

# GALICIA

Proyecto editorial creado y dirigido por  
FRANCISCO RODRÍGUEZ IGLESIAS

# ECOLOGÍA

---



HÉRCULES DE EDICIONES

**PARTE I**  
**IMPACTOS AMBIENTALES**

---

**CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA AMBIENTALES**

20

Rodolfo Barreiro Lozano

1. EL CUIDADO DEL AMBIENTE EN PERSPECTIVA.....	23
2. PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES.....	32
3. CIENCIA Y TECNOLOGÍA AMBIENTALES EN GALICIA.....	39

---

**CAPÍTULO 2. CONTAMINACIÓN POR SUSTANCIAS QUÍMICAS**

42

Esther Fernández Fernández, Purificación López Mahía, Soledad Muniategui Lorenzo y Darío Prada Rodríguez

1. INTRODUCCIÓN.....	45
Fuentes de las sustancias químicas que entran al medio ambiente.....	45
Impactos de los productos químicos.....	52
2. METALES PESADOS.....	56
Fuentes de metales.....	64
— Fuentes naturales.....	64
— Fuentes antropogénicas.....	65
Los sedimentos como indicadores de la contaminación metálica.....	69
3. PLAGUICIDAS.....	72
Naturaleza de los pesticidas.....	73
— Toxicidad.....	74
4. POLICLOROBIFENILOS (PCB).....	75
Formulaciones comerciales.....	76
Toxicidad.....	78
Fuentes de PCB en el medio ambiente.....	78
5. DIOXINAS Y FURANOS.....	82
Fuentes de producción de dioxinas (PCDD) y furanos (PCDF).....	84
Toxicología en humanos.....	84
Legislación.....	86
6. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES (COV).....	86
Fuentes antropogénicas.....	87
Fuentes naturales.....	88
Procesos de transformación de los COV en la atmósfera.....	89
Toxicidad.....	90
7. HIDROCARBUROS.....	92
Fuentes antropogénicas.....	94
8. CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS DE TIPO QUÍMICO.....	98
Monóxido de carbono (CO).....	98
Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ).....	99
Óxidos de azufre (SO <sub>x</sub> ).....	99
9. CONTAMINANTES DESTRUCTORES DE LA CAPA DE OZONO ESTRATOSFÉRICO.....	101
10. CONCLUSIÓN.....	102

Mamel Bao Iglesias

1. PANORAMA DEL CONSUMO MUNDIAL DE ENERGÍA .....	107
2. SOSTENIBILIDAD DE LAS ACTUALES PRODUCCIONES, EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS Y PERSPECTIVAS DE USO .....	119
3. ESTADO ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES .....	121
Energía solar pasiva .....	121
Energía eólica .....	123
Hidráulica y minihidráulica .....	129
Biomasa .....	131
Energía solar térmica .....	132
Energía fotovoltaica .....	135
Energía geotérmica .....	138
4. POSIBILIDADES DE REDUCCIÓN EN EL CONSUMO DE ENERGÍAS CONVENCIONALES .....	141
Energías oceánicas .....	141
5. EL FUTURO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN GALICIA .....	144
La energía solar .....	144
— La energía solar pasiva .....	144
— Algunas consideraciones sobre el diseño de instalaciones .....	146
— Captación en temperatura baja .....	146
— Captación con concentración de energía .....	146
— Energía fotovoltaica: aplicaciones de interés .....	147
Posibilidades de uso de la biomasa .....	148
— Plantaciones de energía con plantas anuales .....	148
— Plantaciones forestales de energía .....	149
Futuros desarrollos en energía eólica en Galicia .....	156
Energía y corrientes de agua .....	158
Energía y residuos .....	159

M.<sup>a</sup> del Carmen Monterroso Martínez

1. INTRODUCCIÓN .....	163
2. ALTERACIONES DEL MEDIO PROVOCADAS POR LA MINERÍA .....	164
3. LOS IMPACTOS MINEROS EN GALICIA .....	166
Minería metálica .....	166
Canteras de piedra natural .....	168
Explotación de áridos .....	171
Explotación de minerales industriales: caolín, cuarzo y turba .....	172
Minería energética: explotación de lignito pardo .....	173

M.<sup>a</sup> Elvira López Mosquera y M.<sup>a</sup> Luisa Fernández Marcos

1. INTRODUCCIÓN.....	179
2. IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE.....	180
Efecto invernadero.....	180
Otros gases contaminantes.....	182
Olores y bioaerosoles.....	182
3. IMPACTO SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA.....	182
Contaminación por nitratos.....	183
Eutrofización.....	189
Contaminación bacteriológica.....	190
Contaminación por compuestos fitosanitarios.....	190
4. IMPACTO AMBIENTAL SOBRE LA CALIDAD DEL SUELO.....	192
Erosión.....	192
Pérdida de materia orgánica.....	193
Contaminación por metales.....	198
Salinización.....	202
5. IMPACTO SOBRE LA BIODIVERSIDAD.....	203
Pérdida de especies cultivadas y razas animales.....	204
Efecto de la concentración parcelaria.....	210
Efectos de prácticas agrícolas intensivas: laboreo, empleo de fertilizantes y plaguicidas.....	210
Agricultura convencional frente a agricultura integrada y agricultura ecológica.....	214

Alejo Carballeira Ocaña

1. EUTROFIZACIÓN DE AGUAS CONTINENTALES.....	219
El proceso de eutrofización del agua.....	219
Síntomas de eutrofización.....	221
— Eutrofización de embalses.....	221
Factores y procesos que afectan al metabolismo de los ecosistemas acuáticos.....	225
— ¿Se puede predecir a qué velocidad se va a eutrofizar una masa de agua?.....	228
Problemas derivados de la eutrofización del agua.....	228
— ¿Se puede prevenir y tratar la eutrofización de una masa de agua?.....	229
Biomonitorización del estado trófico del agua.....	231
— ¿Cuál es la situación trófica de nuestros embalses?.....	240
2. LA EUTROFIZACIÓN MARINA.....	241
Causas de eutrofización marina.....	242
Limitación nutritiva <i>versus</i> eutrofización marina.....	243
Efectos de la eutrofización marina litoral.....	246
NOTAS AL CAPÍTULO 6.....	251

**Francisco Omil Prieto**

1. CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	255
Clasificación de residuos.....	255
Residuos urbanos.....	256
Composición de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU).....	257
Generación de RSU en España.....	260
Impacto ambiental y socioeconómico de los Residuos Sólidos Urbanos.....	261
2. ESTRATEGIAS DE TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS URBANOS.....	263
Jerarquía del tratamiento integral de los residuos sólidos.....	263
Las tres “erres”.....	264
— Reducción.....	264
— Reutilización.....	264
— Reciclaje.....	265
Tecnologías de revalorización energética.....	265
Tecnologías de revalorización biológica de la materia orgánica.....	269
Los vertederos controlados.....	271
Objetivos del Plan Nacional de Residuos Urbanos.....	276
3. UN CASO CONCRETO: LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN A CORUÑA.....	280
Antecedentes: la catástrofe del vertedero de Bens.....	280
Acciones para la clausura del vertedero de Bens.....	282
El nuevo plan de gestión de residuos sólidos urbanos.....	282

**Manuel Bao Iglesias**

1. UNA CONSECUENCIA DE TODA ACTIVIDAD.....	287
2. ESTADO DE PRESENTACIÓN.....	287
3. CARACTERIZACIÓN: CATÁLOGO EUROPEO DE RESIDUOS (CER).....	288
4. CARACTERÍSTICAS DE PELIGROSIDAD DE UN RESIDUO.....	292
5. CÓDIGO DE CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS.....	293
Instrucciones para la utilización del código de identificación de residuos peligrosos.....	296
6. RESPONSABILIDAD DEL GENERADOR DE LOS RESIDUOS.....	301
7. DOCUMENTACIÓN Y CONTROL.....	303

**Ricardo Beiras García-Sabell**

1. ¿QUÉ SON LAS MAREAS NEGRAS?.....	307
2. EFECTOS ECOLÓGICOS.....	312
3. EFECTOS SOBRE EL MARISQUEO Y LA PESCA DE BAJURA.....	316

4. ¿CUÁNTO TIEMPO DURAN LOS EFECTOS DE UNA MAREA NEGRA?.....	320
5. LUCHA CONTRA LAS MAREAS NEGRAS .....	322
NOTAS AL CAPÍTULO 9.....	327

---

**CAPÍTULO 10. EL CAMBIO GLOBAL**

328

Alejo Carballeira Ocaña

1. ¿QUÉ ES EL CAMBIO GLOBAL? .....	331
2. EL EFECTO INVERNADERO .....	332
Principales gases con efecto invernadero. Los aerosoles.....	332
Historia del efecto invernadero .....	340
— ¿Ha sido alguna vez el efecto invernadero más importante que hoy?.....	340
— ¿Por qué ha fluctuado el efecto invernadero? .....	340
3. HIPÓTESIS SOBRE EL CALENTAMIENTO GLOBAL ACTUAL.....	340
Hipótesis de los gases de efecto invernadero .....	340
Hipótesis sobre la actividad solar.....	342
Hipótesis sobre la actividad volcánica .....	346
Hipótesis sobre la circulación termohalina.....	348
— El océano como regulador climático global.....	348
— El balancín del Atlántico Norte .....	349
4. EVIDENCIAS DE FLUCTUACIÓN O CAMBIO .....	351
¿Qué dicen los sedimentos? .....	351
¿Qué dicen los pólenes? .....	352
¿Qué dice la dendrocronología? .....	353
¿Qué dicen los testigos de hielo?.....	354
¿Qué dicen las series instrumentales?.....	357
— ¿Cómo ha sido el clima europeo durante los tres últimos siglos?.....	357
5. PRINCIPALES INCERTIDUMBRES SOBRE EL CALENTAMIENTO GLOBAL .....	359
Influencia del hombre sobre el efecto invernadero.....	360
— Emisiones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ).....	360
— Emisiones de metano .....	360
— Otras emisiones.....	361
Interacciones biota-clima.....	362
— Emisiones biogénicas .....	362
— Relación nubes-algas .....	362
El clima que viene .....	363
— Los modelos climáticos .....	363
— ¿Qué predicen los modelos? .....	364
— Los modelos predictivos regionales .....	369
6. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	371
Efectos sobre el deshielo y el nivel del mar .....	371

-- La masa de hielo antártica .....	374
-- La masa de hielo de Groenlandia .....	374
Efectos sobre la salud humana .....	378
Efectos sobre los ecosistemas .....	379
-- Efecto de fertilización .....	379
-- Alteración de interacciones ecológicas .....	380
-- Pérdida de sincronía en los ecosistemas .....	381
-- Cambios en la distribución espacial de las especies .....	383
7. MEDIDAS PARA REDUCIR EL CO <sub>2</sub> ATMOSFÉRICO .....	388
Reducir las emisiones de CO <sub>2</sub> .....	388
Aumentar el secuestro de CO <sub>2</sub> .....	390
-- Forestación .....	390
-- Fertilización del mar .....	392
8. RESPUESTA SOCIAL FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO .....	396
NOTAS AL CAPÍTULO 10 .....	397

**PARTE II**  
**TECNOLOGÍA PARA LA PROTECCIÓN**  
**DEL MEDIO AMBIENTE (I)**

---

<b>CAPÍTULO 11. TECNOLOGÍAS AMBIENTALES</b>	<b>400</b>
---------------------------------------------	------------

---

Gumersindo Feijoo Costa y Enrique Roca Bordello

1. INTRODUCCIÓN .....	403
Los principios de precaución y prevención .....	404
2. PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA .....	406
Fundamentos de la producción más limpia .....	406
Metodología para la aplicación de la producción limpia .....	408
3. LAS MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES (MTD) .....	408
4. MEDIDAS CONCRETAS DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN .....	409
Cambios en las materias primas .....	410
Buenas prácticas operativas en producción .....	410
Reutilización en fábrica .....	410
Cambios tecnológicos .....	410
Cambios en productos .....	412
Medidas de reciclaje .....	412
Medidas final de línea (depuración) .....	412
5. VENTAJAS DE LA PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN .....	412
6. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA (ACV) .....	413
Definición de objetivos y alcance del estudio .....	414
-- Sistema y función del sistema .....	414
-- Unidad funcional .....	414
-- Reglas de asignación de cargas ambientales .....	414

Análisis del inventario de ciclo de vida (ICV).....	415
Evaluación del impacto del ciclo de vida (EICV).....	415
— Clasificación y caracterización.....	416
— Normalización.....	416
— Valorización.....	416
Interpretación de resultados: evaluación de mejoras.....	417
Caso práctico: selección de envases.....	417
— Definición de objetivos y alcance del estudio.....	417
— Análisis del inventario de ciclo de vida.....	417
— Evaluación del impacto de ciclo de vida.....	419
— Interpretación de los resultados.....	420
7. ECODISEÑO.....	421
Elementos clave en el ecodiseño.....	421
Etapas en el proceso de ecodiseño.....	421
— Creación del equipo y programación del proyecto.....	421
— Selección y aplicación de la herramienta de mejora ambiental.....	423
— Implantación de las mejoras ambientales seleccionadas.....	423
— Seguimiento de la implantación del ecoproducto.....	423
— Valoración del proyecto de ecodiseño.....	426
8. ECOETIQUETADO.....	426

---

## CAPÍTULO 12. SISTEMAS PARA EL TRATAMIENTO DE GASES

428

José Antonio Souto González

1. INTRODUCCIÓN.....	431
2. SISTEMAS PARA EL TRATAMIENTO DE GASES.....	431
3. ALTURA DE EMISIÓN: CHIMENEAS.....	432
Emisiones de contaminantes atmosféricos.....	434
Meteorología de la contaminación atmosférica.....	435
Modelos de calidad del aire.....	439
4. DEPURACIÓN DE GASES.....	442
Separación de partículas.....	443
— Sedimentadores gravitatorios.....	443
— Ciclones.....	444
— Precipitadores electrostáticos (ESP).....	448
— Filtros.....	449
— Lavadores de partículas.....	450
— Selección de un sistema de separación de partículas.....	451
Eliminación de contaminantes gaseosos.....	452
— Absorción de gases.....	452
— Adsorción de gases.....	456



— Incineración.....	458
— Conversión química.....	462
— Depuración biológica de gases.....	462

---

**CAPÍTULO 13. TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

464

Manuel Bao Iglesias

1. VERTEDEROS CONTROLADOS.....	467
Introducción.....	467
Impactos de un vertedero.....	468
Diseño y construcción de vertederos.....	471
Aceptación de residuos en vertederos.....	471
Recuperación de vertederos.....	471
Medidas de control tras finalizar la explotación.....	474
Situación en Galicia.....	476
2. PLANTEAMIENTO TÉRMICO.....	477
Introducción.....	477
Procedimientos de pirólisis.....	478
→ Pirólisis convencional.....	478
→ Pirólisis rápida.....	479
Justificación.....	479
Instalaciones de incineración.....	481
3. DESMATERIALIZACIÓN Y RECICLADO.....	483
Desmaterialización.....	483
¿En qué medida se está haciendo desmaterialización?.....	483
Demanda actual de materiales.....	484
Prevención en el uso.....	484
Importancia de la segregación en las fases de producción.....	485
Reciclado de los componentes mayoritarios de los residuos sólidos urbanos.....	485
Recogida de papel para reciclar en Galicia.....	486
Reciclado de vidrio.....	489
Reciclaje de envases.....	493
Reciclaje de vehículos fuera de uso.....	494
Reciclaje de neumáticos fuera de uso.....	496
Los Puntos Limpios.....	498

---

**BIBLIOGRAFÍA**

501

---

**FOTÓGRAFOS E ILUSTRADORES DE ESTE VOLUMEN**

510