

Índice general

1. Preámbulo a la corrosión.....	1
1.1 Introducción	1
1.2 Materiales de construcción	3
1.3 Las tuberías.....	4
2. Corrosión de los metales	7
2.1 Definición.....	7
2.2 Mecanismo de la corrosión.....	8
2.3 Morfotipos de la corrosión	9
2.4 Corrosión galvánica, bimetálica o electrolítica	19
2.5 Series electroquímicas y galvánicas	25
2.6 Diagramas de corrosión	32
2.7 Corrosión selectiva de las aleaciones.....	35
2.8 Corrosión atmosférica	37
2.9 Clasificación de las atmósferas	39
2.10 Calibración de la agresividad de la atmósfera.....	40
2.11 Condiciones de la corrosión según tipo de atmósferas	41
2.12 Contaminantes atmosféricos corrosivos	44
2.13 Compuestos de azufre.....	46
2.13.1 Óxidos de azufre	46
2.13.2 El dióxido de azufre o anhídrido sulfuroso (SO ₂).....	47
2.13.3 El sulfuro de hidrógeno (H ₂ S)	47
2.14 Compuestos de nitrógeno.....	47
2.14.1 Los óxidos de nitrógeno (NO _x)	49
2.15 Compuestos de carbono.....	49
2.16 Ozono (O ₃)	52
2.17 Compuestos orgánicos volátiles (COV)	53
2.18 Lluvia ácida	55
2.19 Corrientes vagabundas o erráticas.....	58
2.20 Aireación diferencial (Efecto Evans).....	61
2.21 Corrosión bajo depósito	63
2.22 Pila geológica o diferencias de composición del medio.....	65
2.23 Biocorrosión.....	67
2.23.1 Corrosión anaerobia.....	69
2.23.2 Corrosión aerobia	72

3. Degradación de la piedra	75
3.1 Materiales pétreos naturales.....	75
3.2 Aspectos físicos de los materiales.....	76
3.2.1 Granitos	77
3.2.2 Mármoles	79
3.2.3 Pizarras	80
3.2.4 Piedras areniscas.....	81
3.3 Mal de piedra	82
3.3.1 Causas externas del mal de piedra	83
3.3.2 Meteorización por insolación	85
3.3.3 Causas internas del mal de piedra.....	88
3.4 Formas de deterioro	89
3.5 Eflorescencias	92
3.6 Costra negra	97
3.7 Métodos de limpieza y conservación	99
4. Aspectos fisicoquímicos del agua potable	103
4.1 Generalidades	103
4.2 Características fisicoquímicas del agua.....	105
4.3 Temperatura del agua	108
4.4 Presión de servicio	110
4.5 Velocidad de circulación.....	110
4.6 Componentes principales del agua.....	116
4.7 Concentraciones acuosas	117
4.7.1 Expresión de su composición	117
4.7.2 Principio de electroneutralidad	120
4.8 Sólidos: TDS y DR	121
4.9 Contenido en oxígeno disuelto (OD).....	123
4.10 Contenido de anhídrido carbónico	124
4.11 Cloración, sobrecloración e hipercloración	125
4.12 Sales minerales disueltas.....	129
4.13 Contenidos de cloruros y sulfatos.....	130
4.14 Contenidos de nitratos y nitritos	131
4.15 contenidos de hierro y manganeso	132
4.16 contenido en sílice	135
4.17 Dureza	135
4.18 Alcalinidad	142
4.19 Caracteres organolépticos.....	142

4.20 Conductividad eléctrica	146
4.21 pH del agua	148
5. Índices de estabilidad del agua.....	151
5.1 Introducción	151
5.2 Índices de estabilidad del agua.....	153
5.3 Índice de Langelier (IS)	155
5.4 Índice de Stiff y Davis (Silt Density Index).....	157
5.5 Índice de estabilidad de Ryznar (IR)	158
5.6 Índice de Larson y Duswell.....	158
5.7 Índice de Larson – Skold	158
5.8 Otros índices y diagramas	159
5.9 Recomendaciones	163
5.10 Ejemplos e interpretación de los resultados	166
6. Corrosión exterior e interior de los conductos	177
6.1 Corrosión exterior	177
6.2 Protección catódica	184
6.3 Ánodos de sacrificio.....	188
6.3.1 aleaciones para ánodos de sacrificio	189
6.3.2 Diseño de ánodos de sacrificio	191
6.4 Protección catódica por corriente impresa	191
6.5 Corrosión interior	196
6.6 Presencia de impurezas en la red	203
6.7 Erosión, cavitación y corrosión.....	204
6.8 Control de la corrosión/reducción del oxígeno	207
6.9 Efectos del biofilm.....	208
6.10 Microorganismos que intervienen en la biocorrosión.....	214
6.11 Corrosión biológica.....	218
6.12 Prevención de la corrosión interna	218
6.13 Sistemas de inspección de tuberías	220
7. Incrustaciones	225
7.1 Incrustaciones calcáreas	226
7.2 Origen de los precipitados incrustantes.....	229
7.3 Manifestaciones de las incrustaciones	231
7.4 Formación de las incrustaciones.....	233
7.5 Incrustación en los circuitos cerrados de calefacción	239

7.6	Métodos de tratamiento	242
7.7	Intercambiador iónico	243
7.8	Precipitación química	245
8.	Tratamientos domésticos del agua potable	249
8.1	Tratamientos del agua	249
8.2	Principales razones para el tratamiento	252
8.3	Métodos desincrustantes	254
8.4	Sistemas clásicos	256
8.5	Nuevos sistemas	265
8.6	Procedimientos no convencionales (PWT)	266
8.7	Test de la DVGW W-512 (Alemania)	268
8.8	Tipos de descalcificadores PWT	
9.	Corrosión en aleaciones férricas	275
9.1	Materiales de las tuberías para agua de consumo	275
9.2	Generalidades sobre las aleaciones férricas	279
9.3	Fundición gris y dúctil	280
9.4	Clasificación del acero	286
9.5	Hierro negro (acero negro)	288
9.6	Tuberías de acero galvanizado	292
9.6.1	Tubos de acero sin soldadura	301
9.6.2	Tubos de acero soldados longitudinalmente	302
9.7	Aceros inoxidables	306
9.7.1	Influencia de la composición química sobre la corrosión	309
9.8	Usos en arquitectura del acero inoxidable	313
9.8.1	Fenómenos de corrosión en aplicaciones arquitectónicas	313
9.9	Tuberías de acero inoxidable	315
9.9.1	Corrosión en las tuberías de acero inoxidable	316
9.9.2	Rouging	320
10.	Corrosión en metales y aleaciones no férricas	325
10.1	Plomo y sus características	325
10.1.1	Tuberías de plomo	326
10.1.2	Corrosión del plomo	328
10.2	Aluminio y sus características	329
10.2.1	Corrosión del aluminio	331
10.2.2	Aleaciones de aluminio	340
10.3	Estaño y sus características	342
10.3.1	Hojalata	344

10.4 Cinc y sus características.....	346
10.4.1 Aleaciones de cinc	347
10.4.2 Corrosión del cinc.....	348
10.4.3 Aleaciones Zamak	350
10.5 Cobre y sus características	356
10.5.1 Tuberías de cobre.....	357
10.6 Corrosión del cobre. Monograma de Lucey.....	364
10.7 Aleaciones de cobre	373
10.7.1 Latones.....	374
10.7.2 Bronces	377
11. Protección de los metales frente a la corrosión	381
11.1 Generalidades	381
11.2 Protección anódica	382
11.3 Protección con inhibidores	382
11.4 Revestimientos metálicos.....	384
11.5 Protección del acero mediante el cinc.....	387
11.6 Galvanización en caliente	393
11.6.1 Corrosión blanca.....	394
11.7 Recubrimientos electrolíticos	396
11.7.1 Recubrimiento de cobre.....	398
11.7.2 Recubrimiento de níquel.....	399
11.7.3 Recubrimiento de cromo.....	399
11.8 Anodizado	400
11.9 Recubrimientos superficiales duros.....	402
11.9.1 Aplicaciones del PVD	407
11.10 Revestimientos orgánicos	411
11.11 Pinturas	412
11.11.1 Pinturas anticorrosivas e imprimaciones	417
11.11.2 Pinturas a base de plomo	419
11.11.3 Pinturas a base de cinc.....	420
11.11.4 Pinturas epoxi	421
11.12 Pinturas – Ampollado y delaminación catódica.....	422
11.12.1 Ampollado de la película	422
11.12.2 Delaminación catódica.....	424
11.12.3 Otros recubrimientos para tuberías	426
12. Polímeros sintéticos	429
12.1 Plásticos. Clasificación.....	429
12.2 Degradación y envejecimiento de los materiales de síntesis...	419

12.3 Aditivos para los polímeros	439
12.4 Tipos de ensayos de caracterización.....	442
12.5 Razones del pintado de plásticos	444
12.6 Tuberías de plástico	444
12.6.1 Difusión en materiales termoplásticos.....	456
12.6.2 Modalidades de difusión.....	457
12.6.3 Difusión del oxígeno.....	460
12.7 Polietileno (PE)	461
12.7.1 Polietileno reticulado (PEX).....	470
12.8 Policloruro de vinilo (PVC)	476
12.9 Polifloruro de vinilideno (PVDF).....	481
12.10 Polipropileno (PP).....	482
12.11 Polibutileno (PB).....	485
12.12 Tuberías multicapa	487
13. Materiales cerámicos.....	493
13.1 Generalidades	493
13.2 Ladrillos	494
13.2.1 Lesiones originadas durante la fabricación del ladrillo	495
13.2.2 Lesiones causadas por el agua	496
13.2.3 Lesiones por acciones mecánicas	497
13.3 Morteros.....	497
13.3.1 Lesiones originadas por el mortero.....	499
13.4 Vidrios	499
13.4.1 Resistencia química	501
13.4.2 Resistencia mecánica.....	503
13.5 Hormigones.....	504
13.5.1 Componentes del hormigón armado.....	505
13.5.2 Agresiones externas	508
13.6 Corrosión de las armaduras	512
13.7 Corrosión inducida por cloruros.....	515
13.8 Corrosión inducida por sulfatos.....	518
13.9 Carbonatación.....	520
13.10 Acción del agua	527
13.10.1 Acción de las disoluciones ligeramente ácidas.....	528
13.10.2 Acción de las sales en disolución acuosa.....	530
13.10.3 Recomendaciones y medidas prácticas.....	531
13.11 Aluminosis.....	533
13.12 Tuberías de hormigón armado para presión	538

13.13 Corrosión por SO_4H_2 biogénico.....	540
Normas relativas a la corrosión	543
Glosario	555
Bibliografía.....	579