

ÍNDICE

Hidráulica de las conducciones	19
1.1 Hidráulica. Generalidades.....	19
1.1.1 Masa y densidad.....	19
1.1.2 Peso específico	20
1.1.3 Viscosidad	20
1.1.4 Tensión superficial y capilaridad	22
1.2 Hidrostática.....	23
1.2.1 Concepto de presión	24
1.2.2 Presión hidrostática	25
1.2.3 Teorema general de la hidrostática	26
1.2.4 El principio de los vasos comunicantes	27
1.2.5 El principio de Pascal.....	27
1.2.6 El principio de Arquímedes	28
1.3 Hidrodinámica.....	30
1.3.1 Definiciones y conceptos	30
1.3.2 Ley de continuidad	31
1.3.3 Alturas geométricas, piezométrica y cinética	31
1.3.4 Teorema de Bernoulli	32
1.3.5 Movimiento del agua a presión en tuberías	32
1.3.6 Pérdidas de carga lineales	33
1.3.6.1 Fórmula de Flamant.....	36
1.3.6.2 Número de Reynolds	36
1.3.6.3 Rugosidad de las tuberías	38
1.3.6.4 Fórmula de Colebrook-White.....	38
1.3.6.5 Pérdidas de carga localizadas.....	40
1.3.7 Golpe de ariete.....	42
1.3.7.1 Fórmulas de Michaud y Allievi.....	45
1.3.8 Código técnico español y golpe de ariete.....	48
Físico-química del agua	51
2.1 Características físicas del agua.....	51
2.1.1 Caracteres organolépticos.....	51
2.2 Características químicas del agua	52
2.3 Otras propiedades físico-químicas del agua.....	53
2.3.1 Celda electroquímica	55
2.4 Corrosión.....	56
2.4.1 Corrosión electroquímica	56
2.4.2 Efectos indeseables de la corrosión	56
2.4.3 Mecanismo de la corrosión	58
2.5 Tipos de corrosión.....	58
2.5.1 Por la naturaleza de la sustancia corrosiva.....	58

2.5.2	Por los mecanismos de corrosión	59
2.5.2.1	Corrosión galvánica	61
2.5.3	Por la apariencia del metal corroído	62
2.5.4	Protección contra la corrosión	64
2.6	Dureza del agua	65
2.7	Índices de estabilidad del agua	66
2.7.1	Índice de saturación de Langelier (IS).....	67
2.7.2	Índice de estabilidad de Ryznar (IR)	68
2.7.3	Índice de Lucey	68
2.8	Incrustaciones	68
2.8.1	Mecanismo de la incrustación	68
	Anexo al capítulo 2. Características corrosivas o incrustantes	71

Tratamientos domésticos y terciarios del agua..... 73

3.1	Tratamientos clásicos	76
3.1.1	Aireadores	76
3.1.2	Filtración	76
3.1.3	Dosificadores de inhibidores.....	77
3.1.4	Protección catódica contra la corrosión	78
3.1.5	Descalcificadores	79
3.1.6	Desmineralización parcial.....	80
3.1.7	Osmosis inversa (desmineralización total)	80
3.1.8	Filtración con carbón activo	81
3.1.9	Cloración.....	81
3.1.10	Erradicación térmica (desinfección térmica ocasional).....	82
3.2	Desinfección de la Legionella.....	82
3.2.1	Hipercloración	83
3.2.2	Desinfección térmica (sobrecalentamiento del agua)	83
3.3	Nuevas aplicaciones	83
3.3.1	Enriquecimiento en gas carbónico.....	83
3.3.2	Enriquecimiento en oxígeno	84
3.3.3	Carbón activo más resina intercambiadora de iones	84
3.3.4	Ozonización.....	84
3.3.5	Ionizadores cobre-plata.....	84
3.4	Descalcificadores no convencionales PWT	87
3.4.1	Descalcificadores PWT sin alimentación eléctrica	87
3.4.1.1	Imanes permanentes	88
3.4.2	Descalcificadores PWT con alimentación eléctrica.....	88
3.4.2.1	Electromagnéticos (solenoides)	89
3.4.2.2	Electrónicos	89
3.4.2.3	Electrolíticos	90
3.4.2.4	Electrostáticos	90
3.5	Otros tratamientos	91
3.5.1	Tratamientos mixtos compuestos	91
3.5.2	Ultrasonidos y sus aplicaciones	93
3.5.2.1	Inactivación microbiana por ultrasonidos	94
3.5.2.2	Aplicación en bañeras de hidromasaje	94
3.5.3	Unidades de pasteurización	95

Captación, tratamiento y distribución del agua en origen 97

4.1	Instalaciones de captación y tratamiento del agua.....	97
4.1.1	Captación del agua	97
4.1.1.1	Aguas superficiales.....	98
4.1.1.2	Manantiales.....	98
4.1.1.3	Aguas subterráneas.....	98
4.1.1.4	Desalinización y otros recursos.....	101
4.2	Tratamiento del agua en origen	104
4.2.1	Desbaste y filtrado	104
4.2.2	Preoxidación	104
4.2.3	Coagulación-Floculación	104
4.2.4	Sedimentación-Decantación.....	105
4.2.5	Filtración.....	106
4.2.6	Absorción	106
4.2.7	Desinfección	106
4.2.8	Otros tratamientos.....	107
4.3	Distribución del agua – Redes de abastecimiento	108
4.3.1	Tipos de tubería	108
4.3.1.1	Tuberías de impulsión-distribución	109
4.3.1.2	Tuberías principales o arterias	109
4.3.1.3	Tuberías secundarias.....	109
4.3.2	Redes de distribución.....	109
4.3.2.1	Red ramificada	109
4.3.2.2	Red mallada	110
	Red Mallada	111
	Red Ramificada	111
4.3.2.3	Red mixta	111
4.3.3	Configuración de las redes de abastecimiento según su estructura.....	112
4.3.3.1	Redes de un solo piso	112
4.3.3.2	Redes escalonadas.....	113
4.3.3.3	Redes por impulsión	113
4.3.4	Tipología de los principales elementos de las redes de distribución exterior	113
4.3.4.1	Depósitos	113
4.3.4.2	Tuberías	114
4.3.4.3	Valvulería.....	115
4.3.4.4	Elementos complementarios.....	116

Instalaciones de suministro y distribución de agua sanitaria... 117

5.1	Descripción, diseño y tipología	117
5.1.1	Acometidas y tipología de suministro	117
5.1.1.1	Acometidas y suministro mediante contador general único	118
5.1.1.2	Acometidas y suministro mediante contadores aislados.....	118
5.1.1.3	Acometidas y suministro mediante contadores divisionarios ...	119
5.1.1.4	Consideraciones particulares.....	120
5.2	Estructura de las instalaciones interiores	121
5.2.1	Acometidas	121

5.2.2	Instalación general.....	122
5.2.2.1	Dispositivos de protección en la instalación general	124
5.2.2.1.1	Filtro general	124
5.2.2.1.2	Válvulas de retención o antirretorno	125
5.2.2.1.3	Baterías de contadores divisionarios.....	125
5.2.2.1.4	Tuberías ascendentes - montantes	126
5.2.2.1.5	Distribuidor principal	128
5.2.3	Instalación particular	129
5.2.3.1	Sistemas de distribución interior	130
5.2.3.1.1	Recorrido horizontal por la parte alta del local o cuarto húmedo.....	130
5.2.3.1.2	Sistemas de distribución interior mediante «tes»	131
5.2.3.1.3	Sistemas de distribución interior mediante «distribuidores»	131
5.2.3.1.4	Sistemas de distribución por colector/es individuales... 132	
5.2.3.1.5	Sistemas de distribución por colector/es centralizado/s 133	
5.3	Suministro mediante equipos de sobreelevación	135
5.3.1	Equipos de presión convencionales: hidroneumáticos.....	136
5.3.2	Pequeños equipos de presión constante	137
5.3.3	Equipos con variador de velocidad	137
5.3.4	Normativa.....	139
5.3.5	Variantes en el suministro con equipos de presión.....	139
5.3.6	Suministro mediante depósitos elevados	140
5.3.7	Suministro de agua para instalaciones contra incendios	141
5.4	Suministros especiales – Redes con intervención de fluxores	141
5.5	Criterios generales de ejecución y montaje	142
5.6	Criterios particulares de ejecución y montaje.....	144
5.6.1	Instalación y montaje de la red de tuberías.....	144
5.6.1.1	Tuberías enterradas.....	145
5.6.1.2	Tuberías vistas	146
5.6.1.3	Tuberías ocultas	150
5.7	Prueba de las instalaciones terminadas	151
5.8	Componentes de las instalaciones de agua fría sanitaria.....	153
5.8.1	Tuberías, accesorios y sus uniones.....	155
5.8.1.1	Tuberías de naturaleza metálica	157
5.8.1.1.1	Tuberías de acero galvanizado	157
5.8.1.1.2	Tuberías de acero inoxidable.....	159
5.8.1.1.3	Tuberías de cobre	162
5.8.1.2	Consideraciones especiales relativas a los materiales metálicos 164	
5.8.1.3	Tuberías de naturaleza plástica.....	166
5.8.1.3.1	Tuberías de polietileno (PE)	167
5.8.1.3.2	Tuberías de polietileno reticulado (PE-X).....	170
5.8.1.3.3	Tuberías de polipropileno (PP-R y PPR-CT)	172
5.8.1.3.4	Tuberías de polibutileno (PB).....	174
5.8.1.3.5	Tuberías multicapa (MC)	176
5.8.1.4	Marcado y trazabilidad de las tuberías plásticas.....	178
5.8.2	Aislamientos para tuberías	179
5.8.2.1	Normativa	179

5.8.2.2	Materiales utilizados para el aislamiento de tuberías	181
5.8.2.3	Formato de los materiales utilizados como aislamiento	183
5.8.2.4	Proceso de trabajo para el aislamiento de tuberías de pequeño diámetro	184
5.8.2.5	Protección de tuberías ocultas y embebidas o empotradas bajo tabique, suelos y/o techos técnicos	185
5.8.2.6	Protección exterior de tuberías vistas y en superficie.....	186
5.8.3	Elementos para la fijación de tuberías	187
5.8.3.1	Normativa	188
5.8.3.2	Tipología de los elementos utilizados para la fijación de tuberías.....	188
5.8.4	Válvulas de paso y dispositivos de control y regulación	190
5.8.4.1	Partes de una válvula	190
5.8.4.2	Denominación de las válvulas	190
5.8.4.3	Válvulas de paso	191
5.8.4.4	Válvulas y dispositivos para control y regulación	194
5.8.5	Contadores.....	201
5.8.5.1	Tipología de contadores de agua	201
5.8.5.2	Características de funcionamiento e introducción a la metrología específica	206
5.8.6	Bombas y equipos para la presurización del agua.....	208
5.8.6.1	Bombas centrífugas. Funcionamiento	208
5.8.6.2	Partes principales de una bomba centrífuga.....	211
5.8.6.3	Funcionamiento y arranque de una bomba	215
5.8.6.4	Parámetros de selección de una bomba. Curvas de trabajo	215
5.8.6.5	Conexión de varias bombas (Serie y Paralelo)	222
5.8.6.6	Elementos complementarios de un equipo hidroneumático	223
5.8.6.7	Variadores de frecuencia en bombas y grupos de presión.....	225
Anexo 1	227
Anexo 2	228

Aparatos sanitarios y griferías 233

6.1	Aparatos sanitarios.....	233
6.1.1	Lavabos y lavamanos	234
6.1.2	Inodoros	238
6.1.3	Bidés	241
6.1.4	Bañeras y spas	242
	Bañeras de material sintético	243
	Bañeras de plancha de acero esmaltada.....	243
	Bañeras de hierro fundido esmaltado	243
6.1.5	Platos de ducha	245
6.1.6	Cabinas de hidromasaje.....	246
6.1.7	Fregaderos.....	247
6.1.8	Instalación eléctrica de las zonas húmedas.....	248
6.2	Área de actividad y zona de circulación.....	252
6.3	Griferías.....	253
6.3.1	Griferías simples	257
6.3.2	Griferías mezcladoras.....	257

6.3.2.1 Mezcladores bimando	258
6.3.2.2 Mezcladores monomando	259
6.3.2.3 Mezcladores termostáticos	261
6.3.2.4 Griferías temporizadas.....	263
6.3.2.5 Griferías electrónicas	264

Cálculo de las instalaciones de agua fría 269

7.1 Bases del cálculo hidráulico	269
7.2 Determinación del caudal de cálculo (Qc).....	274
7.3 Expresiones del coeficiente de simultaneidad	274
7.3.1 Métodos de cálculo del coeficiente de simultaneidad	274
7.3.1.1 Normativa francesa	275
7.3.1.2 Norma Europea	276
7.3.1.3 Normas Españolas	276
7.3.1.4 Cálculo de probabilidades.....	278
7.4. Cálculo según Norma UNE 149201.....	279
7.5 Cálculo de la pérdida de carga.....	281
7.5.1 Pérdidas de cargas continuas o lineales.....	281
7.5.2 Pérdidas de carga aisladas.....	282
7.6 Mecánica del cálculo	284
7.7 Cálculo grupos de presión	285
7.8 Ejemplos de cálculo	286
7.8.1 Ejemplo 1. Edificio de viviendas.....	286
7.8.2 Ejemplo 2. Edificio de oficinas.....	290
7.8.3 Ejemplo 3. Edificio de viviendas y aula de formación	294
7.9 Dimensionado y características de la red de agua caliente	304
7.10 Apéndice I (Tablas de caudal probable)	307
7.11 Apéndice II (Curvas de caudales probables).....	311

Instalaciones de evacuación interior de aguas residuales

y pluviales 317

8.1 Descripción, diseño y tipología	317
8.1.1 Red separativa	317
8.1.2 Red seudoseparativa o mixta.....	318
8.1.3 Red de evacuación forzada	319
8.2 Estructura de las instalaciones interiores de evacuación de aguas por gravedad.....	321
8.2.1 Pequeña evacuación	322
8.2.2 Red de bajantes.....	324
8.2.3 Red general de colectores	326
8.2.4 Acometida.....	328
8.2.5 Fosa séptica.....	330
8.2.6 Red de ventilación	332
8.2.6.1 Tipos de redes de ventilación	334
8.3 Estructura de las instalaciones interiores de evacuación de aguas por vacío....	338
8.3.1 Funcionamiento y componentes de la red de evacuación de aguas residuales por vacío.....	339

8.3.1.1	Estación de vacío	339
8.3.1.2	Válvula de interfase	340
8.3.1.3	Depósito de vertidos o recogida de aguas residuales	341
8.3.1.4	Los aparatos - Inodoros por vacío, principio de funcionamiento	342
8.3.1.5	La red de tuberías	343
8.3.2	Funcionamiento de la red de evacuación de aguas pluviales por vacío – drenaje sifónico	344
8.4	Prueba de las instalaciones terminadas	346
8.4.1	Pruebas parciales	347
8.4.2	Pruebas totales	347
8.4.3	Otras pruebas no contempladas en el HS5 del CTE	348
8.5	Componentes de las instalaciones de evacuación interior de agua en edificios	349
8.5.1	Tuberías para evacuación de aguas residuales y pluviales	349
8.5.1.2	Tuberías plásticas para evacuación de agua	349
8.5.1.2.1	Policloruro de vinilo (PVC)	350
8.5.1.2.2	Tubería de Polipropileno (PP-HT)	353
8.5.1.2.3	Marcado e identificación de tuberías - trazabilidad	356
8.5.2	Canalones para la recogida de aguas pluviales	356
8.5.3	Arquetas y sumideros	359
8.5.3.1	Arquetas	359
8.5.3.2	Sumideros	359
8.5.4	Válvulas, sifones y dispositivos de control	360
8.5.4.1	Válvulas de descarga para aparatos sanitarios y/o limpieza	360
8.5.4.2	Cierres hidráulicos / Sifones:	360
8.5.5	Separadores de grasas	362
8.5.6	Sistema de impulsión forzada – bombas y pozos de bombeo	364
8.5.6.1	Arqueta, pozo o receptáculo de vertido de aguas residuales	366
8.5.6.2	Sistema de control de nivel - hidroniveles, sondas o boyas	366
8.5.6.3	Sistema de acoplamiento y anclaje de la bomba	366
8.5.6.4	Estaciones de bombeo	367
8.6	Cálculo de instalaciones de evacuación de agua	369
8.6.1	Cálculo de instalaciones de evacuación de agua, según apartado HS5 del CTE	369
8.6.2	Cálculo de derivaciones individuales	370
8.6.3	Cálculo del colector interior de derivación	371
8.6.4	Cálculo de los bajantes de aguas residuales	372
8.6.5	Cálculo de los colectores de aguas residuales	373
8.6.6	Cálculo de las arquetas de aguas residuales	374
8.7	Redes de aguas pluviales	374
8.7.1	Cálculo del régimen pluviométrico característico	374
8.7.2	Método de dimensionado	375
8.7.3	Cálculo de bajantes de aguas pluviales	376
8.7.4	Cálculo de los colectores generales de aguas pluviales	377
8.7.5	Cálculo de los colectores mixtos residuales-pluviales	377
8.7.6	Cálculo de las arquetas de aguas pluviales	378
8.7.7	Cálculo de los canalones y bandejas de recogida de aguas pluviales	378

8.7.8 Cálculo de los sumideros y calderetas de suelo para recogida de aguas pluviales	380
8.8 Redes de ventilación.....	381
8.8.1 Dimensionado de la red o tramo de ventilación primaria	381
8.8.2 Dimensionado de la red de ventilación secundaria	381
8.8.3 Dimensionado de la red de ventilación terciaria.....	383
8.9 Dimensionado de las acometidas.....	384
8.10 Dimensionado del equipo de evacuación forzada.....	387
8.10.1 Introducción – Parámetros iniciales.....	387
8.10.2 Caudal de la bomba	387
8.10.3 Presiones de actuación.....	388
8.10.4 Diámetro de las conducciones de impulsión.....	388
8.10.5 Volumen del pozo o depósito de vertido.....	389
8.10.6 Potencia eléctrica de la bomba.....	390
8.10.7 Cálculo de instalaciones de evacuación de agua en edificios, según Norma UNE 12056.....	391
8.10.7.1 Red de aguas residuales.....	391
8.10.7.1.1 Caudal de evacuación de aguas residuales.....	391
8.10.7.1.2 Diámetro de los tramos de pequeña evacuación	393
8.10.7.1.3 Diámetro de los bajantes de aguas residuales	394
8.10.7.1.4 Diámetro de los colectores de aguas residuales.....	395
8.10.7.2 Red de aguas pluviales.....	396
8.10.8 Cálculo de instalaciones de evacuación agua por vacío	398
8.10.8.1 Red de aguas residuales	398
8.10.8.2 Red de aguas pluviales	401
8.10.8.3 Volumen de evacuación y número de sumideros por cubierta ...	401
8.10.8.4 Red de tuberías	402
8.10.9 Ejemplo de cálculo	402
8.10.9.1 Ejemplo de cálculo de una instalación de evacuación por gravedad, en viviendas, según criterios del Código Técnico de la Edificación (DB HS5 – CTE).....	402
8.10.9.1.2 Criterios iniciales	404
8.10.9.1.3 Dimensionado de la red de pequeña evacuación.....	405
8.10.9.1.4 Dimensionado de la red de bajantes de aguas residuales	406
8.10.9.1.5 Dimensionado de la red de bajantes de aguas pluviales	406
8.10.9.1.6 Dimensionado de la red del tramo de ventilación primaria	407
8.10.9.1.7 Dimensionado de la red del tramo de ventilación secundaria	407
8.10.9.1.8 Dimensionado de colectores generales y colector mixto.....	407

Instalaciones para un consumo sostenible. Reutilización de aguas grises y pluviales..... 409

9.1 El agua, un recurso energético natural, limitado y escaso	410
9.2 Equipos y dispositivos habituales en la red interior de suministro de agua	411

9.3 Equipos y dispositivos habituales de la red interior de evacuación de agua.....	416
9.4 Reutilización de aguas grises en edificios	419
9.4.1 La normativa vigente	419
9.4.2 Criterios de calidad de las aguas grises tratadas	420
9.4.3 Sistemas centralizados de reutilización de aguas grises.....	421
9.4.4 Sistemas descentralizados de reutilización de aguas grises	427
9.4.5 El sistema de control y tratamiento del agua en los equipos de reutilización de aguas grises.....	432
9.4.6 Criterios de diseño y cálculo de la instalación	433
9.5 Reutilización de aguas pluviales en edificios	434
9.5.1 Funcionamiento	435
9.5.2 Componentes	436
9.5.2.1 El filtro de agua pluvial	436
9.5.2.2 El depósito de pluviales	439
9.5.2.3 El sistema de tratamiento del agua en la cisterna	441
9.5.3 Cálculo del sistema de reutilización de aguas pluviales.....	443

Mantenimiento de las instalaciones de distribución y suministro de agua sanitaria. Calificación energética de los edificios 445

10.1 Definiciones	445
10.2 Tipos de mantenimiento.....	446
10.3 El libro del Edificio	447
10.3.1 Instalaciones de saneamiento.....	448
10.3.1.1 Bajantes de aguas residuales y pluviales	448
10.3.2 Instalaciones de suministro de agua	450
10.3.2.1 Acometidas	451
10.3.2.2 Depósitos y grupos de presión	451
10.3.2.3 Contadores	454
10.3.2.4 Montantes.....	455
10.3.2.5 Instalación interior	457
10.3.3 Utilización y mantenimiento de instalaciones de reutilización de aguas grises y pluviales	459
10.4 Productos defectuosos. Garantías.....	460
10.5 Inspección Técnica del Edificio (ITE)	461
10.6 Código Técnico de la Edificación (CTE)	461
10.7 Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)	463
10.8 Calificación energética de los edificios	464
10.8.1 ACS y emisiones de CO ₂	465
10.8.2 Ciclo del agua y emisiones de CO ₂	468
Consumo energético del ciclo integral del agua	468
10.8.3 Aspectos medioambientales de los productos que utilizan energía y agua.....	469

Simbología y esquemas 471

11.1 Simbología en instalaciones de suministro de agua	471
11.1.1 Simbología según HS4 - CTE -1.....	471

11.1.2 Esquema de red con contador general según HS4 - CTE	474
11.1.3 Esquemas de red con contadores aislados según HS4 - CTE	474
11.1.4 Simbología orientativa, no normalizada por CTE	477
Glosario.....	481
Bibliografía.....	495
Agradecimientos	497