

Índice

Prólogo	15
Presentación	19
Perfil académico de los autores	23
Capítulo I. Transcendencia de la corrosión atmosférica marina del acero al carbono	27
Capítulo II. Conceptos básicos sobre corrosión atmosférica	33
1. Corrosión metálica	33
2. Corrosión atmosférica	35
2.1. Efecto de la contaminación atmosférica	40
2.2. Cinética del proceso de corrosión atmosférica	50
2.3. Clasificación de la agresividad atmosférica	53
2.4. Mapas de corrosividad atmosférica	55
Capítulo III. La experimentación en corrosión atmosférica marina ...	61
1. Ensayos de corrosión acelerada	61
2. Estudios de laboratorio	63
3. Estudios de campo	64
4. Análisis de los productos de corrosión	70
4.1. Difracción de rayos X	73
4.2. Espectroscopía infrarroja	74
4.3. Espectroscopía Mössbauer	75
4.4. Espectroscopía Raman	76
4.5. Otras técnicas avanzadas	77
5. Estudio de las capas de herrumbre	77
5.1. Microscopía óptica	77
5.2. Microscopía electrónica de barrido	78
5.3. Porosidad de las capas de herrumbre	79
Capítulo IV. La atmósfera marina	83
1. El aerosol marino	84

2. Producción del aerosol marino	86
3. Arrastre del aerosol marino	88
4. Efecto de la salinidad atmosférica en la corrosión del acero al carbono	93
5. Variación de la corrosión del acero con la distancia a la costa	99
6. Medida de la salinidad atmosférica	100
7. La atmósfera en la proximidad de los lagos salados	105
8. Las sales de deshielo	105
Capítulo V. Productos de corrosión atmosférica del acero al carbono ..	111
1. Naturaleza de los productos de corrosión	111
2. Formación de los productos de corrosión	114
3. Textura de los productos de corrosión	116
4. Estructura general de los productos de corrosión	119
5. Morfología de los productos de corrosión	122
6. Productos cristalinos de corrosión	129
6.1. Lepidocrocita (γ -FeOOH)	130
6.2. Goetita (α -FeOOH)	130
6.3. Akaganeita (β -FeOOH, β -FeO (OH, Cl))	131
6.4. Magnetita (Fe_3O_4) / Maghemita (γ - Fe_2O_3)	143
7. Productos amorfos de corrosión	149
7.1. GR1	150
7.2. Feroxihiita (δ -FeOOH)	152
7.3. Ferrihidrita ($\text{Fe}_5\text{HO}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)	152
Capítulo VI. La capa de herrumbre	163
1. Propiedades organolépticas	164
1.1. Color	164
1.2. Textura	166
2. Propiedades relacionadas con la capacidad protectora de la capa de herrumbre	167
2.1. Estratificación de las capas de herrumbre	167
2.2. Estabilización de las capas de herrumbre	168
2.3. Adherencia	171
2.4. Espesor	172
2.5. Porosidad	179
3. Índices para evaluar la capacidad protectora de las capas de herrumbre	187

Capítulo VII. Mecanismos de corrosión atmosférica del acero al carbono	191
1. Consideraciones previas	191
1.1. Tiempo de humectación (TDH)	191
1.2. Duración del período de exposición	192
1.3. Temperatura ambiente	195
1.4. Exposición bajo cubierta	196
1.5. Orientación de la superficie metálica	197
1.6. Condiciones iniciales de exposición	198
2. Evolución del conocimiento sobre los mecanismos de corrosión atmosférica del acero al carbono	199
2.1. Vernon (1927-1935)	199
2.2. Barton <i>et al.</i> (1957-1971)	200
2.3. Horton (1964)	201
2.4. Evans <i>et al.</i> (1965-1970)	202
2.5. Misawa (1971-1974)	204
2.6. Stratmann (1983-1994)	205
2.7. Dillmann (2004-2014)	206
3. Mecanismos de corrosión atmosférica del acero al carbono en atmósferas marinas	208
3.1. Primeras investigaciones	208
3.2. El papel fundamental de la akaganeita	211
3.3. Etapas iniciales en el proceso de corrosión atmosférica marina	214
3.4. Formación de productos de corrosión	217
3.5. Constitución de la capa de herrumbre	221
4. Una visión global sobre el proceso de corrosión del acero al carbono en atmósferas marinas	225
4.1. Formación de productos de corrosión	225
4.2. Constitución de la capa de herrumbre.	231
Capítulo VIII. Atmósferas costeras industriales	255
1. Introducción	255
1.1. Estudios de campo	256
1.2. Estudios de laboratorio	260
2. Comentarios finales	263

Capítulo IX. Corrosión atmosférica de bienes históricos y arqueológicos de hierro contaminados con cloruros	265
1. Introducción	265
2. Degradación de bienes históricos de hierro	265
2.1. Pieza de hierro perteneciente a una piedra clave del castillo de Larrazet, Francia	266
2.2. Soportes de hierro de unas vidrieras de la catedral de Sevilla (s. XV)	267
2.3. Dispositivo de sujeción (abrazadera) en la catedral de Amiens (s. XV)	267
2.4. Diversos monumentos históricos (0-800 años) en Francia	268
2.5. Cañones (s. XVIII) expuestos a una atmósfera costera de Brasil	269
2.6. Cadena de hierro del triforio de la catedral de Amiens (Francia)	269
3. Corrosión de bienes arqueológicos enterrados o sumergidos en agua de mar	271
3.1. Mecanismo general de corrosión del hierro	271
3.2. Mecanismos de corrosión cuando el resto arqueológico se extrae y entra en contacto con la atmósfera	274
3.3. Aspectos a considerar en la conservación de restos arqueológicos	277

Capítulo X. Comportamiento a medio y largo plazo del acero al carbono expuesto a atmósferas marinas	285
1. Cinética del proceso de formación de herrumbre sobre acero al carbono	285
2. La corrosión atmosférica del acero al carbono durante el primer año de exposición	288
3. La corrosión atmosférica a largo plazo del acero al carbono	292
3.1. Naturaleza de los productos de corrosión formados	293
3.2. La función de potencia $C = At^n$: un modelo altamente utilizado	293
3.3. Otros modelos para la evolución de la corrosión atmosférica del acero al carbono con el tiempo de exposición	302
3.4. Funciones de daño (dosis-respuesta)	306
4. Hacia una estimación de la corrosión atmosférica marina del acero al carbono a partir de registros existentes sobre parámetros ambientales	307

4.1. Tiempo de humectación (TDH)	308
4.2. Velocidad de depósito de cloruros	310

Capítulo XI. Los aceros patinables: aceros al carbono

de mayor resistencia a la corrosión atmosférica	317
1. Introducción	317
2. Definición	318
3. Desarrollo histórico	319
4. Requerimientos para la formación de capas protectoras de herrumbre sobre acero patinable	322
5. Efecto de los elementos aleantes	323
5.1. Fósforo	324
5.2. Cobre	325
5.3. Cromo	327
5.4. Níquel	329
6. Datos de corrosión atmosférica de los aceros patinables tipo Corten	330
6.1. Estabilización (estado estacionario) de las capas de herrumbre	331
6.2. Efecto de las condiciones de diseño durante la exposición	332
6.3. Efecto de las condiciones ambientales durante la exposición ..	335
6.4. Estimación de la corrosión a largo plazo	342
7. Evolución del conocimiento científico sobre los aceros patinables ..	348
7.1. Principales contribuciones	348
7.2. El papel de los elementos aleantes	359
8. Diseño de nuevos aceros patinables sobre bases científicas	363
8.1. Atmósferas no marinas	365
8.2. Atmósferas marinas	368