

MÓDULO 1. ANÁLISIS DE CARGAS TÉRMICAS

1.1	TRANSMISIÓN DE CALOR EN PAREDES PLANAS	12
1.1.1	Transmisión de calor por conducción	12
1.1.2	Transmisión de calor por convección.....	14
1.1.3	Transmisión de calor por radiación	16
1.1.4	Resistencia y transmitancia térmica de paredes planas compuestas.....	18
1.1.5	Coefficiente de transmisión térmica de acristalamientos.....	27
1.1.6	Coefficiente de transmisión térmica de huecos.....	31
1.2	DIFUSIÓN DE VAPOR A TRAVÉS DE LAS PAREDES	34
1.2.1	Condensaciones en paredes	34
1.2.2	Conceptos generales	35
1.2.3	Condensaciones superficiales	42
1.2.4	Condensaciones intersticiales	45
1.3	CONDICIONES DE PROYECTO	51
1.3.1	Condiciones climáticas exteriores de proyecto	51
1.3.2	Condiciones interiores de proyecto.....	54
1.3.3	Cargas de calefacción y cargas de refrigeración	54
1.4	CALIDAD DEL AIRE INTERIOR. VENTILACIÓN Y FILTRACIÓN.....	55
1.4.1	Calidad del aire interior y síndrome del edificio enfermo.....	55
1.4.2	Ventilación en viviendas y edificios no residenciales	57
1.4.3	Filtración de aire	61
1.5	CÁLCULO DE CARGAS DE CALEFACCIÓN	64
1.5.1	Concepto de carga de calefacción	64
1.5.2	Carga de calefacción debida a cerramientos	64
1.5.3	Carga de calefacción debida a infiltraciones / ventilación.....	79
1.5.4	Carga de calefacción total de un edificio. Coeficiente (U · A) del edificio	85
1.6	CÁLCULO DE CARGAS DE REFRIGERACIÓN.....	90
1.6.1	Concepto de carga de refrigeración	90
1.6.2	Almacenamiento de calor en la estructura del edificio	91
1.6.3	Carga de refrigeración debida a muros y cubiertas exteriores	92
1.6.4	Carga de refrigeración debida a radiación solar a través de vidrios	94
1.6.5	Carga de refrigeración debida a ganancias de calor por suelos y sótanos.....	100
1.6.6	Carga de refrigeración debida a ganancias de calor de locales no refrigerados.....	100
1.6.7	Carga de refrigeración debida a ganancias internas	100
1.6.8	Carga de refrigeración debida a infiltraciones / ventilación	108
1.6.9	Carga de refrigeración del local y carga de refrigeración del equipo	112
1.6.10	Resumen del cálculo de la carga de refrigeración.....	116

MÓDULO 2. PSICROMETRÍA Y CONDICIONES DE BIENESTAR

2.1	PROPIEDADES DEL AIRE HÚMEDO.....	120
2.1.1	Análisis de mezclas.....	120
2.1.2	Mezclas de gases ideales	121
2.1.3	Mezclas de agua y aire: aire húmedo	122
2.1.4	Temperatura de bulbo seco	124
2.1.5	Presión atmosférica	124
2.1.6	Presión de vapor saturado	125
2.1.7	Parámetros de humedad.....	126
2.1.8	Temperatura de punto de rocío.....	130
2.1.9	Densidad y volumen específico del aire húmedo.....	132
2.1.10	Entalpía del aire húmedo	133
2.1.11	Temperatura de saturación adiabática.....	137
2.1.12	Temperatura de bulbo húmedo	139
2.2	DIAGRAMAS Y PROCESOS BÁSICOS CON AIRE HÚMEDO	141
2.2.1	Diagramas psicrométricos.....	141
2.2.2	Líneas de proceso en el diagrama psicrométrico.....	146

2.2.3	Procesos de calentamiento y enfriamiento sensible	147
2.2.4	Proceso de saturación adiabática	149
2.2.5	Procesos de humidificación	150
2.2.6	Torre de refrigeración.....	159
2.2.7	Proceso de deshumidificación. Secado químico	161
2.2.8	Proceso de enfriamiento y deshumidificación	162
2.2.9	Proceso de mezclado de aire	171
2.2.10	Recuperación de energía.....	173
2.3	ANÁLISIS PSICROMÉTRICO EN SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE	176
2.3.1	Proceso de acondicionamiento de aire en verano.....	176
2.3.2	Proceso de acondicionamiento de aire en invierno.....	196
2.4	TRANSFORMACIONES PSICROMÉTRICAS EN UNA UTA.....	201
2.5	CONDICIONES DE BIENESTAR.....	210
2.5.1	Factores que afectan el bienestar térmico	210
2.5.2	Calor generado por el cuerpo humano	210
2.5.3	Condiciones para el confort térmico	213
2.5.4	Voto medio estimado (PMV)	214
2.5.5	Porcentaje estimado de insatisfechos (PPD)	216
2.5.6	Incomodidad térmica local	217

MÓDULO 3. REGULACIÓN Y CONTROL

3.1	CONCEPTOS BÁSICOS DE CONTROL.....	222
3.1.1	Los sistemas de control	222
3.1.2	Las señales en los sistemas de control.....	222
3.1.3	Sistemas de control de lazo cerrado y de lazo abierto	223
3.1.4	Características y propiedades de los sistemas de medida	228
3.1.5	Componentes de los sistemas de control.....	230
3.1.6	Dispositivos auxiliares de control	232
3.1.7	Unidades de regulación y control	233
3.2	SENSORES DE TEMPERATURA Y TERMOSTATOS	234
3.2.1	Instrumentos de medida de la temperatura.....	234
3.2.2	Termómetros de dilatación.....	235
3.2.3	Termómetros sensibles a la resistencia	236
3.2.4	Termopares	241
3.2.5	Sondas de temperatura en regulación y control	245
3.2.6	Termostatos.....	245
3.3	SENSORES DE HUMEDAD E HIGROSTATOS	251
3.3.1	Sensores de humedad.....	251
3.3.2	Higrostatos o reguladores de humedad.....	254
3.4	SENSORES DE PRESIÓN Y PRESOSTATOS	254
3.4.1	Sensores de presión	254
3.4.2	Presostatos o reguladores de presión	257
3.4.3	Sensores de flujo y flujostatos.....	258
3.5	VÁLVULAS DE REGULACIÓN	259
3.5.1	Regulación del caudal.....	259
3.5.2	Descripción general de las válvulas de regulación.....	259
3.5.3	Válvulas de dos vías modulantes	266
3.5.4	Válvulas de tres vías modulantes.....	278
3.5.5	Parámetros característicos de una válvula	281
3.6	REGULADORES	286
3.6.1	Sistema de regulación de bucle cerrado	286
3.6.2	Tipos de acciones de control	288
3.6.3	Reguladores de acción todo/nada	289
3.6.4	Reguladores de acción proporcional (P)	294
3.6.5	Reguladores de acción integral (I)	302
3.6.6	Reguladores de acción proporcional-integral (PI)	303
3.6.7	Reguladores de acción derivada (D)	305
3.6.8	Reguladores de acción proporcional-derivada (PD)	305
3.6.9	Reguladores de acción proporcional-integral-derivada (PID)	306

MÓDULO 4. PRODUCCIÓN TÉRMICA

4.1	PRODUCCIÓN DE FRÍO: CICLO DE COMPRESIÓN MECÁNICA	312
4.1.1	Procesos de producción de frío	312
4.1.2	Máquina frigorífica de compresión mecánica.....	312
4.1.3	Eficiencia de la máquina frigorífica de compresión mecánica.....	314
4.1.4	Determinación de las potencias de una máquina frigorífica	318
4.1.5	Plantas enfriadoras de ciclo de compresión mecánica.....	321
4.1.6	Torres de refrigeración	328
4.2	PRODUCCIÓN DE FRÍO: CICLO DE ABSORCIÓN	339
4.2.1	Máquina frigorífica de absorción	339
4.2.2	Eficiencia de la máquina frigorífica de absorción.....	340
4.2.3	Combinación refrigerante-absorbente (pares binarios).....	341
4.2.4	Máquina de absorción agua-bromuro de litio	343
4.2.5	Máquina de absorción amoníaco-agua	354
4.2.6	Selección de una máquina de absorción.....	356
4.2.7	Aprovechamientos alternativos.....	356
4.2.8	Aplicabilidad de las máquinas de absorción frente a las de compresión	357
4.3	PRODUCCIÓN DE CALOR: BOMBA DE CALOR.....	360
4.3.1	Bomba de calor y eficiencia energética	360
4.3.2	Depósitos de calor	360
4.3.3	Clasificación de las bombas de calor.....	362
4.3.4	Eficiencia estacional.....	363
4.3.5	Ahorro energético de una bomba de calor	366
4.3.6	El punto de equilibrio. Calefacción de apoyo	368
4.3.7	Elementos característicos de las bombas de calor	370
4.3.8	Selección de bombas de calor	372
4.3.9	Bombas de calor aerotérmicas.....	378
4.3.10	Bombas de calor geotérmicas	379
4.4	PRODUCCIÓN DE CALOR: CALDERAS	385
4.4.1	Combustibles y combustión	385
4.4.2	Clasificación de las calderas	391
4.4.3	Conjunto de generación de calor.....	395
4.4.4	Quemadores	396
4.4.5	Sistema de evacuación de humos	399
4.4.6	Potencias y rendimientos de la caldera	400
4.4.7	Calderas de condensación.....	402
4.4.8	Generadores de aire caliente.....	405

MÓDULO 5. TRANSPORTE DE FLUIDOS. TUBERÍAS Y CONDUCTOS

5.1	DINÁMICA DE FLUIDOS APLICADA A LA CLIMATIZACIÓN	408
5.1.1	Ecuación de continuidad	409
5.1.2	Ecuación general de la energía	409
5.1.3	Ecuación general de la energía expresada en alturas equivalentes.....	410
5.1.4	Ecuación general de la energía para un gas incompresible.....	415
5.1.5	Pérdidas de energía debidas a la fricción.....	420
5.1.6	Pérdidas de carga locales.....	437
5.1.7	Pérdidas de carga totales.....	449
5.1.8	Longitud de tubería equivalente.....	451
5.2	TUBERÍAS Y CONDUCTOS	457
5.2.1	Materiales empleados en tuberías	457
5.2.2	Soportes de tuberías.....	469
5.2.3	Aislamiento térmico de tuberías.....	473
5.2.4	Materiales empleados en conductos	480
5.2.5	Aislamiento térmico de conductos	484
5.3	BOMBAS CENTRÍFUGAS Y VASOS DE EXPANSIÓN	487
5.3.1	Fundamentos de las bombas centrífugas.....	487
5.3.2	Análisis energético de una bomba centrífuga	491
5.3.3	Cavitación y NPSH	496

5.3.4	Curvas características de las bombas	504
5.3.5	Curva característica de la instalación y punto de funcionamiento.....	510
5.3.6	Expansión del agua y protección contra la sobrepresión	518
5.4	VENTILADORES Y DIFUSIÓN DE AIRE	522
5.4.1	Clasificación de los ventiladores.....	522
5.4.2	Análisis energético de un ventilador	524
5.4.3	Curvas características de los ventiladores	526
5.4.4	Curva característica de la instalación y punto de funcionamiento.....	529
5.4.5	Difusión de aire.....	532
5.5	CÁLCULO DE SISTEMAS DE TUBERÍAS	549
5.5.1	Procedimiento de cálculo de una red de tuberías.....	549
5.5.2	Estimación del caudal de agua.....	549
5.5.3	Pérdida de carga en un circuito cerrado	550
5.6	CÁLCULO DE SISTEMAS DE CONDUCTOS.....	559
5.6.1	Métodos de dimensionado de conductos de aire.....	559
5.6.2	Estimación del caudal de aire	560
5.6.3	Método de pérdida de presión constante	563
5.6.4	Método de recuperación de presión estática	565

MÓDULO 6. SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

6.1	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN	578
6.1.1	Clasificación de los sistemas de climatización	578
6.1.2	Descripción general de instalaciones de calefacción y aire acondicionado.....	579
6.1.3	Sistemas por agua (<i>All-water systems</i>)	580
6.1.4	Sistemas por aire (<i>All-air systems</i>)	581
6.2	SISTEMAS POR REFRIGERANTE	583
6.2.1	Concentración máxima admisible de gas refrigerante	583
6.2.2	Equipos divididos simples (<i>splits</i>).....	584
6.2.3	Equipos divididos múltiples (<i>multi-splits</i>)	585
6.2.4	Sistemas de caudal de refrigerante variable (VRV)	585
6.3	SISTEMAS POR AGUA	590
6.3.1	Descripción de los sistemas por agua	590
6.3.2	Sistema de un tubo (monotubo)	591
6.3.3	Sistema de dos tubos (bitubo).....	592
6.3.4	Sistema de tres tubos	594
6.3.5	Sistema de cuatro tubos.....	594
6.3.6	Unidades terminales: radiadores.....	595
6.3.7	Unidades terminales: fan-coils	603
6.3.8	Unidades terminales: aerotermos	605
6.3.9	Superficies radiantes: calefacción por suelo radiante	606
6.4	SISTEMAS POR AIRE	616
6.4.1	Descripción de los sistemas por aire.....	616
6.4.2	Unidades de tratamiento de aire.....	616
6.4.3	Sistemas unizona de caudal constante.....	627
6.4.4	Sistemas unizona de caudal constante con postcalentamiento	628
6.4.5	Sistemas de doble conducto.....	629
6.4.6	Sistemas multizona	630
6.4.7	Sistemas de caudal de aire variable	631
6.4.8	Climatización de piscinas	633