

## ÍNDICE

PRESENTACIÓN .....	XIX
--------------------	-----

### PRIMERA PARTE

1. LA TOXICOLOGÍA MEDIOAMBIENTAL .....	3
A) CONCEPTO .....	5
B) LA TOXICOLOGÍA MEDIOAMBIENTAL EN EL CAMPO FORENSE.....	5
C) LA NORMATIVA MEDIOAMBIENTAL .....	6
2. LA QUÍMICA MEDIOAMBIENTAL FORENSE .....	9
A) CONCEPTOS BÁSICOS .....	9
• DISOLUCIONES .....	11
1. GENERALIDADES .....	11
2. CONCENTRACIÓN DE LAS DISOLUCIONES .....	11
3. DISOLUCIONES DE AGUA .....	12
3.1. <i>Disoluciones de los compuestos inorgánicos en agua</i> .....	12
3.2. <i>Producto de solubilidad</i> .....	13
3.3. <i>Dureza del agua</i> .....	13
3.4. <i>Medida de la concentración de sales disueltas en aguas. Con-</i> <i>ductividad</i> .....	14
4. DISOLUCIÓN DE LÍQUIDOS EN LÍQUIDOS .....	14
4.1. <i>Ley de reparto</i> .....	14
5. DISOLUCIÓN DE GASES EN LÍQUIDOS .....	16
5.1. <i>Solubilidad del oxígeno en agua</i> .....	17
5.2. <i>Solubilidad del dióxido de carbono en agua</i> .....	17
6. PROPIEDADES COLIGATIVAS DE LAS DISOLUCIONES .....	18

7. PRECIPITACIÓN QUÍMICA .....	19
8. BIBLIOGRAFÍA .....	20
• pH .....	22
1. INTRODUCCIÓN .....	22
2. IONIZACIÓN DEL AGUA. PRODUCTO IÓNICO DEL AGUA .....	22
3. CONCEPTO DE pH. ESCALA DE pH .....	24
4. FOSFATO Y CARBONATO, TAMPONES NATURALES.....	24
5. ALCALINIDAD .....	24
5.1. <i>Origen de la alcalinidad</i> .....	25
5.2. <i>Expresión de la alcalinidad</i> .....	25
6. FUERZA DE LOS ÁCIDOS .....	26
6.1. <i>Efecto de los cambios de pH</i> .....	27
7. VALORES LEGALES .....	29
7.1. <i>Aguas</i> .....	29
8. BIBLIOGRAFÍA .....	29
• REACCIONES REDOX .....	31
1. INTRODUCCIÓN .....	31
2. FUNDAMENTO .....	31
2.1. <i>Ecuación de Nernst</i> .....	32
3. POTENCIAL REDOX. pE .....	33
3.1. <i>Límites del pE en agua</i> .....	33
4. pE DE LAS AGUAS NATURALES .....	34
4.1. <i>Diagramas pE-pH</i> .....	35
4.2. <i>Efecto de las condiciones oxidantes-reductoras en las aguas..</i>	35
4.3. <i>Efecto de los procesos redox en los suelos</i> .....	37
5. BIBLIOGRAFÍA .....	38
• CONDUCTIVIDAD .....	39
1. INTRODUCCIÓN .....	39
2. UNIDADES .....	40
3. VALORES LEGALES .....	41
4. BIBLIOGRAFÍA .....	41
B) ESTUDIO DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS DE ANÁLISIS QUÍMICO MEDIAMBIENTAL .....	43
1. METALES .....	45
A) INTRODUCCIÓN .....	45
B) PRINCIPALES GRUPOS DE METALES .....	46
1. ANTIMONIO .....	49
2. ARSÉNICO .....	52
3. BARIO .....	56
4. BERILIO .....	59
5. CADMIO .....	61

6. CINC .....	66
7. COBRE .....	69
8. CROMO .....	73
9. CROMO (III) .....	75
10. CROMO (VI) .....	75
11. ESTAÑO .....	76
12. MERCURIO .....	80
13. MOLIBDENO .....	83
14. PLATA .....	85
15. PLOMO .....	87
16. SELENIO .....	91
17. TALIO .....	94
18. TITANIO .....	96
19. VANADIO .....	98
C) BIBLIOGRAFÍA .....	100
2. PLAGUICIDAS .....	101
1. INTRODUCCIÓN .....	101
2. DESTINO AMBIENTAL DE LOS PLAGUICIDAS .....	102
3. PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL Y DE LA SALUD PÚBLICA .....	102
3.1. <i>Peligrosidad de los plaguicidas</i> .....	104
3.2. <i>Registro del movimiento de plaguicidas</i> .....	107
3.3. <i>Autorización de ensayos con productos fitosanitarios</i> .....	107
3.4. <i>Comercialización de productos fitosanitarios</i> .....	108
4. CLASIFICACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS .....	112
5. DESCRIPTIVA GENERAL DE INSECTICIDAS .....	115
5.1. <i>Insecticidas organoclorados</i> .....	115
5.2. <i>Insecticidas organofosforados y carbamatos (inhibidores de la colinesterasa)</i> .....	118
5.3. <i>Insecticidas Piretroides</i> .....	121
6. DESCRIPTIVA GENERAL DE HERBICIDAS .....	122
6.1. <i>Generalidades</i> .....	122
6.2. <i>Monografías</i> .....	123
7. DESCRIPTIVA GENERAL DE FUNGICIDAS .....	126
7.1. <i>Generalidades</i> .....	126
7.2. <i>Clasificación por la forma de aplicación</i> .....	126
7.3. <i>Clasificación por la forma de acción</i> .....	126
7.4. <i>Estructuras químicas</i> .....	127
7.5. <i>Toxicidad</i> .....	127
8. BIBLIOGRAFÍA .....	127
3. DIOXINAS .....	128
1. INTRODUCCIÓN .....	128

2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS .....	131
3. FACTOR DE EQUIVALENCIA TÓXICA .....	131
4. FORMACIÓN Y EMISIÓN DE DIOXINAS Y FURANOS .....	132
5. INVENTARIO EUROPEO .....	133
6. BIBLIOGRAFÍA .....	133
4. COMPUESTOS DE AZUFRE.....	135
1. SULFUROS .....	135
2. SULFITOS .....	135
3. SULFATOS .....	135
3.1. <i>Solubilidad de los sulfatos</i> .....	136
3.2. <i>Bacterias reductoras de sulfatos</i> .....	136
3.3. <i>Bacterias productoras de azufre</i> .....	136
4. COMPUESTOS DE AZUFRE EN LA ATMÓSFERA .....	137
5. CICLO DEL AZUFRE .....	137
6. MERCAPTANOS .....	138
7. VALORES LEGALES.....	138
8. BIBLIOGRAFÍA .....	138
5. COMPUESTOS DE NITRÓGENO .....	139
1. INTRODUCCIÓN .....	139
2. CICLO DEL NITRÓGENO .....	139
3. NITRIFICACIÓN. NITRATO REDUCCIÓN Y DESNITRIFICACIÓN .....	139
4. TOXICIDAD DE NITRATOS Y NITRITOS .....	140
5. AMONÍACO .....	141
6. ÓXIDOS DE NITRÓGENO EN LA ATMÓSFERA .....	142
7. FUENTES ANTRÓPICAS DE LOS COMPUESTOS DEL NITRÓGENO ....	142
8. NITROSAMINAS .....	143
9. BIBLIOGRAFÍA .....	143
6. EL FÓSFORO Y LOS FOSFATOS .....	144
1. INTRODUCCIÓN .....	144
2. POLIFOSFATOS .....	144
3. EL FÓSFORO EN EL MEDIO AMBIENTE .....	145
4. NIVELES DE CALIDAD DE LAS AGUAS .....	146
5. BIBLIOGRAFÍA .....	146
7. CLORUROS .....	148
1. INTRODUCCIÓN .....	148
2. NIVELES DE CALIDAD DE LAS AGUAS .....	148
3. BIBLIOGRAFÍA .....	149
C) VERTIDOS Y RESIDUOS .....	151
1. VERTIDOS INDUSTRIALES .....	153
1. INTRODUCCIÓN .....	153
1.1. <i>Clasificación</i> .....	153

2. AUTORIZACIONES DE VERTIDO .....	154
3. INDUSTRIA QUÍMICA ORGÁNICA .....	156
3.1. <i>Materia prima</i> .....	156
3.2. <i>Las características de las aguas residuales</i> .....	157
4. INDUSTRIA QUÍMICA INORGÁNICA .....	158
5. INDUSTRIA DE LOS FERTILIZANTES .....	159
6. INDUSTRIAS TEXTILES .....	160
7. INDUSTRIA DE LA PIEL .....	161
8. INDUSTRIA DEL PAPEL .....	162
9. JABONES Y DETERGENTES .....	163
10. LAVANDERÍAS .....	164
11. REFINERÍAS DE PETRÓLEO .....	164
11.1. <i>Vertidos</i> .....	165
12. INDUSTRIA DE LOS PLAGUICIDAS .....	166
13. INDUSTRIA FARMACEÚTICA .....	166
14. INDUSTRIA ALIMENTARIA .....	166
14.1. <i>Características generales de los vertidos según el tipo de industria</i> .....	167
15. INDUSTRIA SIDERÚRGICA .....	168
16. ACABADO DE METALES .....	169
17. INDUSTRIA GANADERA .....	170
18. RESIDUOS AGRÍCOLAS .....	171
19. BIBLIOGRAFÍA .....	171
2. RESIDUOS .....	172
1. INTRODUCCIÓN .....	172
2. RESIDUOS, RÉGIMEN JURÍDICO .....	172
3. CONCEPTO LEGAL DE RESIDUO PELIGROSO Y MÉTODOS DE CARACTERIZACIÓN .....	173
3.1. <i>Calificación según Real Decreto 952/1977</i> .....	174
4. BIBLIOGRAFÍA .....	176
3. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	192
1. INTRODUCCIÓN .....	192
2. RECOGIDA DE LAS AGUAS RESIDUALES .....	193
3. PROCESOS DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES .....	194
3.1. <i>Tipos de tratamiento</i> .....	194
4. PRETRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	195
4.1. <i>Rejillas de desbaste</i> .....	196
4.2. <i>Canales de desarenado</i> .....	196
4.3. <i>Flotación</i> .....	196
4.4. <i>Homogeneización</i> .....	196
5. TRATAMIENTO PRIMARIO .....	198

5.1. <i>Decantación primaria mejorada químicamente</i> .....	198
5.2. <i>Floculación</i> .....	199
5.3. <i>Precipitación</i> .....	199
5.4. <i>Oxidación y reducción</i> .....	199
6. TRATAMIENTO SECUNDARIO .....	200
6.1. <i>Sistema de fangos activados</i> .....	201
7. PROCESOS DE TRATAMIENTOS AVANZADOS .....	201
7.1. <i>Eliminación de nutrientes</i> .....	203
7.2. <i>Eliminación de compuestos tóxicos y afino del efluente</i> .....	204
7.3. <i>Desinfección de un agua residual</i> .....	204
8. PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL. EQUIVALENTE HABITANTE.....	204
9. BIBLIOGRAFÍA .....	205
4. TRATAMIENTO Y VERTIDO DE LODOS DE PLANTAS DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES .....	206
1. INTRODUCCIÓN .....	206
2. TIPOS DE LODOS .....	206
3. CARACTERÍSTICAS DE LOS LODOS DE AGUAS RESIDUALES .....	207
3.1. <i>Características físicas de los lodos de aguas residuales</i> .....	208
3.2. <i>Características microbiológicas del lodo de aguas residuales</i> .	208
4. TRATAMIENTO DE LODOS .....	208
4.1. <i>Acondicionamiento</i> .....	209
4.2. <i>Espesado</i> .....	209
4.3. <i>Deshidratación</i> .....	209
4.4. <i>Estabilización</i> .....	209
5. USO DE LODOS DE DEPURADORA EN AGRICULTURA .....	211
5.1. <i>Contenido en metales</i> .....	211
5.2. <i>Restricciones a los tipos de cultivos en los que se pueden utilizar</i> .....	213
6. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS DE LOS LODOS TRATADOS DE AGUAS RESIDUALES .....	213
6.1. <i>Reducción de patógenos Clase A</i> .....	213
6.2. <i>Reducción de patógenos Clase B</i> .....	214
7. BIBLIOGRAFÍA .....	214
3. LA BIOLOGÍA MEDIOAMBIENTAL FORENSE .....	215
1. CONCEPTO Y ELEMENTOS .....	217
2. EL SUELO.....	219
1. INTRODUCCIÓN .....	219
2. COMPOSICIÓN Y GÉNESIS .....	219
3. LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO (MOS). EL HUMUS .....	220
4. EL AGUA EN EL SUELO .....	222
5. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS .....	223

6. ELEMENTOS TÓXICOS EN LOS SUELOS .....	223
6.1. <i>Intercambio catiónico</i> .....	224
7. ELEMENTOS TÓXICOS .....	225
8. EFECTOS DE LAS SALES SOBRE EL SUELO .....	226
9. USO DE LODOS DE DEPURADORA EN EL SECTOR AGRÍCOLA .....	228
10. SUELOS CONTAMINADOS .....	228
11. LEY 10/1998, DE 21 DE ABRIL DE 1998, DE RESIDUOS .....	229
12. RECUPERACIÓN DE SUELOS. PLAN NACIONAL DE SUELOS CON- TAMINADOS (1995-2005) .....	230
13. SUELOS CONTAMINADOS EN EE.UU. ....	237
14. TABLAS DE VALORES PARA SUELOS CONTAMINADOS EN HO- LANDA .....	237
15. BIBLIOGRAFÍA .....	243
3. EL AGUA.....	244
1. INTRODUCCIÓN .....	244
2. ESTADOS DE AGUA .....	245
3. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS .....	245
4. EL CICLO DEL AGUA EN LA NATURALEZA. BALANCE HIDROLÓ- GICO .....	246
5. CUENCAS HIDROLÓGICAS SUBTERRÁNEAS .....	249
5.1. <i>Gestión de las aguas subterráneas</i> .....	249
5.2. <i>Tipos de acuíferos</i> .....	250
5.3. <i>El flujo de aguas subterráneas</i> .....	251
5.4. <i>Mecanismos de transporte de sustancias contaminantes en</i> <i>aguas subterráneas</i> .....	252
5.5. <i>Salinización</i> .....	252
5.6. <i>Protección de las aguas subterráneas contra la contaminación</i> <i>causada por determinadas sustancias peligrosas. Directiva del</i> <i>Consejo de 17 dediciembre de 1979 (80/68/CEE)</i> .....	253
6. CONTAMINACIÓN AGRÍCOLA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS .....	256
6.1. <i>Contaminación del agua originada por nitratos utilizados en la</i> <i>agricultura</i> .....	257
6.2. <i>Contaminación del agua originada por los sedimentos</i> .....	259
6.3. <i>Contaminación del agua originada por los fertilizantes</i> .....	259
6.4. <i>Contaminación del agua originada por los plagicidas</i> .....	260
7. CALIDADES EXIGIDAS A DIFERENTES TIPOS DE AGUAS .....	260
8. DIRECTIVA 2000/60/CE .....	260
8.1. <i>Demarcaciones hidrográficas</i> .....	261
8.2. <i>Caracterización de aguas superficiales y subterráneas</i> .....	261
8.3. <i>Estado de las aguas superficiales y subterráneas</i> .....	262
8.4. <i>Normas de calidad química</i> .....	263

9. RESUMEN DE TABLAS RELATIVAS A LA CALIDAD DE LAS AGUAS .	264
10. BIBLIOGRAFÍA .....	268
4. LA ATMÓSFERA.....	269
1. INTRODUCCIÓN .....	269
1.1. <i>La troposfera</i> .....	269
1.2. <i>La estratosfera</i> .....	270
1.3. <i>La mesosfera</i> .....	270
1.4. <i>La termosfera</i> .....	270
1.5. <i>La exosfera</i> .....	270
1.6. <i>Otros criterios de división de la atmósfera</i> .....	270
2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ATMÓSFERA .....	271
3. UNIDADES DE CONCENTRACIÓN EN LA ATMÓSFERA .....	272
4. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA .....	272
4.1. <i>Contaminantes de la atmósfera</i> .....	273
5. ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINADORAS DE LA ATMÓSFERA .....	275
5.1. <i>Vigilancia de la calidad del aire</i> .....	275
6. CARACTERÍSTICAS DEL FOCO EMISOR Y EMISIÓN DE CONTAMINANTES .....	276
7. CIRCULACIÓN DE LOS CONTAMINANTES .....	276
8. EFECTO INVERNADERO.....	277
9. LA LLUVIA ÁCIDA .....	278
10. EL AGUJERO DE OZONO .....	279
11. BIBLIOGRAFÍA .....	280
5. ÍNDICES E INDICADORES DE CALIDAD BIOLÓGICA Y ENSAYOS BIOLÓGICOS .....	281
1. INTRODUCCIÓN .....	281
2. SISTEMA SAPROBIO .....	282
2.1. <i>Zona polisapróbica</i> .....	282
2.2. <i>Zona de alfa mesosapróbica</i> .....	283
2.3. <i>Zona beta mesosapróbica</i> .....	283
2.4. <i>Zona oligosapróbica</i> .....	283
3. ÍNDICE DE CALIDAD BIOLÓGICA, BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY, MODIFICADO (B.M.W.P.) .....	283
3.1. <i>Cálculo del índice</i> .....	284
4. RELACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS .....	284
5. INDICADORES DE CALIDAD PARA LA CLASIFICACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LAS AGUAS .....	290
5.1. <i>Definiciones normativas de las clasificaciones del estado ecológico</i> .....	292
6. ENSAYOS BIOLÓGICOS .....	293



6.1. <i>Bioensayos, Normas ISO</i> .....	294
6.2. <i>Ensayos biológicos en la caracterización de residuos</i> .....	296
6.3. <i>Ensayos biológicos en la caracterización de sustancias</i> .....	296
7. DEMANDA DE OXÍGENO.....	297
7.1. <i>Demanda bioquímica de oxígeno</i> .....	298
7.2. <i>Demanda química de oxígeno, DQO</i> .....	304
8. CARBONO ORGÁNICO TOTAL, COT .....	305
9. BIBLIOGRAFÍA .....	306
4. EL ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL FORENSE.....	307
1. TOMA DE MUESTRAS .....	309
1. INTRODUCCIÓN .....	309
2. NÚMERO DE MUESTRAS .....	309
2.1. <i>Muestras puntuales</i> .....	310
2.2. <i>Muestras compuestas</i> .....	310
2.3. <i>Muestras integradas</i> .....	310
3. TAMAÑO DE LA MUESTRA .....	311
4. CONSERVACIÓN DE LA MUESTRA .....	311
5. ETIQUETADO DE LAS MUESTRAS .....	312
6. RESUMEN DE NORMAS PARA LA PREPARACIÓN Y REMISIÓN DE MUESTRAS OBJETO DE ANÁLISIS AL INSTITUTO NACIONAL DE TOXICOLOGÍA .....	312
6.1. <i>Documentación</i> .....	312
6.2. <i>Embalaje</i> .....	313
6.3. <i>Etiquetado y precintado</i> .....	314
6.4. <i>Muestras medioambientales</i> .....	314
7. RESUMEN DE LAS RECOMENDACIONES DE LA AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION Y WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION EN LA OBRA MÉTODOS NORMALIZADOS .....	316
8. BIBLIOGRAFÍA .....	316
2. ANÁLISIS MEDIOAMBIENTAL Y REQUISITOS DEL LABORATORIO.....	317
1. INTRODUCCIÓN .....	317
2. INSTRUMENTACIÓN Y TÉCNICAS .....	317
2.1. <i>Volumetría</i> .....	317
2.2. <i>Métodos espectrofotométricos</i> .....	318
2.3. <i>Métodos electroquímicos</i> .....	320
2.4. <i>Cromatografía de gases</i> .....	321
2.5. <i>Espectometría de masas</i> .....	322
2.6. <i>Cromatografía de líquidos de alta presión</i> .....	323
3. PRÁCTICA ANALÍTICA .....	323
3.1. <i>Requisitos del laboratorio</i> .....	324

3.2. <i>Subcontratación</i> .....	325
3.3. <i>Informe de los resultados</i> .....	325
4. BIBLIOGRAFÍA .....	326

## SEGUNDA PARTE

1. LOS DICTÁMENES E INFORMES MEDIOAMBIENTALES .....	329
1.1. BREVE NOCIÓN SOBRE EL PROCESO JUDICIAL .....	329
A) <i>El proceso judicial. Concepto</i> .....	329
B) <i>La prueba en el proceso</i> .....	329
1.2. LOS DICTÁMENES E INFORMES MEDIOAMBIENTALES .....	331
2. LOS INFORMES Y ESTUDIOS DE IMPACTO E INCIDENCIA AMBIENTAL EN EL ÁMBITO ADMINISTRATIVO .....	332
3. LOS DICTÁMENES MEDIOAMBIENTALES EN EL PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO .....	335
3.1. BREVE NOCIÓN DEL PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO .....	335
3.2. LA APORTACIÓN E INCORPORACIÓN AL PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO DE LOS INFORMES Y DICTÁMENES MEDIOAMBIENTALES..	339
4. LOS INFORMES Y DICTÁMENES MEDIOAMBIENTALES FORENSES .....	342
4.1. LOS INFORMES Y DICTÁMENES MEDIOAMBIENTALES EN EL PROCESO CIVIL .....	342
4.2. LOS INFORMES Y DICTÁMENES MEDIOAMBIENTALES EN EL PROCESO CONTENCIOSO ADMINISTRATIVO .....	346
4.3. LOS INFORMES Y DICTÁMENES MEDIOAMBIENTALES EN EL PROCESO PENAL .....	352
5. ANEXO I .....	358
5.1. LAS AUDITORIAS AMBIENTALES.....	358
6. BIBLIOGRAFÍA .....	358