieza del aire	IX-6
7.3	Movimiento del aire	IX-6
7.4	Acústica	IX-6
8.	NECESIDADES DE CONTROL	IX-7
9.	ESTRUCTURAS EXISTENTES O NUEVAS	IX-7
10.	SISTEMAS	IX-7
10.1	Introducción	IX-7
10.2	Tipos de sistemas	IX-7
11.	SISTEMAS DE EXPANSIÓN DIRECTA	IX-7
12.	SISTEMAS TODO-AGUA	IX-8
13.	SISTEMAS TODO-AIRE	IX-8
14.	SISTEMAS AIRE-AGUA	IX-9
15.	APLICACIONES	IX-10
15.1	Introducción	IX-10
15.2	Instalaciones para una función única	IX-10
15.2.1	Residencias	IX-10
15.2.2	Establecimientos de comidas y bebidas	IX-10
15.2.3	Tiendas	IX-11
15.2.4	Estudios de Radio y TV	IX-11
15.2.5	Salones de belleza y peluquerías	IX-11
15.2.6	Auditorios	IX-12
15.2.7	Salas de baile	IX-12
15.2.8	Fábricas	IX-12
15.3	Instalaciones para función múltiple	IX-13
15.3.1	Introducción	IX-13
15.3.2	Edificios de oficinas	IX-13
15.3.3	Hoteles	IX-14
15.3.4	Hospitales	IX-15
15.3.5	Escuelas	IX-15
15.3.6	Grandes Almacenes	IX-15
15.3.7	Bibliotecas y Museos	IX-16
15.3.8	Laboratorios	IX-16
16.	Recuperación de energía	IX-17

PARTE DÉCIMA

SISTEMAS TODO AIRE

Capítulo 1

SISTEMAS TODO AIRE	X-3
1. INTRODUCCIÓN	X-3
2. ASPECTOS DESTACABLES DEL SISTEMA	X-3
3. SISTEMAS DE VOLUMEN CONSTANTE Y TEMPERATURA VARIABLE	X-4
4. SISTEMA VAV	X-6
5. CONSIDERACIONES SOBRE EL PROYECTO DE SISTEMAS	X-6

5.1	Carga de refrigeración	X-6
5.2	Carga de calefacción	X-7
5.3	Aire de suministro	X-7
5.4	Proyecto del conducto	X-8
5.5	Aparato climatizador	X-8
5.6	Control	X-8

Capítulo 2

SISTEMA DE INDUCCIÓN	X-9
1. INTRODUCCIÓN	X-9
2. PROPIEDADES DEL SISTEMA	X-9
3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	X-10
4. APARATO DE ESTACIÓN CENTRAL	X-10
5. UNIDAD DE INDUCCIÓN	X-10
6. PROYECTO DEL CONDUCTO	X-11
7. CONTROL DE LA UNIDAD	X-11

Capítulo 3

SISTEMA DE UNIDAD MULTIZONA	X-13
1. INTRODUCCIÓN	X-13
2. PROPIEDADES DEL SISTEMA	X-13
3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	X-14
3.1 Aparato central	X-14
3.2 Equipo discrecional	X-14
3.3 Funcionamiento del sistema	X-15
3.4 Zonificación	X-15
3.5 Carga de refrigeración	X-16
3.6 Aire de suministro	X-16
3.7 Carga de calefacción	X-16
3.8 Aparato central	X-16
4. FUNCIONAMIENTO EN VERANO	X-17
5. FUNCIONAMIENTO EN INVIERNO	X-17
6. VARIANTES	X-17

Capítulo 4

SISTEMA DE CAUDAL DE AIRE VARIABLE (VAV)	X-19
1. INTRODUCCIÓN	X-19
2. PROPIEDADES DEL SISTEMA	X-19
3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	X-19
4. PROCEDIMIENTO DE PROYECTO DEL SISTEMA	X-20
4.1 Carga de refrigeración	X-20
4.2 Caudales de aire	X-20
4.3 Selección del ventilador	X-21
4.4 Batería de refrigeración	X-22
5. PROYECTO DEL CONDUCTO	X-22
6. AISLAMIENTO	X-22
7. CONTROL	X-23
7.1 Introducción	X-23
7.2 Aparato central	X-23
7.2.1 Funcionamiento en verano	X-23
7.2.2 Funcionamiento en invierno	X-23

8. DIMENSIONADO	X-23
-----------------------	------

Capítulo 5

SISTEMAS REFRIGERANTE-AIRE	X-27
1. INTRODUCCIÓN	X-27
2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	X-27
3. VENTAJAS	X-28
4. LIMITACIONES	X-28
5. CONTROL	X-28
6. RECUPERACIÓN DEL CALOR	X-28
7. EFICIENCIA ENERGÉTICA	X-28
8. UNIDADES INTERIORES	X-28
9. CONDUCTOS	X-29
10. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN	X-30

PARTE UNDÉCIMA

SISTEMAS TODO-AGUA

Capítulo 1

SISTEMA DE <i>FAN-COILS</i>	XI-3
1. INTRODUCCIÓN	XI-3
2. CLASIFICACIÓN	XI-3
3. DESCRIPCIÓN DEL <i>FAN-COIL</i>	XI-3
4. FUNDAMENTOS DE LA CLASIFICACIÓN	XI-4
4.1 <i>Fancoil</i> de dos tubos	XI-4
4.2 <i>Fancoils</i> de tres tubos	XI-4
4.3 <i>Fancoil</i> de cuatro tubos	XI-4
5. SISTEMA DE DOS TUBOS	XI-5
6. SISTEMA DE TRES TUBOS	XI-5
7. SISTEMA DE CUATRO TUBOS	XI-6
8. DIMENSIONADO DE LAS INSTALACIONES	XI-6
9. APLICACIONES DEL SISTEMA DE <i>FAN-COILS</i>	XI-8

Capítulo 2

SUELO RADIANTE	XI-9
1. FUNCIONAMIENTO	XI-9
2. PROPIEDADES	XI-9
3. INSTALACIÓN	XI-9
3.1 Introducción	XI-9
3.2 Cajas de colectores	XI-9
3.3 Absorbedor de dilataciones	XI-10
3.4 Circuitos	XI-10
3.5 Barrera antihumedad	XI-10
3.6 Panel aislante	XI-10
3.7 Mortero de cemento	XI-11
3.8 Montantes y tuberías de distribución	XI-11
3.9 Grupo de impulsión y generador de calor	XI-11
4. INSTALACIÓN DE CIRCUITOS EMISORES	XI-11

5.	TEMPERATURA MEDIA SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO	XI-11
6.	TEMPERATURA DEL AGUA DE IMPULSIÓN	XI-12
7.	CÁLCULO DEL CAUDAL DE AGUA	XI-12
8.	CÁLCULO DE MONTANTES Y TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN	XI-13
9.	CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DEL SUELO RADIANTE PARA REFRIGERACIÓN	XI-14

PARTE DUODÉCIMA

TEMAS ESPECIALES

Capítulo 1

BOMBA DE CALOR	XII-3
1. INTRODUCCIÓN	XII-3
2. CLASIFICACIÓN DE LAS BOMBAS DE CALOR	XII-3
3. DESCRIPCIÓN	XII-3
3.1 Bombas aire-aire	XII-3
3.1.1 Introducción	XII-3
3.1.2 Inversión del circuito refrigerante	XII-3
3.1.3 Inversión del circuito de aire	XII-4
3.2 Bombas aire-agua	XII-4
3.3 Bombas agua-aire	XII-4
3.4 Bombas agua-agua	XII-5
4. BASE TEÓRICA	XII-5
5. ESCARCHE	XII-6
6. AHORRO ENERGÉTICO	XII-7
6.1 Introducción	XII-7
6.2 Ahorro energético anual	XII-7
6.3 Elección de la potencia de la bomba de calor	XII-8
7. AHORRO ECONÓMICO	XII-10
8. RECUPERACIÓN DE ENERGÍA	XII-10
8.1 Introducción	XII-10
8.2 Recuperación de energía del aire sanitario de ventilación	XII-10
8.3 Recuperación de energía en piscinas climatizadas	XII-12
8.3.1 Introducción	XII-12
8.3.2 Desecación y calentamiento del aire recirculado	XII-12
8.3.3 Aire sanitario de renovación	XII-12
8.3.4 Agua de renovación de la pileta de la piscina	XII-12
9. BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS (GHP Geothermal Heat Pump)	XII-12
9.1 Introducción	XII-12
9.2 Circuito de agua geotérmica	XII-13
9.3 Conexión térmica de las GHPs	XII-13

Capítulo 2

COGENERACIÓN DE CALOR Y ELECTRICIDAD	XII-15
1. INTRODUCCIÓN	XII-15
2. INTERÉS Y BASE TEÓRICA	XII-15
2.1 Introducción	XII-15
2.2 Interés energético	XII-16
2.2.1 Introducción	XII-16
2.2.2 Sistema convencional	XII-16
2.2.3 Sistema con cogeneración	XII-16
2.3 Interés económico	XII-16

2.3.1	Introducción	XII-16
2.3.2	Coste energético del sistema convencional	XII-17
2.3.3	Coste del sistema con cogeneración	XII-17
3.	SISTEMAS Y EQUIPOS DE COGENERACIÓN	XII-17
3.1	Sistemas	XII-17
3.2	Equipos de cogeneración	XII-17
3.2.1	Clasificación	XII-17
3.2.2	Motor de combustión (MC)	XII-17
3.2.3	Turbina de gas (TG)	XII-18
3.2.4	Turbina de vapor (TV)	XII-18
3.2.5	Ciclo combinado (CC)	XII-18
4.	MOTOR DE COMBUSTIÓN	XII-19
4.1	Introducción	XII-19
4.2	Motores de dos y cuatro tiempos	XII-19
4.3	Motor Otto o de explosión	XII-20
4.4	Motor Diesel o de combustión	XII-20
4.5	Ciclo real	XII-21
4.6	Características	XII-21
4.7	Ventajas para su aplicación a la cogeneración	XII-22
4.8	Balance térmico y calor recuperable	XII-23
5.	TURBINA DE GAS	XII-23
5.1	Introducción	XII-23
5.2	Teoría	XII-24
5.3	Características	XII-25
5.4	Influencia de las condiciones de admisión y descarga	XII-26
5.5	Influencia del régimen de trabajo fuera de la carga base	XII-26
6.	TRIGENERACIÓN	XII-27
7.	ELECCIÓN Y DIMENSIONADO DEL EQUIPO	XII-28
7.1	Introducción	XII-28
7.2	Curvas de demanda	XII-28
7.2.1	Introducción	XII-28
7.2.2	Días tipo	XII-28
7.3	Curvas de demanda y cobertura de la misma	XII-29
7.3.1	Introducción	XII-29
8.	ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ANUAL DE ENERGÍA	XII-30
8.1	Curva de frecuencias	XII-30
8.2	Curva de frecuencias acumuladas	XII-31
8.3	Análisis de las curvas de frecuencia	XII-31
8.3.1	Introducción	XII-31
8.3.2	Modulación de la potencia instalada y control todo o nada	XII-31
8.3.3	Regulación de la potencia instalada	XII-31
9.	AHORRO ENERGÉTICO Y AHORRO ECONÓMICO	XII-32

Capítulo 3

ENERGÍA GEOTÉRMICA	XII-33	
1. NOCIONES BÁSICAS	XII-33	
1.1	Introducción	XII-33
1.2	Magnitud y origen de la energía geotérmica	XII-33
1.3	Transmisión de calor y temperatura del subsuelo	XII-33
1.4	Recursos geotérmicos	XII-34
1.5	Clasificación según la temperatura del fluido	XII-35
1.6	Clasificación atendiendo a la naturaleza del yacimiento	XII-35
1.7	Evaluación del recurso geotérmico	XII-35
1.7.1	Introducción	XII-35
1.7.2	Estimación de la temperatura	XII-36
1.7.3	Estimación del caudal	XII-36
1.8	Estimación de la vida útil del yacimiento	XII-36

2.	EXTRACCIÓN DEL AGUA CALIENTE	XII-37
2.1	Introducción	XII-37
2.2	Doblete geotérmico	XII-37
3.	COMPONENTES DEL SISTEMA	XII-38
3.1	Introducción	XII-38
3.2	Central térmica productora de calor (circuito primario)	XII-38
3.3	Transporte y distribución (circuito secundario)	XII-38
3.4	Puntos de demanda (circuito terciario)	XII-38
4.	BOMBAS DE EXTRACCIÓN	XII-38
4.1	Introducción	XII-38
4.2	Bombas verticales lineshaft	XII-39
4.3	Bombas verticales sumergibles	XII-39
4.4	Bombas de accionamiento hidráulico	XII-40
5.	TUBERÍAS	XII-41
5.1	Introducción	XII-41
5.2	Materiales utilizados	XII-41
5.3	Velocidad de circulación	XII-41
5.4	Aislamiento térmico	XII-41
6.	INTERCAMBIADORES DE CALOR	XII-41
6.1	Introducción	XII-41
6.2	Intercambiadores sumergidos Klamath	XII-41
6.3	Intercambiadores de calor exteriores	XII-42
6.3.1	Introducción	XII-42
6.3.2	Intercambiadores de placas	XII-42
6.3.3	Intercambiador coraza – tubo	XII-43
6.3.4	Intercambiadores de plástico	XII-43
7.	DISIPADORES DE CALOR FINALES	XII-43
8.	EQUIPOS DE MEDICIÓN Y CONTROL	XII-43
8.1	Introducción	XII-43
8.2	Detección de presencia de incrustaciones	XII-44
8.3	Agotamiento o sobreexplotación del recurso	XII-44
8.4	Ensuciamiento de intercambiadores de calor	XII-44
9.	AHORRO Y VIABILIDAD	XII-44
9.1	Introducción	XII-44
9.2	Coste unitario de la energía útil generada	XII-44
9.3	Ahorro económico	XII-45
9.4	Viabilidad	XII-45

Capítulo 4

INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA SOLAR	XII-47
1. INTRODUCCIÓN	XII-47
2. LA CONSTANTE SOLAR	XII-47
3. LA RADIACIÓN SOLAR	XII-47
3.1 Introducción	XII-47
3.2 Influencia de la atmósfera	XII-48
4. POSICIÓN DEL SOL	XII-48
4.1 Introducción	XII-48
4.2 El movimiento Tierra - Sol	XII-48
4.3 Ángulos básicos para establecer las coordenadas	XII-49
5. IRRADIACIÓN SOLAR EXTRATERRESTRE DIARIA	XII-50
6. UTILIZACIÓN DE TABLAS DE RADIACIÓN	XII-50
7. COMPONENTES DE UNA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA	XII-50
7.1 Descripción y funcionamiento de una instalación	XII-50
8. EL CAPTADOR SOLAR	XII-52
8.1 Descripción y tipología	XII-52

8.2	Componentes del captador plano	XII-53
8.2.1	Cubierta transparente	XII-53
8.2.2	Placa absorbente y tubos de intercambio	XII-53
8.2.3	Aislante	XII-54
8.2.4	Caja contenedora o carcasa	XII-54
8.3	Conexión de los captadores	XII-54
8.4	Balance energético	XII-55
8.5	Rendimiento térmico	XII-55
8.6	Área total, área de apertura y área de absorbedor	XII-56
9.	EL ACUMULADOR	XII-57
9.1	Descripción y tipología	XII-57
9.2	Clasificación	XII-57
10.	SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN SOLAR	XII-57
10.1	Introducción	XII-57
10.2	Clasificación	XII-58
10.3	Sistemas de absorción	XII-58
10.4	Sistemas de adsorción	XII-58
10.5	Sistemas de refrigeración solar mediante desecación y refrigeración evaporativa	XII-58

PARTE DÉCIMOTERCERA

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA	XIII-3
--------------------	--------