

ÍNDICE BÁSICO

| | |
|---|-----|
| 1. INTRODUCCIÓN | |
| 1.1. ¿Porqué un Libro Blanco del Agua? | 3 |
| 1.2. Los objetivos del Libro Blanco | 4 |
| 1.3. Estructura y alcance del documento | 5 |
| 2. EL MARCO FÍSICO, SOCIOECONÓMICO E INSTITUCIONAL DE REFERENCIA | |
| 2.1. Introducción | 9 |
| 2.2. Marco físico y biótico..... | 9 |
| 2.3. Marco socioeconómico..... | 21 |
| 2.4. Marco institucional | 52 |
| 2.5. El contexto internacional | 70 |
| 3. LA SITUACIÓN ACTUAL Y LOS PROBLEMAS EXISTENTES Y PREVISIBLES | |
| 3.1. La situación de los recursos hídricos..... | 75 |
| 3.2. La calidad de las aguas..... | 196 |
| 3.3. Los usos y demandas | 246 |
| 3.4. El aprovechamiento del agua. Asignaciones y reservas..... | 333 |
| 3.5. El sistema de utilización actual | 348 |
| 3.6. Experiencias de trasvases intercuenas . | 370 |
| 3.7. La economía del agua..... | 380 |
| 3.8. La Administración pública del agua..... | 413 |
| 3.9. La protección y recuperación del dominio público hidráulico..... | 416 |
| 3.10. Las infraestructuras hidráulicas | 431 |
| 3.11. El problema de las sequías | 457 |
| 3.12. Avenidas e inundaciones..... | 465 |
| 3.13. El contexto internacional | 488 |
| 3.14. La cooperación con Portugal | 496 |
| 3.15. Investigación y desarrollo en recursos hídricos..... | 499 |
| 4. LOS FUNDAMENTOS PARA UNA NUEVA POLÍTICA DEL AGUA | |
| 4.1. El concepto de política hidráulica | 509 |
| 4.2. La crisis del modelo tradicional | 512 |
| 4.3. Los fundamentos jurídicos..... | 523 |
| 4.4. Los fundamentos ambientales | 524 |
| 4.5. Los fundamentos económicos | 539 |
| 4.6. Los fundamentos sociopolíticos | 551 |
| 4.7. Los fundamentos técnicos | 555 |
| 5. LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA | |
| 5.1. Antecedentes históricos del proceso planificador | 571 |
| 5.2. Régimen jurídico de la planificación hidrológica | 576 |
| 5.3. Historia y situación de los Planes Hidrológicos de cuenca | 585 |
| 5.4. Historia y situación del Plan Hidrológico Nacional..... | 591 |
| 5.5. Los contenidos del Proyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional | 593 |
| 5.6. Los posibles trasvases a aprobar por el Plan Hidrológico Nacional | 600 |
| 5.7. Otras propuestas para una nueva política del agua..... | 607 |
| 6. ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS | 620 |
| 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 623 |

ÍNDICE DETALLADO

| | | |
|---|-----|--|
| 1. INTRODUCCIÓN | | |
| 1.1. ¿Por qué un Libro Blanco del agua? | 3 | |
| 1.2. Los objetivos del Libro Blanco | 4 | |
| 1.3. Estructura y alcance del documento | 5 | |
| 2. EL MARCO FÍSICO, SOCIOECONÓMICO E INSTITUCIONAL DE REFERENCIA | | |
| 2.1. Introducción | 9 | |
| 2.2. Marco físico y biótico..... | 9 | |
| 2.2.1. Climatología..... | 9 | |
| 2.2.2. Geología..... | 11 | |
| 2.2.3. Edafología..... | 14 | |
| 2.2.4. Usos del suelo..... | 14 | |
| 2.2.5. Hidrografía..... | 16 | |
| 2.2.6. Medio biótico..... | 20 | |
| 2.2.7. Conclusión | 21 | |
| 2.3. Marco socioeconómico..... | 21 | |
| 2.3.1. Introducción | 21 | |
| 2.3.2. Población | 22 | |
| 2.3.2.1. Situación actual y dinámica reciente .. | 22 | |
| 2.3.2.1.1. Evolución temporal..... | 22 | |
| 2.3.2.1.2. Distribución espacial..... | 24 | |
| 2.3.2.2. Las tendencias para el próximo futuro | 28 | |
| 2.3.2.2.1. Evolución temporal..... | 28 | |
| 2.3.2.2.2. Distribución espacial..... | 30 | |
| 2.3.2.3. Conclusiones | 33 | |
| 2.3.3. Turismo | 35 | |
| 2.3.4. Regadío | 40 | |
| 2.3.4.1. Condiciones naturales | 42 | |
| 2.3.4.2. La población ocupada en el sector agrario | 43 | |
| 2.3.4.3. Conclusiones | 47 | |
| 2.3.5. Industria | 48 | |
| 2.3.6. Energía..... | 48 | |
| 2.3.6.1. Estructura sectorial de la producción eléctrica | 49 | |
| 2.3.6.2. Estructura territorial de la producción hidro-eléctrica | 50 | |
| 2.4. Marco institucional | 52 | |
| 2.4.1. La organización territorial y las Comunidades Autónomas | 52 | |
| 2.4.2. El actual marco jurídico..... | 53 | |
| 2.4.2.1. Constitución Española | 54 | |
| 2.4.2.1.1. La distribución competencial en materia de aguas..... | 55 | |
| 2.4.2.1.2. La distribución de otras competencias..... | 57 | |
| 2.4.2.1.2.1. Medio ambiente y vertidos | 58 | |
| 2.4.2.1.2.2. Agricultura | 59 | |
| 2.4.2.1.2.3. Pesca fluvial..... | 60 | |
| 2.4.2.1.2.4. Deporte y ocio..... | 60 | |
| 2.4.2.1.2.5. Energía | 60 | |
| 2.4.2.1.2.6. Protección Civil..... | 61 | |
| 2.4.2.1.2.7. Sanidad..... | 61 | |
| 2.4.2.1.3. El mandato básico a los poderes públicos | 61 | |
| 2.4.2.2. Normativa básica autonómica..... | 62 | |
| 2.4.2.2.1. Estatutos de Autonomía | 62 | |
| 2.4.2.2.2. Ley Orgánica 9/1992..... | 63 | |
| 2.4.2.2.3. Decretos de transferencias | 64 | |
| 2.4.2.3. Legislación de aguas..... | 64 | |
| 2.4.2.3.1. La Ley de Aguas de 1985 | 64 | |
| 2.4.2.3.2. La Ley de Aguas Canaria de 1990... | 66 | |
| 2.4.2.3.3. Disposiciones sobre aguas de las Comunidades Autónomas | 67 | |
| 2.4.2.4. Normativa sectorial autonómica y local | 67 | |
| 2.4.2.5. Normativa internacional..... | 68 | |
| 2.4.3. Instituciones y organizaciones..... | 68 | |
| 2.4.3.1. Los Organismos de cuenca | 68 | |
| 2.4.3.2. Las Comunidades de regantes..... | 69 | |
| 2.5. El contexto internacional | 70 | |
| 2.5.1. La convergencia | 70 | |
| 2.5.2. Los impactos específicos | 72 | |
| 3. LA SITUACIÓN ACTUAL Y LOS PROBLEMAS EXISTENTES Y PREVISIBLES | | |
| 3.1. La situación de los recursos hídricos..... | 75 | |
| 3.1.1. Introducción. El concepto de recurso | 75 | |
| 3.1.2. La consideración cuantitativa del recurso | 76 | |
| 3.1.2.1. El ciclo hidrológico en régimen natural | 76 | |
| 3.1.2.1.1. El concepto de ciclo hidrológico | 76 | |
| 3.1.2.1.2. Balance hídrico de un territorio | 78 | |
| 3.1.2.1.3. Recursos renovables y reservas | 79 | |
| 3.1.2.2. El ciclo hidrológico en régimen influenciado..... | 80 | |
| 3.1.2.2.1. La afección antrópica sobre el ciclo hidrológico | 80 | |
| 3.1.2.2.2. La restitución al régimen natural | 84 | |
| 3.1.2.2.3. La afección antrópica a escala global | 85 | |
| 3.1.2.3. La contabilidad del agua..... | 86 | |
| 3.1.3. El conocimiento de los recursos. Redes de medida..... | 86 | |
| 3.1.3.1. Situación de las redes de control | 86 | |
| 3.1.3.1.1. Redes meteorológicas | 86 | |
| 3.1.3.1.2. Redes de aguas superficiales..... | 90 | |
| 3.1.3.1.3. Redes de aguas subterráneas..... | 93 | |
| 3.1.3.2. Comparación con otros países | 96 | |
| 3.1.3.3. Problemas, conclusiones y propuestas de actuación | 96 | |
| 3.1.4. Recursos naturales | 100 | |
| 3.1.4.1. Escorrentías totales en régimen natural | 100 | |

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| 3.1.4.1.1. Precipitaciones | 100 | 3.2.3.2. Situación de las redes de control | 199 |
| 3.1.4.1.2. Evapotranspiración..... | 107 | 3.2.3.3. Comparación con otros países | 201 |
| 3.1.4.1.3. Lluvia útil..... | 109 | 3.2.3.4. Propuestas de gestión, coordinación y modernización..... | 203 |
| 3.1.4.1.4. Escorrentía total | 109 | 3.2.4. La contaminación de los ríos..... | 205 |
| 3.1.4.1.5. El procedimiento de evaluación de los recursos hídricos..... | 113 | 3.2.4.1. Situación de la calidad. Criterios de aptitud e indicadores | 206 |
| 3.1.4.1.6. Resultados obtenidos | 121 | 3.2.4.1.1. Criterios de aptitud para el consumo humano..... | 206 |
| 3.1.4.2. Fracción de origen subterráneo. Recarga natural | 130 | 3.2.4.1.2. Criterios de aptitud para regadío..... | 207 |
| 3.1.4.3. Variabilidad y diversidad hidrológica . | 139 | 3.2.4.1.3. Criterios de aptitud para aguas de baño..... | 209 |
| 3.1.4.4. Comparación con el contexto europeo | 141 | 3.2.4.1.4. Criterios de aptitud para vida piscícola | 211 |
| 3.1.5. Recursos disponibles | 146 | 3.2.4.1.5. Calidad según el Criterio del ICG, o de la Calidad General | 213 |
| 3.1.5.1. Introducción. Conceptos previos | 146 | 3.2.4.1.6. Calidad según el Criterio de la DBO ₅ , o de la contaminación orgánica | 216 |
| 3.1.5.2. Caudales fluyentes y regulación natural | 149 | 3.2.4.1.7. Calidad según Criterios del índice biótico..... | 216 |
| 3.1.5.3. Las obras de regulación y los sistemas de explotación | 153 | 3.2.4.1.8. Calidad ecológica..... | 219 |
| 3.1.5.4. Disponibilidades teóricas obtenidas mediante regulación en embalses | 155 | 3.2.4.2. Situación de la depuración de vertidos industriales | 220 |
| 3.1.5.5. Las aguas subterráneas y su explotación | 159 | 3.2.4.3. Contaminación difusa | 221 |
| 3.1.5.6. Uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas..... | 166 | 3.2.4.4. Contaminación térmica | 222 |
| 3.1.5.7. Recarga artificial de acuíferos | 169 | 3.2.4.5. Contaminación por sustancias tóxicas y peligrosas..... | 223 |
| 3.1.5.8. Reutilización | 170 | 3.2.4.6. Vertederos de residuos sólidos | 224 |
| 3.1.5.9. Desalación..... | 173 | 3.2.4.7. Contaminación radiológica | 225 |
| 3.1.6. Transferencias de recursos..... | 177 | 3.2.5. La contaminación de masas de agua | 228 |
| 3.1.6.1. Introducción | 177 | 3.2.5.1. Introducción | 228 |
| 3.1.6.2. Transferencias superficiales | 178 | 3.2.5.2. Eutrofización de lagos y embalses..... | 228 |
| 3.1.6.2.1. Transferencias naturales con otros países..... | 178 | 3.2.6. La contaminación de las aguas subterráneas..... | 230 |
| 3.1.6.2.2. Transferencias artificiales entre ámbitos de planificación | 179 | 3.2.6.1. Problemas de contaminación detectados..... | 232 |
| 3.1.6.3. Transferencias subterráneas | 180 | 3.2.6.1.1. Salinización..... | 232 |
| 3.1.6.4. Transferencias totales..... | 181 | 3.2.6.1.2. Contaminación por nitratos..... | 232 |
| 3.1.7. Disponibilidades totales..... | 181 | 3.2.6.1.3. Contaminación por metales pesados | 232 |
| 3.1.8. Las incertidumbres del futuro..... | 184 | 3.2.6.1.4. Contaminación por compuestos orgánicos | 233 |
| 3.1.8.1. La variabilidad hidrológica natural..... | 184 | 3.2.6.2. Descontaminación de acuíferos | 234 |
| 3.1.8.1.1. Incertidumbres asociadas a la longitud de los registros disponibles.. | 184 | 3.2.6.3. Prevención de la contaminación | 235 |
| 3.1.8.1.2. Incertidumbres asociadas a la variabilidad a largo plazo..... | 185 | 3.2.7. Los objetivos de calidad | 235 |
| 3.1.8.1.2.1. Variabilidad de las lluvias | 185 | 3.2.8. Los Convenios Internacionales sobre la calidad de las aguas | 238 |
| 3.1.8.1.2.2. Variabilidad de los caudales..... | 187 | 3.2.8.1. El convenio OSPARCOM sobre contaminación al Océano Atlántico | 238 |
| 3.1.8.2. Las incertidumbres del cambio climático..... | 188 | 3.2.8.2. El Convenio de Barcelona sobre la contaminación del Mar Mediterráneo. | 239 |
| 3.1.8.2.1. Introducción | 188 | 3.2.9. EL Plan Nacional de Saneamiento y Depuración | 241 |
| 3.1.8.2.2. Escenarios de precipitación y temperatura..... | 190 | 3.2.10. La ordenación de vertidos..... | 244 |
| 3.1.8.2.3. Impacto sobre los recursos hídricos. | 191 | 3.3. Los usos y demandas | 246 |
| 3.1.8.3. Conclusiones | 195 | 3.3.1. Conceptos previos y Cuestiones | |
| 3.2. La calidad de las aguas | 196 | | |
| 3.2.1. Introducción | 196 | | |
| 3.2.2. Situación general y aspectos normativos | 196 | | |
| 3.2.3. El conocimiento de la calidad de las aguas. Redes de control | 198 | | |
| 3.2.3.1. Introducción | 198 | | |

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| terminológicas..... | 246 | 3.3.6.3. Producción térmica | 314 |
| 3.3.2. El conocimiento de los usos y demandas | 249 | 3.3.7. Acuicultura..... | 315 |
| 3.3.2.1. Introducción | 249 | 3.3.8. Usos recreativos | 316 |
| 3.3.2.2. Demanda urbana | 249 | 3.3.9. Requerimientos ambientales..... | 318 |
| 3.3.2.3. Demanda industrial | 252 | 3.3.9.1. Introducción. Conceptos previos. | |
| 3.3.2.4. Demanda agraria | 252 | Caudales y volúmenes ambientales | 318 |
| 3.3.2.5. Requerimientos ambientales | 255 | 3.3.9.2. Conceptos jurídicos..... | 321 |
| 3.3.3. Abastecimiento urbano | 256 | 3.3.9.3. Ríos | 322 |
| 3.3.3.1. Descripción general | 256 | 3.3.9.4. Embalses y masas de agua..... | 323 |
| 3.3.3.2. Uso actual y consumos representativos | 258 | 3.3.9.5. Zonas húmedas..... | 324 |
| 3.3.3.3. Régimen de tarifas | 264 | 3.3.9.6. Deltas y estuarios | 324 |
| 3.3.3.4. Experiencias de ahorro y conservación. | 269 | 3.3.10. Síntesis de los usos y demandas | |
| 3.3.3.5. Demanda futura..... | 273 | actuales..... | 325 |
| 3.3.3.6. Problemas existentes y previsibles | 277 | 3.3.11. Impacto del cambio climático sobre | |
| 3.3.4. Abastecimiento industrial | 279 | las demandas hídricas | 325 |
| 3.3.4.1. Introducción | 279 | 3.3.12. Comparación con otros países | 329 |
| 3.3.4.2. Uso actual y dotaciones tipo..... | 280 | 3.4. El aprovechamiento del agua. | |
| 3.3.4.3. Demanda futura..... | 281 | Asignaciones y reservas..... | 333 |
| 3.3.5. Usos agrarios | 282 | 3.4.1. Introducción. Conceptos básicos | 333 |
| 3.3.5.1. Evolución histórica del regadío | 283 | 3.4.2. El derecho a usar el agua. La figura | |
| 3.3.5.2. Uso actual del agua para riego..... | 287 | concesional..... | 334 |
| 3.3.5.3. Precios del agua en regadío | 290 | 3.4.2.1. Fundamentos y antecedentes históricos | 334 |
| 3.3.5.4. Demanda futura..... | 292 | 3.4.2.1.1. La condición patrimonial del agua | |
| 3.3.5.5. Circunstancias y Problemas existentes | | en el medievo | 335 |
| y previsibles | 294 | 3.4.2.1.2. Agua y revolución liberal..... | 336 |
| 3.3.5.5.1. Condiciones de mercado y | | 3.4.2.1.3. La época moderna..... | 336 |
| competitividad de la producción. | | 3.4.2.2. La situación actual | 336 |
| La Política Agraria Común. | | 3.4.2.3. Concesiones de aguas y planificación | |
| Tendencias de futuro | 295 | hidrológica. La revisión concesional .. | 338 |
| 3.3.5.5.2. Suministro de agua..... | 301 | 3.4.3. La inscripción de derechos. Los | |
| 3.3.5.5.3. Afecciones ambientales..... | 302 | Registros administrativos de aguas..... | 338 |
| 3.3.5.5.4. Otros problemas planteados..... | 302 | 3.4.3.1. Antecedentes | 339 |
| 3.3.5.5.6. Usos ganaderos | 302 | 3.4.3.2. Evolución. Aprovechamientos inscritos, | |
| 3.3.5.5.7. El Plan Nacional de Regadíos..... | 303 | clandestinos y abusivos | 339 |
| 3.3.5.5.7.1. Antecedentes | 303 | 3.4.3.3. La nueva regulación de 1985. | |
| 3.3.5.5.7.2. Objetivos del PNR | 304 | Las vinculaciones con otros Registros | |
| 3.3.5.5.7.3. Caracterización de los regadíos | | públicos | 340 |
| existentes | 304 | 3.4.3.4. La situación actual | 341 |
| 3.3.5.5.7.4. Programas de actuación | 304 | 3.4.3.4.1. Abastecimientos a poblaciones | 342 |
| 3.3.5.5.7.4.1. Superficie de nuevos regadíos..... | 304 | 3.4.3.4.2. Regadíos | 343 |
| 3.3.5.5.7.4.2. Superficie de regadío actual a | | 3.4.3.4.3. Aprovechamientos hidroeléctricos... | 344 |
| mejorar | 306 | 3.4.3.4.4. Conclusiones | 345 |
| 3.3.5.5.7.4.3. Consumo y ahorro de agua | 307 | 3.4.3.5. El contenido de los derechos históricos. | |
| 3.3.5.5.7.4.4. Cultivos a establecer en | | Derechos de papel y derechos efectivos | 345 |
| concordancia con la reforma de la PAC y | | 3.4.3.6. Registro de aguas y Planificación | |
| el acuerdo del GATT..... | 307 | Hidrológica..... | 347 |
| 3.3.5.5.7.4.5. Estudios de rentabilidad y posibles | | 3.4.4. Las Reservas demaniales | 347 |
| alternativas | 307 | 3.5. El sistema de utilización actual | 348 |
| 3.3.5.5.7.4.6. Zonas a transformar en regadío por | | 3.5.1. Modelación cartográfica del sistema de | |
| razones sociales..... | 307 | utilización..... | 348 |
| 3.3.5.5.7.5. Formación de los regantes y divul- | | 3.5.1.1. Introducción. Procesos básicos | 348 |
| gación de las técnicas de regadío..... | 308 | 3.5.1.2. Recursos naturales | 349 |
| 3.3.6. Usos energéticos | 308 | 3.5.1.3. Requerimientos ambientales y recursos | |
| 3.3.6.1. Introducción. Evolución histórica..... | 308 | potenciales | 349 |
| 3.3.6.2. Aprovechamientos hidroeléctricos | 311 | 3.5.1.4. Demandas..... | 351 |

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| 3.5.1.5. Balance..... | 352 | de dominio público (art. 104) | 400 |
| 3.5.1.6. Agregación territorial por sistemas de explotación | 355 | 3.7.2.4.2. Canon de vertido (art. 105)..... | 401 |
| 3.5.1.7. Agregación territorial por ámbitos de planificación..... | 358 | 3.7.2.4.3. Canon de regulación (art. 106.1) | 402 |
| 3.5.2. Modelación analítica del sistema de utilización..... | 360 | 3.7.2.4.4. Tarifa de utilización del agua (art. 106.2)..... | 402 |
| 3.5.2.1. Introducción | 360 | 3.7.2.4.5. Síntesis de resultados | 403 |
| 3.5.2.2. Esquema general | 362 | 3.7.2.5. Experiencias obtenidas y problemas planteados..... | 405 |
| 3.5.2.3. Unidades de demanda | 364 | 3.7.3. La regulación económica de los trasvases | 408 |
| 3.5.2.3.1. Demandas urbanas | 364 | 3.7.3.1. Principios inspiradores y modalidades.. | 408 |
| 3.5.2.3.2. Demandas agrarias | 365 | 3.7.3.2. Trasvases con régimen económico-financiero inspirado en los principios tradicionales de la legislación de | 409 |
| 3.5.2.3.3. Demandas industriales y de refrigeración | 366 | aguas..... | 409 |
| 3.5.2.3.4. Otras demandas | 366 | 3.7.3.2.1. El trasvase Tajo-Segura..... | 409 |
| 3.5.2.4. Requerimientos medioambientales | 366 | 3.7.3.2.2. El trasvase Guadiaro-Guadalete..... | 410 |
| 3.5.2.5. Recursos hídricos superficiales..... | 367 | 3.7.3.2.3. El trasvase Tajo-Guadiana | 411 |
| 3.5.2.6. Recursos hídricos subterráneos..... | 368 | 3.7.3.3. Trasvases con régimen económico-financiero especial..... | 411 |
| 3.5.2.7. Recursos no convencionales | 369 | 3.7.3.3.1. El abastecimiento al campo de Tarragona..... | 411 |
| 3.5.2.8. Infraestructuras..... | 369 | 3.7.3.3.2. El abastecimiento a Mallorca..... | 411 |
| 3.5.3. Conclusiones..... | 370 | 3.7.3.4. Conclusiones | 411 |
| 3.6. Experiencias de trasvases intercuenas . | 370 | 3.8. La Administración pública del agua..... | 413 |
| 3.6.1. Tajo-segura..... | 371 | 3.8.1. Introducción | 413 |
| 3.6.2. El minitrasvase a Tarragona..... | 375 | 3.8.2. Principales problemas de la actual Administración Hidráulica..... | 413 |
| 3.6.2.1. Antecedentes. El Proyecto de trasvase Ebro-Pirineo Oriental..... | 376 | 3.8.3. El reto medioambiental..... | 414 |
| 3.6.2.2. Planteamiento y desarrollo de la transferencia | 377 | 3.8.4. Las comunidades de usuarios | 414 |
| 3.6.3. Otros trasvases | 379 | 3.9. La protección y recuperación del dominio público hidráulico..... | 416 |
| 3.6.4. Las consecuencias ambientales de los trasvases | 380 | 3.9.1. Deslinde | 416 |
| 3.7. La economía del agua | 380 | 3.9.2. El entorno fluvial. Conservación y restauración | 416 |
| 3.7.1. El agua como factor económico productivo | 381 | 3.9.2.1. Introducción | 416 |
| 3.7.1.1. El Sector agrícola. La aportación del regadío a la economía española | 381 | 3.9.2.2. Cauces, riberas y márgenes..... | 417 |
| 3.7.1.2. Sector industrial | 385 | 3.9.2.3. Lechos de lagos, lagunas y embalses . | 418 |
| 3.7.1.3. Sector energético..... | 387 | 3.9.2.4. Efectos antrópicos sobre el entorno fluvial | 418 |
| 3.7.1.4. Regadío e hidroelectricidad. Costes de oportunidad del empleo alternativo y diferencias territoriales | 388 | 3.9.2.5. El problema del aporte de áridos a las playas | 419 |
| 3.7.1.5. Sector servicios | 389 | 3.9.3. Zonas de protección especial..... | 420 |
| 3.7.1.6. Conclusiones | 389 | 3.9.3.1. Introducción. Normativa | 420 |
| 3.7.2. El vigente régimen económico-financiero | 392 | 3.9.3.2. Zonas húmedas..... | 420 |
| 3.7.2.1. Introducción | 392 | 3.9.3.2.1. Introducción. Inventario..... | 420 |
| 3.7.2.2. Antecedentes históricos. La Ley de Obras Hidráulicas de 1911..... | 394 | 3.9.3.2.2. Necesidades hídricas o volúmenes de mantenimiento..... | 422 |
| 3.7.2.3. Principios básicos del régimen vigente. | 395 | 3.9.3.2.3. Humedales y aguas subterráneas | 423 |
| 3.7.2.3.1. Las cuatro figuras básicas de la regulación actual | 395 | 3.9.3.2.4. El Plan Estratégico para la conservación y uso racional de los humedales..... | 423 |
| 3.7.2.3.2. Incorporaciones recientes..... | 398 | 3.9.3.3. Espacios Naturales Protegidos..... | 425 |
| 3.7.2.3.3. Otros aspectos relevantes | 398 | 3.9.3.4. Acuíferos de interés especial | 426 |
| 3.7.2.4. Resultados de la aplicación del régimen vigente..... | 399 | 3.9.3.5. Tramos de ríos protegidos..... | 427 |
| 3.7.2.4.1. Canon de utilización de bienes | | | |

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| 3.9.4. Explotaciones económicas..... | 428 | 3.11.1. Introduccion | 457 |
| 3.9.5. Fomento del uso social | 428 | 3.11.2. Las experiencias recientes..... | 462 |
| 3.9.6. Restauración hidrológico-forestal..... | 428 | 3.11.3. Las líneas de actuación | 465 |
| 3.9.7. La vigilancia y control del dominio público | 431 | 3.12. Avenidas e inundaciones..... | 465 |
| 3.10. Las infraestructuras hidráulicas | 431 | 3.12.1. Introduccion | 465 |
| 3.10.1. Sistemas y tipologías | 431 | 3.12.1.1. Génesis de las avenidas..... | 466 |
| 3.10.1.1. Sistemas básicos de infraestructuras. | 431 | 3.12.1.2. Daños producidos por las avenidas... | 470 |
| 3.10.1.1.1. Los sistemas de abastecimiento | 431 | 3.12.1.3. Naturaleza territorial de las avenidas e inundaciones | 471 |
| 3.10.1.1.2. Los riegos tradicionales | 432 | 3.12.1.4. Inundaciones y vías de comunicación | 474 |
| 3.10.1.1.3. Los riegos de iniciativa pública | 433 | 3.12.1.5. Inundaciones y grandes presas..... | 474 |
| 3.10.1.1.4. Los riegos privados individuales.... | 433 | 3.12.1.6. Implicaciones ambientales de la defensa contra las crecidas..... | 475 |
| 3.10.1.2. Tipologías de infraestructura hidráulica..... | 433 | 3.12.2. Antecedentes en actuaciones de defensa | 475 |
| 3.10.1.2.1. Presas | 433 | 3.12.3. Criterios de actuación | 476 |
| 3.10.1.2.2. Azudes de derivación y captaciones fluviales | 440 | 3.12.3.1. Principios básicos..... | 476 |
| 3.10.1.2.3. Captaciones hidrogeológicas | 441 | 3.12.3.2. Criterios técnico-económicos..... | 477 |
| 3.10.1.2.4. Conducciones de abastecimiento .. | 444 | 3.12.4. Las actuaciones consideradas | 483 |
| 3.10.1.2.5. Conducciones de riego..... | 445 | 3.12.4.1. Actuaciones estructurales..... | 483 |
| 3.10.1.2.6. Redes de azarbes y drenajes | 446 | 3.12.4.2. Actuaciones no estructurales..... | 484 |
| 3.10.1.2.7. Redes de caminos de servicio..... | 446 | 3.12.4.2.1. Ordenación de zonas inundables ... | 484 |
| 3.10.1.2.8. Instalaciones de tratamiento de aguas potables | 446 | 3.12.4.2.2. Sistemas de alerta..... | 485 |
| 3.10.1.2.9. Instalaciones de tratamiento de aguas residuales | 446 | 3.12.4.2.3. Seguros..... | 486 |
| 3.10.1.2.10. Instalaciones de reutilización de . aguas residuales | 447 | 3.12.4.2.4. Regulación jurídica | 487 |
| 3.10.1.2.11. Instalaciones de desalación..... | 447 | 3.12.5. La planificación de protección civil ante el riesgo de inundaciones | 487 |
| 3.10.1.2.12. Aprovechamientos hidroeléctricos. | 448 | 3.13. El contexto internacional | 488 |
| 3.10.1.2.13. Instalaciones de navegación y transporte..... | 449 | 3.13.1. Introducción | 488 |
| 3.10.1.2.14. Sistemas de corrección hidrológico-forestal..... | 450 | 3.13.2. El carácter supranacional de la política de aguas..... | 489 |
| 3.10.1.2.15. Pasos para peces..... | 451 | 3.13.2.1. Los Convenios y Conferencias internacionales | 489 |
| 3.10.1.2.16. Encauzamientos y defensas de márgenes | 451 | 3.13.2.2. La política de aguas de la Unión Europea | 490 |
| 3.10.2. Valoración del patrimonio hidráulico... | 451 | 3.13.2.2.1. Antecedentes de la política de aguas en la Comunidad Europea ... | 490 |
| 3.10.3. Conservación, mantenimiento, reposición y modernización de infraestructuras..... | 451 | 3.13.2.2.2. La situación actual tras el Tratado de la Unión..... | 490 |
| 3.10.4. Seguridad de infraestructuras. El Reglamento técnico | 452 | 3.13.2.3. La Directiva sobre prevención y control integrados de la contaminación | 491 |
| 3.10.4.1. Antecedentes | 452 | 3.13.2.3.1. Objetivos y ámbito de aplicación... | 491 |
| 3.10.4.2. Conceptos básicos | 453 | 3.13.2.3.2. Aspectos más relevantes de la aplicación de la Directiva..... | 492 |
| 3.10.4.3. La situación actual | 453 | 3.13.2.4. La Directiva Marco de aguas | 492 |
| 3.10.5. Régimen jurídico de las obras hidráulicas | 453 | 3.13.2.4.1. Introducción. Proceso de elaboración | 492 |
| 3.10.5.1. Antecedentes históricos..... | 453 | 3.13.2.4.2. Contenido y objetivos de la Directiva Marco | 493 |
| 3.10.5.2. Legislación de obras públicas. Antecedentes planificadores y situación actual. La conjunción de Leyes | 454 | 3.13.2.4.3. Las implicaciones de la Directiva Marco de aguas en la actual política de aguas en España | 494 |
| 3.10.5.3. Legislación de aguas..... | 456 | 3.13.2.5. Las relaciones bilaterales | 494 |
| 3.11. El problema de las sequías | 457 | 3.13.3. Conclusiones | 495 |
| | | 3.14. La cooperación con Portugal | 496 |

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| 3.14.1. Introducción | 496 | recurso natural | 524 |
| 3.14.2. Marco geográfico | 496 | 4.4.1.1. Concepto de recurso natural | 525 |
| 3.14.3. Los recursos hídricos en los cursos fluviales fronterizos | 497 | 4.4.1.2. Clasificación de los recursos. La cuestión de la renovabilidad..... | 525 |
| 3.14.4. La calidad de las aguas en los cursos fluviales fronterizos | 498 | 4.4.1.3. Funciones del agua como recurso ambiental..... | 526 |
| 3.14.5. Los convenios bilaterales | 498 | 4.4.2. Dificultades de la gestión de los recursos naturales..... | 528 |
| 3.14.6. Situación actual y perspectivas de futuro | 498 | 4.4.2.1. Incertidumbre e irreversibilidad..... | 528 |
| 3.15. Investigación y desarrollo en recursos hídricos..... | 499 | 4.4.2.2. El libre acceso | 529 |
| 3.15.1. Introducción | 499 | 4.4.2.3. La valoración económica de los recursos naturales..... | 530 |
| 3.15.2. Actividades Universitarias | 500 | 4.4.2.4. El descuento del futuro | 531 |
| 3.15.3. Actividades de los Organismos Públicos de Investigación | 500 | 4.4.3. Uso racional y desarrollo sostenible..... | 531 |
| 3.15.4. Otras actividades de investigación y desarrollo de recursos hídricos | 501 | 4.4.3.1. La polémica desarrollo-medio ambiente | 531 |
| 3.15.5. La CICYT y otros órganos en las Comunidades Autónomas | 501 | 4.4.3.2. Efectos negativos derivados de la explotación del medio | 532 |
| 3.15.6. Formación en recursos hídricos | 502 | 4.4.3.3. Afección medioambiental socialmente aceptable..... | 532 |
| 3.15.7. Asociaciones científicas y profesionales en recursos hídricos..... | 504 | 4.4.3.4. Crecimiento económico, eficiencia y sostenibilidad | 533 |
| 3.15.8. Publicaciones e información sobre recursos hídricos | 505 | 4.4.4. Impacto ambiental | 534 |
| 4. LOS FUNDAMENTOS PARA UNA NUEVA POLÍTICA DEL AGUA | | 4.4.5. Indicadores ambientales..... | 537 |
| 4.1. El concepto de política hidráulica | 509 | 4.4.6. Conclusiones..... | 538 |
| 4.1.1. Política hidráulica y política del agua ... | 509 | 4.5. Los fundamentos económicos | 539 |
| 4.1.2. La naturaleza institucional de la política hidráulica | 510 | 4.5.1. La necesidad de una aproximación económica para la preservación de los recursos naturales..... | 539 |
| 4.1.3. Nuevos conceptos y planteamientos..... | 512 | 4.5.2. La consideración del agua como bien económico productivo..... | 540 |
| 4.2. La crisis del modelo tradicional | 512 | 4.5.3. La política económica del agua considerada como bien ambiental | 541 |
| 4.2.1. Antecedentes y coyunturas históricas.... | 512 | 4.5.3.1. Público y privado en la gestión ambiental del agua | 542 |
| 4.2.1.1. Las iniciativas particulares de la segunda mitad del XIX | 513 | 4.5.3.1.1. Los mercados como instrumentos .. de política ambiental..... | 542 |
| 4.2.1.2. La necesidad de intervención pública y el fomento de los riegos por el Estado.. | 513 | 4.5.3.1.2. Las negociaciones voluntarias | 544 |
| 4.2.1.3. El desarrollo de las infraestructuras. <i>La gran hidráulica</i> | 514 | 4.5.3.1.3. Experiencias de los mercados de aguas..... | 546 |
| 4.2.1.4. Aprovechamiento inconexo y aprovechamiento integral | 515 | 4.5.3.1.4. Conclusiones | 547 |
| 4.2.2. La emergencia de nuevos agentes sociales y la multiplicidad de los discursos | 516 | 4.5.3.2. Instrumentos de política económica para la mejor gestión del recurso..... | 548 |
| 4.2.3. Los crecientes costes ambientales | 518 | 4.5.3.2.1. Utilización de incentivos económicos para la mejor asignación de los recursos..... | 548 |
| 4.2.4. Las incertidumbres de costes y beneficios | 518 | 4.5.3.2.2. Regulación a través de normas fijas .. | 549 |
| 4.2.5. La crisis de los objetivos económicos de la política hidráulica | 518 | 4.5.3.2.3. Ejecución de proyectos con objetivos específicamente ambientales | 549 |
| 4.2.6. Las tensiones políticas y territoriales | 520 | 4.5.4. Evaluación Económica de proyectos hidráulicos..... | 549 |
| 4.2.7. El contexto internacional | 521 | 4.6. Los fundamentos sociopolíticos | 551 |
| 4.2.8. Conclusión. La necesidad de nuevos fundamentos..... | 521 | 4.6.1. El agua como activo social | 551 |
| 4.3. Los fundamentos jurídicos..... | 523 | 4.6.1.1. La polémica sobre el valor social del agua | 551 |
| 4.4. Los fundamentos ambientales | 524 | 4.6.1.2. El valor simbólico y emocional del | |
| 4.4.1. La consideración del agua como | | | |

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| agua..... | 552 | administrativa..... | 576 |
| 4.6.1.3. Valor comunitario y Justicia..... | 552 | 5.2.2. Fundamentos constitucionales de la actividad planificadora..... | 577 |
| 4.6.1.4. Valor comunitario y gratuidad del agua..... | 553 | 5.2.3. Las competencias en materia de planificación hidrológica..... | 578 |
| 4.6.2. El sentido territorial y las expectativas de prosperidad..... | 553 | 5.2.4. Las relaciones de las Administraciones Públicas. Principios generales..... | 579 |
| 4.6.3. La naturaleza de la solidaridad hidráulica..... | 555 | 5.2.5. Cooperación y planificación conjunta. Financiación..... | 580 |
| 4.7. Los fundamentos técnicos..... | 555 | 5.2.6. Planificación Hidrológica y Ley de Aguas. La dualidad de Ley y Plan..... | 580 |
| 4.7.1. La aproximación tradicional y perspectivas de futuro..... | 555 | 5.2.7. Relaciones de la planificación hidrológica con otros instrumentos de planificación, y en particular con el Plan Nacional de Regadíos..... | 581 |
| 4.7.2. Las posibles medidas y actuaciones..... | 556 | 5.2.8. Situación de conflicto entre Planes de las Administraciones. El principio de coordinación..... | 583 |
| 4.7.2.1. La gestión de la demanda..... | 556 | 5.2.9. La prelación temporal entre los Planes Hidrológicos de cuenca y el Plan Hidrológico Nacional..... | 584 |
| 4.7.2.1.1. Demandas urbanas..... | 556 | 5.3. Historia y situación de los Planes Hidrológicos de cuenca..... | 585 |
| 4.7.2.1.2. Demandas agrarias..... | 557 | 5.3.1. El proceso de elaboración de los Planes. Experiencias y consecuencias..... | 585 |
| 4.7.2.1.3. Demandas industriales y energéticas..... | 559 | 5.3.2. La situación de ausencia de Plan. Experiencias y consecuencias..... | 588 |
| 4.7.2.2. El incremento de la oferta..... | 559 | 5.3.3. El proceso de Informe de los Planes por el Consejo Nacional del Agua..... | 588 |
| 4.7.2.2.1. El incremento de la regulación superficial..... | 559 | 5.3.3.1. La elaboración del Informe..... | 589 |
| 4.7.2.2.2. El incremento de la utilización de las aguas subterráneas y el uso conjunto..... | 560 | 5.3.3.2. Las principales conclusiones..... | 589 |
| 4.7.2.2.3. El incremento de la reutilización..... | 563 | 5.3.4. El proceso de aprobación de los Planes por el Gobierno..... | 591 |
| 4.7.2.2.4. El incremento de la desalación..... | 563 | 5.3.4.1. Las condiciones jurídicas de la aprobación..... | 591 |
| 4.7.2.2.5. La alternativa de trasvases intercuenas..... | 564 | 5.3.4.2. La culminación del proceso..... | 591 |
| 4.7.3. Las mejoras en los procedimientos y metodologías..... | 564 | 5.4. Historia y situación del Plan Hidrológico Nacional..... | 591 |
| 4.7.3.1. Las bases de datos de agua..... | 564 | 5.4.1. El Anteproyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional de 1993..... | 591 |
| 4.7.3.2. Los modelos de simulación y optimización..... | 566 | 5.4.2. La situación actual. Algunos criterios básicos..... | 593 |
| 4.7.3.2.1. La simulación de aportaciones en régimen natural..... | 566 | 5.5. Los contenidos del Proyecto de Ley del Plan Hidrológico Nacional..... | 593 |
| 4.7.3.2.2. La simulación y optimización de los sistemas de explotación..... | 567 | 5.5.1. Medidas necesarias para la coordinación de los diferentes Planes Hidrológicos de cuenca..... | 594 |
| 5. LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA | | 5.5.2. Solución para las posibles alternativas que ofrezcan los Planes Hidrológicos de cuenca..... | 597 |
| 5.1. Antecedentes históricos del proceso planificador..... | 571 | 5.5.3. Previsión y condiciones de las transferencias de recursos hidráulicos entre ámbitos territoriales de distintos Planes Hidrológicos de cuenca..... | 597 |
| 5.1.1. El plan Gasset o de 1902 y sus epígonos..... | 571 | 5.5.4. Modificaciones que se prevean | |
| 5.1.2. El Plan Nacional de Obras Hidráulicas de 1933..... | 571 | | |
| 5.1.3. El Plan de Obras Públicas de 1940..... | 572 | | |
| 5.1.4. Los Planes de Desarrollo económico y social..... | 573 | | |
| 5.1.5. Los planes para zonas específicas y planes de aprovechamientos..... | 573 | | |
| 5.1.6. El Decreto de 1979, el avance-80 y los estudios previos..... | 573 | | |
| 5.1.7. La planificación hidrológica a partir de la Ley de Aguas de 1985..... | 574 | | |
| 5.1.8. Síntesis de tipologías históricas del proceso planificador..... | 575 | | |
| 5.2. Régimen jurídico de la planificación hidrológica..... | 576 | | |
| 5.2.1. La necesidad de planificación | | | |

| | | | |
|--|-----|--|------------|
| en la planificación del uso del recurso y que afecten a aprovechamientos preexistentes para abastecimiento de poblaciones o regadíos..... | 598 | 5.7.1. Las limitaciones del Plan y la necesidad de otros instrumentos..... | 607 |
| 5.5.5. Otros posibles contenidos del Plan Hidrológico Nacional..... | 599 | 5.7.2. La provisión de los servicios de agua. Una responsabilidad compartida respecto a las competencias de las distintas Administraciones Territoriales..... | 608 |
| 5.6. Los posibles trasvases a aprobar por el Plan Hidrológico Nacional | 600 | 5.7.3. La participación privada en la financiación de infraestructuras..... | 611 |
| 5.6.1. Introducción..... | 600 | 5.7.4. Una reforma de la Administración Hidráulica..... | 612 |
| 5.6.2. Balances hídricos. Déficit y superávit en los ámbitos territoriales de planificación . | 600 | 5.7.5. Una reforma de los procedimientos de control y registro de derechos..... | 614 |
| 5.6.3. Identificación de los sistemas con déficit | 602 | 5.7.6. Una reforma de los procedimientos de tramitación contractual | 614 |
| 5.6.4. Identificación de los sistemas con superávit..... | 604 | 5.7.7. Una reforma de la Ley de Aguas..... | 616 |
| 5.6.5. Los posibles trasvases..... | 607 | 6. ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS | 617 |
| 5.7. Otras propuestas para una nueva política del agua | 607 | 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 621 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | | |
|---|----|---|----|
| Figura 1. Mapa de distribución espacial de las temperaturas medias, superpuestas al relieve | 10 | Figura 25. Mapa de previsiones provinciales de población al año 2010, y sus tasas de variación con respecto a 1991 | 31 |
| Figura 2. Mapa de distribución espacial de las precipitaciones medias, superpuestas al relieve | 11 | Figura 26. Mapa de previsiones provinciales de población en el 2020 y sus tasas de variación con respecto a 1991 | 32 |
| Figura 3. Mapa de clasificación climática según el índice de humedad de la UNESCO | 12 | Figura 27. Previsiones de evolución de población por ámbitos de Planes Hidrológicos | 32 |
| Figura 4. Mapa de litologías | 13 | Figura 28. Previsiones de evolución de población por ámbitos de Planes Hidrológicos (detalle) | 33 |
| Figura 5. Mapa de relieves. Modelo digital del terreno | 13 | Figura 29. Evolución de turistas y plazas hoteleras | 36 |
| Figura 6. Mapa de tipos básicos de suelo | 15 | Figura 30. Evolución de los ingresos de divisas por turismo | 36 |
| Figura 7. Mapa de usos del suelo | 15 | Figura 31. Mapa de distribución y número de viviendas secundarias en 1991 | 37 |
| Figura 8. Mapa de usos forestales | 16 | Figura 32. Mapa de distribución y número de plazas turísticas totales en 1994 | 38 |
| Figura 9. Mapa de relieve y ríos principales | 17 | Figura 33. Evolución de la estacionalidad del turismo | 38 |
| Figura 10. Perfiles longitudinales de los ríos más largos | 18 | Figura 34. Mapa de distribución y número de campos de golf en 1995 | 39 |
| Figura 11. Mapa de la red fluvial básica y divisorias de las grandes cuencas | 19 | Figura 35. Mapa de distribución y número de campings en 1995 | 40 |
| Figura 12. Evolución de la población española desde 1700 y proyección a corto plazo | 23 | Figura 36. Mapa de variación provincial del número de campings en el periodo 1980-1994 | 41 |
| Figura 13. Tasas de evolución de la población española desde 1850 | 23 | Figura 37. Mapa de superficies de riego identificadas mediante teledetección (años 1984, 1987, 1991, 1995) | 41 |
| Figura 14. Nacimientos, defunciones y crecimiento natural de la población española desde 1970 | 24 | Figura 38. Curva hipsométrica y altitud de los regadíos existentes en España | 42 |
| Figura 15. Mapa de densidad de población en 1991 | 25 | Figura 39. Curva porcentual acumulada de superficie del territorio frente a superficie de regadío a las distintas cotas | 42 |
| Figura 16. Evolución de la concentración de población a menos de 5 km de la costa | 26 | Figura 40. Curvas hipsométricas y altitud de los regadíos en diferentes ámbitos de los Planes Hidrológicos | 44 |
| Figura 17. Concentración de población en franjas del litoral | 26 | Figura 41. Evolución desde 1900 de la población activa por sectores de actividad | 45 |
| Figura 18. Mapa de poblaciones de más de 50.000 habitantes | 27 | Figura 42. Evolución desde 1950 de la población activa por profesiones | 45 |
| Figura 19. Evolución durante el siglo del porcentaje de la población residente de hecho según tamaños de municipios | 27 | Figura 43. Evolución de la población activa agraria y de las superficies de secano y regadío | 46 |
| Figura 20. Mapa de tasas provinciales de variación de la población en el periodo 1981-1991 | 28 | Figura 44. Evolución reciente y tasa de variación de los empleos ocupados en el sector agrario | 46 |
| Figura 21. Distintas proyecciones de población total nacional | 29 | | |
| Figura 22. Población española desde 1850 y proyección al 2020 | 29 | | |
| Figura 23. Pirámide de población en 1991 y previsiones para el 2005 y 2020 | 30 | | |
| Figura 24. Mapa de previsiones provinciales de población al año 2000, y sus tasas de variación con respecto a 1991 | 30 | | |

| | | | |
|--|----|--|-----|
| Figura 45. Mapa de envejecimiento de la población agraria | 47 | Figura 66. Evolución del número de estaciones meteorológicas en España durante el siglo XX..... | 88 |
| Figura 46. Mapa de distribución territorial de la actividad industrial..... | 49 | Figura 67. Mapa de la Red de estaciones meteorológicas con registros históricos del INM..... | 88 |
| Figura 47. Evolución desde 1940 de la estructura sectorial de la producción eléctrica..... | 50 | Figura 68. Mapa de la Red de estaciones evaporimétricas en embalses | 90 |
| Figura 48. Participación de las cuencas hidrográficas en la producción hidroeléctrica total | 50 | Figura 69. Serie de aportaciones anuales del río Guadalentín en la presa de Puentes desde 1885 | 91 |
| Figura 49. Participación relativa de las distintas cuencas en las superficies y consumos de agua en regadío, potencias instaladas, y producción hidroeléctrica | 51 | Figura 70. Evolución desde 1910 del número de estaciones de aforo en los ríos..... | 91 |
| Figura 50. Participación relativa de superficies de riego y potencias instaladas por cuencas hidrográficas..... | 51 | Figura 71. Mapa de la Red de medida de aguas superficiales | 92 |
| Figura 51. Mapas de ámbitos territoriales de las Comunidades Autónomas y de los Planes Hidrológicos | 54 | Figura 72. Mapa de la Red SAIH en funcionamiento | 94 |
| Figura 52. Mapa conjunto de ámbitos territoriales de las Comunidades Autónomas y de los Planes Hidrológicos | 55 | Figura 73. Mapa de puntos seleccionados de las redes de piezometría e hidrometría | 95 |
| Figura 53. Mapa de los ámbitos territoriales de las Administraciones Hidráulicas | 70 | Figura 74. Evolución desde 1960 del número de datos piezométricos en la cuenca del Segura | 95 |
| Figura 54. Esquema conceptual del ciclo hidrológico | 78 | Figura 75. Distribución de las estaciones meteorológicas según su altitud..... | 97 |
| Figura 55. Esquema de los principales flujos del ciclo hidrológico en un territorio..... | 79 | Figura 76. Curva porcentual acumulada de superficie del territorio frente a número de estaciones meteorológicas a las distintas cotas..... | 98 |
| Figura 56. Esquema de los principales flujos de agua (km ³ /año) en régimen natural para el territorio español..... | 80 | Figura 77. Mapa de distribución espacial de estaciones pluviométricas en los Picos de Europa, sobre un modelo digital del terreno..... | 98 |
| Figura 57. Algunos ejemplos de alteraciones antrópicas del ciclo hidrológico..... | 81 | Figura 78. Mapa de valores medios de la precipitación anual (mm) en el periodo 1940/41-1995/96 | 100 |
| Figura 58. Afección de los bombeos en La Mancha sobre los caudales del río Júcar | 81 | Figura 79. Distribución mensual de la precipitación media en España | 101 |
| Figura 59. Afección del embalse de Valdeinfierno sobre el manantial de los Ojos de Luchena | 82 | Figura 80. Serie de precipitaciones anuales medias en España en el periodo 1940/41-1995/96..... | 101 |
| Figura 60. Relación entre aportación real y aportación natural para diferentes ríos españoles..... | 83 | Figura 81. Rachas de la precipitación media anual en España en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas | 102 |
| Figura 61. Mapa de volúmenes de embalse aguas arriba (hm ³) | 83 | Figura 82. Funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial de las precipitaciones medias anuales en España en el periodo 1940/41-1995/96..... | 102 |
| Figura 62. Mapa de máxima alteración potencial actual del régimen natural por efecto de la regulación existente | 84 | Figura 83. Mapa de coeficientes de variación (%) de la precipitación anual en el periodo 1940/41-1995/96 | 103 |
| Figura 63. Distintas perspectivas de los efectos antrópicos sobre el ciclo hidrológico..... | 85 | Figura 84. Mapas de medias y coeficientes de variación de las precipitaciones anuales por ámbitos de planificación .. | 104 |
| Figura 64. Serie de precipitaciones anuales en San Fernando (Cádiz) desde 1805.... | 87 | | |
| Figura 65. Evolución del número de estaciones meteorológicas en España durante el siglo XIX | 87 | | |

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| Figura 85. Precipitaciones medias frente a coeficientes de variación y de sesgo por ámbitos de planificación | 104 | puntos de control en el periodo 1940/41-1995/96 | 119 |
| Figura 86. Regiones pluviométricas de los ámbitos territoriales de planificación | 105 | Figura 105. Detalle de aportaciones mensuales simuladas y observadas (m^3/s) en el periodo 1940/41-1995/96 | 120 |
| Figura 87. Rachas de la precipitación media anual por regiones pluviométricas en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas | 106 | Figura 106. Aportaciones totales medias anuales ($hm^3/año$) y coeficientes de escorrentía en régimen natural en los diferentes ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos | 122 |
| Figura 88. Distintas situaciones de las rachas de la precipitación media anual por regiones pluviométricas en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas | 107 | Figura 107. Escorrentías medias anuales (mm) y coeficientes de escorrentía en régimen natural en los diferentes ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos | 122 |
| Figura 89. Mapa de evapotranspiración potencial media anual en mm (periodo 1940/41-1995/96)..... | 108 | Figura 108. Relaciones entre precipitación, escorrentía total y coeficientes de escorrentía en los diferentes ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos | 123 |
| Figura 90. Mapa de evapotranspiración real media anual en mm (periodo 1940/41-1995/96)..... | 108 | Figura 109. Serie de aportaciones totales anuales en régimen natural en la España peninsular (periodo 1940/41-1995/96) | 123 |
| Figura 91. Mapa de la relación ET/ETP (%) (periodo 1940/41-1995/96)..... | 109 | Figura 110. Relación precipitación-escorrentía total a escala anual en la España peninsular (años 1940/41 a 1995/96) | 124 |
| Figura 92. Mapa de lluvia útil media anual en mm (periodo 1940/41-1995/96)..... | 110 | Figura 111. Correlación cruzada entre las precipitaciones y las aportaciones anuales en España en el periodo 1940/41-1995/96 | 124 |
| Figura 93. Mapa de escorrentía total media anual en mm (periodo 1940/41-1995/96)..... | 111 | Figura 112. Rachas de la aportación total anual en España en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas | 125 |
| Figura 94. Mapa de aportación total media anual ($hm^3/año$) en el periodo 1940/41-1995/96..... | 111 | Figura 113. Funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial de las aportaciones medias anuales en España en el periodo 1940/41-1995/96..... | 125 |
| Figura 95. Distribución media intraanual de los principales flujos hidrológicos globales en España | 112 | Figura 114. Series de aportaciones anuales en régimen natural (periodo 1940/41-1995/96) para los distintos ámbitos de la planificación hidrológica | 126 |
| Figura 96. Representación esquemática del modelo distribuido empleado | 113 | Figura 115. Mapa del coeficiente de variación (%) de la escorrentía anual en el periodo 1940/41-1995/96..... | 128 |
| Figura 97. Mapa de subcuencas en la España peninsular..... | 114 | Figura 116. Correlogramas de las series de aportaciones anuales totales en distintos ámbitos territoriales..... | 128 |
| Figura 98. Mapa de capacidad máxima de almacenamiento de agua en el suelo (mm) | 115 | Figura 117. Rachas de la aportación total anual en régimen natural por regiones en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas | 129 |
| Figura 99. Mapa de capacidad máxima de infiltración (mm/mes) | 116 | | |
| Figura 100. Mapa de coeficientes de recesión ($días^{-1} \times 100.000$) | 117 | | |
| Figura 101. Mapa con la selección de puntos de control para la calibración del modelo | 117 | | |
| Figura 102. Ejemplo de mapas generados en la simulación de escorrentías en un intervalo de tiempo (febrero de 1970) | 118 | | |
| Figura 103. Contraste del modelo en valores medios anuales | 118 | | |
| Figura 104. Aportaciones mensuales simuladas y observadas (m^3/s) en varios | | | |

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| Figura 118. Distintas situaciones de las rachas de aportación total anual en régimen natural por regiones en el periodo 1940/41-1995/96, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas | 130 | transformación en recursos disponibles | 147 |
| Figura 119. Mapa de unidades hidrogeológicas ... | 131 | Figura 138. Volúmenes regulados en régimen natural por ámbitos de planificación. Series de los Planes Hidrológicos | 152 |
| Figura 120. Mapa de afloramientos permeables ... | 132 | Figura 139. Volúmenes regulados en régimen natural por ámbitos de planificación. Series obtenidas en este Libro | 152 |
| Figura 121. Mapa de recarga natural en las unidades hidrogeológicas (mm/año).. | 134 | Figura 140. Mapa de sistemas de explotación básicos definidos en los Planes Hidrológicos de cuenca | 155 |
| Figura 122. Recarga por infiltración de lluvia (hm ³ /año) en la unidad hidrogeológica de la Mancha Oriental (periodo 1940/41 a 1995/96) | 135 | Figura 141. Volúmenes regulados en la situación teórica considerada. Series de aportaciones de los Planes Hidrológicos | 157 |
| Figura 123. Recarga por infiltración de lluvia (hm ³ /año) en la unidad hidrogeológica de Madrid-Talavera (periodo 1940/41 a 1995/96) | 135 | Figura 142. Volúmenes regulados en la situación teórica considerada. Series de aportaciones obtenidas en este Libro | 158 |
| Figura 124. Recarga por infiltración de lluvia (hm ³ /año) en la Península (periodo 1940/41 a 1995/96) | 136 | Figura 143. Regulación en régimen natural y en la situación teórica considerada (en porcentajes de la aportación total en régimen natural) | 159 |
| Figura 125. Fracción subterránea de la escorrentía total y recarga a los acuíferos en régimen natural en los ámbitos territoriales de la planificación | 137 | Figura 144. Mapas de la relación bombeo/recarga y la fracción de bombeo con respecto al total, por ámbitos de planificación hidrológica | 160 |
| Figura 126. Contraste de datos de recarga de acuíferos en régimen natural en los ámbitos territoriales de la planificación | 137 | Figura 145. Mapa de zonas regadas con aguas de origen subterráneo y mixto | 161 |
| Figura 127. Caudales medios mensuales en ríos con distintos regímenes fluviales | 139 | Figura 146. Mapa de la cuenca alta del Guadiana | 162 |
| Figura 128. Distribución estacional de la precipitación (mm) | 140 | Figura 147. Evolución de niveles piezométricos y bombeos en el acuífero de la Mancha Occidental (piezómetro 203070003 en Manzanares) | 162 |
| Figura 129. Distribución estacional de la evapotranspiración potencial (mm) | 141 | Figura 148. Mapa de la relación bombeo-recarga en las unidades hidrogeológicas | 163 |
| Figura 130. Distribución estacional de la escorrentía (mm) | 142 | Figura 149. Mapa de unidades hidrogeológicas con declaración provisional o definitiva de sobreexplotación en las cuencas intercomunitarias | 166 |
| Figura 131. Caudales mensuales (m ³ /s) del Guadiana en Torreblanca y del Zújar en Castuera en el periodo 1946/47 a 1949/50 | 142 | Figura 150. Mapa del sistema río Mijares -Acuífero de la Plana de Castellón ... | 168 |
| Figura 132. Mapa de precipitación media anual en la Unión Europea (mm) | 143 | Figura 151. Mapa de situación de algunos esquemas de uso conjunto en España | 169 |
| Figura 133. Mapa de evapotranspiración potencial media anual en la Unión Europea (mm) | 143 | Figura 152. Volúmenes de reutilización directa actual por ámbitos de planificación ... | 172 |
| Figura 134. Mapa de escorrentía media anual en la Unión Europea (mm) | 144 | Figura 153. Mapa de municipios con instalaciones de reutilización directa | 172 |
| Figura 135. Mapa del índice de humedad en la Unión Europea | 145 | Figura 154. Evolución de la desalación en el mundo y en España | 173 |
| Figura 136. Porcentajes de utilización de recursos superficiales y subterráneos en distintos países de la UE | 146 | Figura 155. Evolución del precio medio de venta de la energía eléctrica y de | |
| Figura 137. Esquema conceptual de movilización de recursos naturales y su | | | |

| | | | | |
|-------------|---|-----|---|-----|
| | los incrementos anuales de la tarifa eléctrica y el IPC..... | 174 | Figura 171. Porcentajes de disminución de la aportación total, para los escenarios climáticos considerados, en el largo plazo de la planificación hidrológica | 195 |
| Figura 156. | Costes de desalación de agua del mar según la producción de la planta..... | 175 | Figura 172. Actuaciones para la protección de la calidad de aguas..... | 197 |
| Figura 157. | Mapa de costes totales de suministro (producción y transporte) de 10.000 m ³ /día de agua marina desalada (pta/m ³)..... | 176 | Figura 173. Mapa de Estaciones de muestreo periódico de la red ICA en funcionamiento | 200 |
| Figura 158. | Volúmenes de desalación actual por ámbitos de planificación | 177 | Figura 174. Mapa de Estaciones Automáticas de Alerta de la red ICA..... | 201 |
| Figura 159. | Mapa de municipios con instalaciones de desalación para abastecimiento urbano | 178 | Figura 175. Equipos y sistemas instalados en las Estaciones Automáticas de Alerta..... | 202 |
| Figura 160. | Mapa con los esquemas de las principales transferencias superficiales actuales | 180 | Figura 176. Mapa de aptitud del agua para el consumo humano según los valores imperativos de la Directiva 75/440 | 207 |
| Figura 161. | Relación entre los indicadores de cotas máximas de disponibilidades hídricas, y los recursos totales en régimen natural, por ámbitos de planificación..... | 183 | Figura 177. Mapa de aptitud del agua para el consumo humano según los valores guías de la Directiva 75/440 | 208 |
| Figura 162. | Evolución de la estimación de la media de aportaciones totales anuales en régimen natural en la España peninsular y su incertidumbre asociada..... | 185 | Figura 178. Mapa de aptitud del agua para el regadío durante julio y agosto (riesgo de salinidad) | 209 |
| Figura 163. | Mapa de estaciones con series largas seleccionadas..... | 186 | Figura 179. Mapa de aptitud del agua para el regadío durante julio y agosto (riesgo de reducción de la capacidad de infiltración) | 210 |
| Figura 164. | Rachas de la precipitación media anual en España con series largas, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas | 187 | Figura 180. Mapa de aptitud estimativa del agua para el baño en la red COCA.... | 212 |
| Figura 165. | Evolución del número de estaciones foronómicas disponibles con series relativamente completas y no afectadas | 188 | Figura 181. Número de zonas declaradas para la vida piscícola en las distintas cuencas | 214 |
| Figura 166. | Rachas de aportaciones naturales anuales en España con series largas, a partir de las desviaciones unitarias acumuladas | 188 | Figura 182. Mapa de aptitud de las aguas para la vida de los peces (criterio de salmónidos)..... | 214 |
| Figura 167. | Evolución desde 1855 de la variación de la temperatura media global de la Tierra respecto a la media de la serie (°C) | 189 | Figura 183. Situación actual de la calidad del agua expresada en porcentaje de longitud de la red fluvial según el Índice General de Calidad | 215 |
| Figura 168. | Relaciones entre aportación (A), precipitación (P) y evapotranspiración potencial (ETP) en los puntos de control | 192 | Figura 184. Mapa de ICG medio actual en las estaciones de la red COCA | 215 |
| Figura 169. | Mapa de disminución porcentual de la escorrentía para el escenario 1 | 193 | Figura 185. Mapa de concentración de DBO ₅ (mg/l) en los puntos de la red (año 1994)..... | 216 |
| Figura 170. | Mapa de disminución porcentual de la escorrentía para el escenario 2.. | 194 | Figura 186. Mapa de la calidad biológica de los ríos peninsulares obtenida mediante la aplicación del índice biótico BMWP' | 217 |
| | | | Figura 187. Distribución por cuencas de las clases de calidad según el índice BMWP' | 218 |

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| Figura 188. Mapa de situación y características principales de las centrales térmicas convencionales y nucleares..... | 222 | Figura 206. Esquema del procedimiento de regularización de vertidos según el Real Decreto 484/1995..... | 244 |
| Figura 189. Mapa de suelos contaminados por sustancias tóxicas y peligrosas de mayor riesgo | 225 | Figura 207. Esquema simplificado del sistema general de utilización del agua | 248 |
| Figura 190. Mapa de situación radiológica de las aguas..... | 226 | Figura 208. Distintas previsiones de evolución de la demanda urbana por cuencas hidrográficas | 250 |
| Figura 191. Actividad alfa total en algunos puntos de las cuencas del Tajo, Duero y Ebro | 227 | Figura 209. Distintas previsiones de evolución global de la demanda urbana | 251 |
| Figura 192. Imagen del grado trófico del embalse de Torre de Abraham en la cuenca del Guadiana obtenida mediante teledetección. | 229 | Figura 210. Distintas previsiones de evolución de la demanda de regadío por cuencas | 253 |
| Figura 193. Volumen degradado con respecto a la capacidad total de embalse por ámbitos de planificación | 229 | Figura 211. Distintas previsiones de evolución de la demanda global de regadío | 254 |
| Figura 194. Mapa del estado trófico de los embalses mayores de 10 hm ³ | 230 | Figura 212. Evolución del origen y usos del agua de abastecimiento urbano en municipios mayores de 20.000 habs. | 257 |
| Figura 195. Mapa de la Red de control de la calidad de las aguas subterráneas y acuíferos que presentan intrusión marina | 231 | Figura 213. Demandas y dotaciones actuales de abastecimiento urbano por ámbitos de planificación | 258 |
| Figura 196. Mapa de puntos de la red de control con presencia de nitratos | 233 | Figura 214. Mapa de distribución espacial de la demanda de abastecimiento de poblaciones (mm/año) | 259 |
| Figura 197. Mapa de objetivos de calidad para uso prepotable..... | 237 | Figura 215. Evolución de los volúmenes anuales suministrados por la Mancomunidad de Canales del Taibilla..... | 260 |
| Figura 198. Mapa de objetivos de calidad para aguas de baño..... | 237 | Figura 216. Ejemplos de distribución estacional de las demandas de abastecimiento a distintas escalas espaciales | 261 |
| Figura 199. Mapa de objetivos de calidad para vida piscícola | 238 | Figura 217. Relación entre consumo de agua e ingresos | 262 |
| Figura 200. Diagrama de flujos de decisión en relación con los objetivos de calidad..... | 239 | Figura 218. Curva de consumos de agua frente a precios en abastecimientos domésticos | 263 |
| Figura 201. Concentración de materiales en suspensión cerca de las desembocaduras de los ríos Miño (Estación 1631), Guadiana (Estación 4018) y Guadalquivir (Estación 5798)..... | 240 | Figura 219. Distribución de abonados y suministro doméstico en el área de Barcelona | 264 |
| Figura 202. Concentración de nitratos en el Guadalquivir en Lebrija (Estación 5798)..... | 240 | Figura 220. Sistemas de tarifación de abastecimientos urbanos | 265 |
| Figura 203. Concentración de mercurio, cadmio, cobre, plomo, amonio y fosfatos en el Guadalquivir en Lebrija (Estación 5798) | 240 | Figura 221. Volúmenes anuales derivados por el Canal de Isabel II desde 1971 | 270 |
| Figura 204. Mapa de estaciones depuradoras más importantes existentes y en construcción a 31 de Diciembre de 1996 | 242 | Figura 222. Volúmenes mensuales derivados por el Canal de Isabel II desde 1971 | 270 |
| Figura 205. Mapa de zonas sensibles interiores de la Directiva 91/271 | 243 | Figura 223. Evolución de volúmenes anuales (hm ³) suministrados por el Canal de Isabel II, el abastecimiento a Barcelona, y la Mancomunidad de Canales del Taibilla desde 1971 | 271 |

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| Figura 224. Indicadores de gestión del abastecimiento en la ciudad de Murcia..... | 272 | Figura 242. Superficies de riego (ha) en los Planes Hidrológicos de cuenca | 293 |
| Figura 225. Demanda de abastecimiento de poblaciones prevista a medio y largo plazo en los Planes Hidrológicos..... | 274 | Figura 243. Demanda máxima de regadíos prevista a medio y largo plazo en los Planes Hidrológicos..... | 294 |
| Figura 226. Previsiones de evoluciones anuales de población y demanda urbana en los Planes Hidrológicos..... | 275 | Figura 244. Mapas de subvenciones agrarias por Comunidades Autónomas..... | 297 |
| Figura 227. Evolución prevista de las dotaciones de abastecimiento en los distintos Planes Hidrológicos..... | 276 | Figura 245. Superficies y demandas de riego según los PHC y los estudios de tipificación del PNR, por ámbitos de planificación..... | 305 |
| Figura 228. Volúmenes de demanda industrial actual por ámbitos de planificación..... | 280 | Figura 246. Dotaciones medias de riego ($m^3/ha/año$)..... | 305 |
| Figura 229. Mapa de distribución espacial de la demanda industrial ($mm/año$)..... | 281 | Figura 247. Evolución desde 1940 de la potencia instalada..... | 311 |
| Figura 230. Demanda industrial prevista a medio y largo plazo en los Planes Hidrológicos..... | 282 | Figura 248. Evolución desde 1940 de la producción de energía eléctrica..... | 311 |
| Figura 231. Evolución de superficies regadas y transformadas por el IRYDA..... | 284 | Figura 249. Evolución de producción, consumo e intercambios internacionales de energía eléctrica..... | 312 |
| Figura 232. Evolución del consumo de productos fertilizantes y fitosanitarios empleados en agricultura..... | 285 | Figura 250. Evolución de la producción de energía eléctrica de origen hidráulico en las diferentes cuencas..... | 313 |
| Figura 233. Evolución del consumo de productos fertilizantes por hectárea de tierra fertilizable..... | 285 | Figura 251. Evolución de la producción de trucha arco iris destinada al consumo humano..... | 315 |
| Figura 234. Evolución del número y potencia del parque de tractores, motocultores y cosechadoras..... | 286 | Figura 252. Evolución del número de licencias de pesca..... | 319 |
| Figura 235. Evolución del Índice de mecanización..... | 286 | Figura 253. Evolución de algunas variables relacionadas con el uso recreativo de las aguas..... | 319 |
| Figura 236. Evolución desde 1980 de la producción total agrícola del regadío y del secano, y de la relación de productividad entre ambos..... | 287 | Figura 254. Ecosistemas acuáticos inventariados..... | 321 |
| Figura 237. Mapa de superficies brutas de riego identificadas en los Planes Hidrológicos de cuenca..... | 288 | Figura 255. Ortoimagen del delta del Ebro..... | 325 |
| Figura 238. Mapa de superficies regadas identificadas mediante teledetección (años 1984, 1987, 1991, 1995)..... | 289 | Figura 256. Ortoimagen del estuario del Guadiana..... | 326 |
| Figura 239. Superficies, demandas y dotaciones actuales por ámbitos de planificación..... | 290 | Figura 257. Principales usos actuales ($hm^3/año$) en los diferentes ámbitos de planificación..... | 327 |
| Figura 240. Mapa de zonas regadas con sus orígenes del agua..... | 291 | Figura 258. Principales usos actuales ($hm^3/año$) en España..... | 328 |
| Figura 241. Distribución estacional media de las demandas de riego en algunos Planes Hidrológicos..... | 291 | Figura 259. Evolución prevista de la demanda de agua en distintos continentes..... | 329 |
| | | Figura 260. Demanda per cápita en países de la Unión Europea..... | 330 |
| | | Figura 261. Recurso renovable y demanda total en los países de la Unión Europea..... | 331 |
| | | Figura 262. Usos sectoriales relativos del agua en distintos países de la Unión Europea y Estados Unidos..... | 332 |

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| Figura 263. Evolución reciente y previsión de superficies agrarias y demandas de riego en la Unión Europea..... | 333 | Figura 283. Detalle del esquema de optimización de la cuenca del Segura | 363 |
| Figura 264. Situación registral de los aprovechamientos de aguas superficiales en cuencas intercomunitarias | 342 | Figura 284. Mapa de Unidades de Demanda Agraria en los Planes de cuenca intercomunitarios | 366 |
| Figura 265. Situación registral de los aprovechamientos de aguas subterráneas en cuencas intercomunitarias | 343 | Figura 285. Mapa indicativo de algunos puntos seleccionados y tipologías de requerimientos medioambientales | 367 |
| Figura 266. Modelo cartográfico del sistema de utilización..... | 350 | Figura 286. Mapa de puntos de incorporación de series de aportaciones | 368 |
| Figura 267. Mapa de recursos naturales anuales totales en mm (periodo 1940/41-1995/96)..... | 350 | Figura 287. Mapa de Evaporación media anual en mm (periodo 1940/41-1995/96).... | 370 |
| Figura 268. Mapa de recursos procedentes de la desalación de agua de mar en los sistemas de explotación (hm ³ /año)..... | 351 | Figura 288. Plano general del Acueducto Tajo-Segura..... | 372 |
| Figura 269. Mapa de transferencias nominales, actuales o en ejecución, entre sistemas de explotación (hm ³ /año) | 352 | Figura 289. Serie de aportaciones del Acueducto Tajo-Segura a la cuenca del Segura (hm ³ /año) | 374 |
| Figura 270. Mapa de demanda total actual en mm (urbana, industrial y agrícola) | 353 | Figura 290. Serie de aportaciones anuales en la cabecera del Tajo (hm ³ /año) | 374 |
| Figura 271. Detalle del mapa de demanda total actual en las áreas de Madrid y Valencia..... | 353 | Figura 291. Serie de desembalses anuales de la cabecera del Tajo (hm ³ /año) | 375 |
| Figura 272. Mapa de distribución territorial del déficit (mm/año) | 354 | Figura 292. Existencias mensuales embalsadas en Entrepeñas-Buendía (hm ³)..... | 376 |
| Figura 273. Mapa de distribución territorial del superávit (mm/año)..... | 354 | Figura 293. Plano general del trasvase Ebro-Tarragona | 378 |
| Figura 274. Mapa de déficit (hm ³ /año) en los sistemas de explotación | 356 | Figura 294. Series anuales y mensuales de volúmenes servidos por el Consorcio de Tarragona y tarifas aplicadas | 379 |
| Figura 275. Mapa de superávit (hm ³ /año) en los sistemas de explotación | 356 | Figura 295. Evolución de la estructura sectorial del Valor Añadido Bruto Total (%)..... | 381 |
| Figura 276. Mapa de riesgo de escasez en los sistemas de explotación | 357 | Figura 296. Evolución del Valor Añadido Bruto de la rama Agricultura y Pesca..... | 382 |
| Figura 277. Mapa de déficit (hm ³ /año) en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos | 358 | Figura 297. Mapa de participación de la agricultura y pesca en el VAB total provincial | 383 |
| Figura 278. Mapa de superávit (hm ³ /año) en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos | 359 | Figura 298. Mapa de tendencias de la participación del VAB provincial frente al VAB nacional en Agricultura y Pesca..... | 383 |
| Figura 279. Mapa de riesgo de escasez en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos | 359 | Figura 299. Mapa de tendencias de la participación del VAB autonómico frente al VAB nacional en Agricultura y Pesca..... | 384 |
| Figura 280. Mapa de déficit (hm ³ /año) en los sistemas de explotación definidos en los Planes de cuenca | 361 | Figura 300. Productividad del agua en regadío en distintas zonas | 385 |
| Figura 281. Esquema del sistema unificado de explotación de recursos hídricos... .. | 362 | Figura 301. Mapa de productividad de los regadíos | 386 |
| Figura 282. Detalle del esquema de optimización de la cuenca del río Júcar | 363 | Figura 302. Mapa de relación de productividad regadío/secano | 386 |
| | | Figura 303. Productividad energética del agua..... | 388 |
| | | Figura 304. Productividad comparada energía-regadíos | 389 |

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| Figura 305. Mapa de estructura sectorial del VABpm por comunidades autónomas | 390 | conceptos y la relación global cobrado/facturado | 404 |
| Figura 306. Evolución temporal de la economía sumergida española en porcentaje sobre el PIB, e indicadores de su estructura territorial | 391 | Figura 321. Valores medios globales de la facturación y el cobro según los distintos conceptos | 405 |
| Figura 307. Evolución del canon de regulación (Inversión=100; Interés legal del dinero=9%) | 396 | Figura 322. Márgenes, cauces y riberas de una corriente fluvial..... | 417 |
| Figura 308. Participación de los usuarios en el pago de la inversión de regulación según el interés legal del dinero | 397 | Figura 323. Ortoimagen de la Albufera de Valencia..... | 423 |
| Figura 309. Evolución de la tarifa de utilización (Inversión=100; Interés legal del dinero=9%) | 397 | Figura 324. Mapa de Zonas de Protección Especial..... | 426 |
| Figura 310. Participación de los usuarios en el pago de la inversión de utilización según el interés legal del dinero | 398 | Figura 325. Mapa de tramos de ríos salmonícolas y ciprinícolas afectos a la directiva 78/659/CEE..... | 427 |
| Figura 311. Valores medios por Confederaciones de la facturación y la relación cobrado/facturado del canon de utilización del dominio público | 400 | Figura 326. Mapa de pérdidas potenciales de suelo (t/ha/año) | 429 |
| Figura 312. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado del canon de utilización del dominio público | 400 | Figura 327. Sistema de suministro del Canal de Isabel II..... | 432 |
| Figura 313. Valores medios por Confederaciones de la facturación y la relación cobrado/facturado del canon de vertido | 401 | Figura 328. Plan Badajoz | 434 |
| Figura 314. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado del canon de vertido..... | 401 | Figura 329. Evolución desde 1900 del número anual de presas construidas y la capacidad de embalse generada..... | 434 |
| Figura 315. Valores medios por Confederaciones de la facturación y la relación cobrado/facturado del canon de regulación..... | 402 | Figura 330. Evolución acumulada desde 1900 del número de presas construidas y la capacidad de embalse generada..... | 435 |
| Figura 316. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado del canon de regulación | 402 | Figura 331. Capacidades clasificadas y acumuladas de los embalses españoles..... | 436 |
| Figura 317. Valores medios por Confederaciones de la facturación y la relación cobrado/facturado de la tarifa de utilización del agua..... | 403 | Figura 332. Mapa de embalses con capacidad superior a 10 hm ³ | 436 |
| Figura 318. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado de la tarifa de utilización del agua..... | 403 | Figura 333. Mapas de evolución temporal de la construcción de presas con capacidad superior a 10 hm ³ | 437 |
| Figura 319. Evolución global de la facturación, cobro, y relación cobrado/facturado por todas las Confederaciones y todos los conceptos del vigente régimen económico-financiero | 404 | Figura 334. Evolución desde 1900 de la capacidad de embalse en los diferentes ámbitos de planificación ... | 438 |
| Figura 320. Valores medios por Confederaciones de la facturación por los distintos | | Figura 335. Capacidades de embalse y aportaciones naturales anuales en los diferentes ámbitos de planificación..... | 439 |
| | | Figura 336. Relación entre capacidad de embalse y aportación natural anual en los diferentes ámbitos de planificación..... | 439 |
| | | Figura 337. Evolución desde 1900 de la capacidad de los embalses de propiedad estatal y particular..... | 440 |
| | | Figura 338. Evolución desde 1900 de la capacidad de los embalses de propiedad estatal y particular en los diferentes ámbitos de planificación | 441 |
| | | Figura 339. Evolución de volúmenes de agua subterránea utilizados en España y de caudales aforados en pozos y sondeos en la cuenca del Segura | 443 |

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| Figura 340. Pozos en la cuenca alta del Guadiana | 443 | Figura 355. Distribución mensual de inundaciones históricas en diferentes cuencas..... | 468 |
| Figura 341. Mapa de las principales conducciones de abastecimiento y riego, y puntos oficiales de control | 445 | Figura 356. Simulación matemática de la inundación de la Ribera del Júcar (octubre de 1982)..... | 469 |
| Figura 342. Número de centrales hidroeléctricas en distintas cuencas | 447 | Figura 357. Evolución de caudales a través de la Plana del Júcar (avenida de 1982) | 470 |
| Figura 343. Potencia instalada en distintas cuencas (Mw) | 448 | Figura 358. Mapa de áreas inundables de primer orden identificadas en los Planes Hidrológicos de cuenca | 473 |
| Figura 344. Evolución de la potencia hidráulica instalada en las diferentes cuencas | 449 | Figura 359. Niveles, velocidades y peligrosidades generados por las inundaciones en la rambla de las Moreras..... | 478 |
| Figura 345. Mapa de pasos para peces identificados y grado de dificultad | 450 | Figura 360. Mapa de usos del suelo en la zona de desembocadura de la rambla de las Moreras..... | 479 |
| Figura 346. Mapa de disminución porcentual de la precipitación media en el periodo 1941/42-1944/45 respecto a la media del periodo 1940/41-1995/96..... | 457 | Figura 361. Funciones de daño económico para distintos usos del suelo | 480 |
| Figura 347. Mapa de disminución porcentual de la precipitación media en el periodo 1979/80-1982/83 respecto a la media del periodo 1940/41-1995/96..... | 458 | Figura 362. Cartografía de daños económicos generados por las inundaciones en la rambla de las Moreras..... | 480 |
| Figura 348. Mapa de disminución porcentual de la precipitación media en el periodo 1990/91-1994/95 respecto a la media del periodo 1940/41-1995/96..... | 459 | Figura 363. Hidrogramas y funciones económicas de daños generados por las inundaciones en la rambla de las Moreras | 481 |
| Figura 349. Mapa de disminución porcentual de la aportación media en el periodo 1990/91-1994/95 respecto a la media del periodo 1940/41-1995/96.. | 460 | Figura 364. Zonificación del cauce y márgenes inundables según la Ley de Aguas | 484 |
| Figura 350. Evolución del déficit de producción de energía hidroeléctrica, y su coste asociado, en el periodo 1988-1994. | 461 | Figura 365. Mapa de niveles de riesgo de inundación por municipios | 486 |
| Figura 351. Evolución desde 1980 de la producción total agrícola del regadío y del secano, y del volumen suministrado para abastecimiento urbano por algunos sistemas importantes..... | 461 | Figura 366. Mapa de las cuencas hispano-portuguesas | 497 |
| Figura 352. Mapa de relación porcentual entre la precipitación máxima diaria registrada y la precipitación media anual del periodo 1940/41-1995/96..... | 466 | Figura 367. Evolución en las últimas décadas de algunas magnitudes básicas indicativas del desarrollo hidráulico.. | 515 |
| Figura 353. Mapa de lluvias máximas diarias (mm) en la España peninsular para un periodo de retorno de 100 años | 467 | Figura 368. Esquema de interrelaciones de la economía con el medio natural | 527 |
| Figura 354. Ejemplos de hidrograma de temporal invernal en el Guadiana y de lluvias convectivas mediterráneas en el Almanzora | 467 | Figura 369. Mapa de los esquemas de uso conjunto identificados..... | 561 |
| | | Figura 370. Volúmenes de reutilización actuales y previsibles a largo plazo en las distintas cuencas..... | 562 |
| | | Figura 371. Volúmenes de desalación actuales y previsibles a corto y medio plazo en distintos ámbitos de planificación..... | 563 |
| | | Figura 372. Mapa de riesgo de escasez en los sistemas de explotación de los Planes Hidrológicos | 601 |
| | | Figura 373. Mapa de riesgo de escasez en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos..... | 602 |

Figura 374. Mapa de déficit ($\text{hm}^3/\text{año}$) en los sistemas de explotación de los Planes Hidrológicos 603

Figura 375. Mapa de déficit ($\text{hm}^3/\text{año}$) en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos 603

Figura 376. Mapa de superávit ($\text{hm}^3/\text{año}$) en los sistemas de explotación de los Planes Hidrológicos 605

Figura 377. Mapa de superávit ($\text{hm}^3/\text{año}$) en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos.....605

Figura 378. Mapa de superávit ($\text{hm}^3/\text{año}$) en los sistemas de explotación considerando las demandas máximas previstas en los Planes Hidrológicos de cuenca para el segundo horizonte 606

Figura 379. Mapa de superávit ($\text{hm}^3/\text{año}$) en los ámbitos territoriales de los Planes Hidrológicos de cuenca considerando las demandas máximas previstas en ellos para el segundo horizonte 606

ÍNDICE DE TABLAS

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| Tabla 1. Algunos datos básicos de las Comunidades Autónomas (población)..... | 53 | Tabla 16. Estadísticos básicos de las series de aportaciones totales anuales correspondientes al periodo 1940/41-1995/96, en cada uno de los ámbitos territoriales de la planificación hidrológica..... | 127 |
| Tabla 2. Algunos datos básicos de las Comunidades Autónomas (estructura del PIB)..... | 54 | Tabla 17. Matriz de correlación de las aportaciones anuales por ámbitos de planificación hidrológica..... | 129 |
| Tabla 3. Número y distribución por ámbitos de planificación de las estaciones meteorológicas con registros históricos | 89 | Tabla 18. Características de las unidades hidrogeológicas según ámbitos de la planificación..... | 133 |
| Tabla 4. Número y distribución de las estaciones meteorológicas actualmente en servicio..... | 89 | Tabla 19. Unidades hidrogeológicas compartidas entre distintos ámbitos de planificación..... | 134 |
| Tabla 5. Puntos de control en servicio de la Red oficial de estaciones de aforo de aguas superficiales..... | 93 | Tabla 20. Recarga a los acuíferos y aportación total en régimen natural en los ámbitos territoriales de la planificación según el modelo de simulación utilizado..... | 136 |
| Tabla 6. Número de puntos de observación de las redes de piezometría e hidrometría..... | 94 | Tabla 21. Estimaciones de la recarga de acuíferos..... | 138 |
| Tabla 7. Red nacional de control piezométrico prevista (cuencas intercomunitarias y Baleares)..... | 96 | Tabla 22. Estimaciones de las salidas subterráneas al mar ($\text{hm}^3/\text{año}$) por ámbitos de planificación..... | 138 |
| Tabla 8. Comparación de redes de medida de aguas superficiales en distintos países europeos..... | 96 | Tabla 23. Estimación de las reservas de aguas subterráneas (hm^3) en distintas cuencas..... | 139 |
| Tabla 9. Densidades medias de las redes de control piezométrico en países europeos..... | 97 | Tabla 24. Flujos hídricos medios anuales en la Tierra, Europa y España..... | 142 |
| Tabla 10. Estadísticos básicos de las series de precipitaciones anuales areales correspondientes al periodo 1940/41-1995/96, por ámbitos de planificación hidrológica..... | 103 | Tabla 25. Valores areales medios anuales de precipitación, evapotranspiración potencial y escorrentía total generada internamente en la UE..... | 144 |
| Tabla 11. Matriz de correlación de las precipitaciones anuales areales por ámbitos de planificación hidrológica | 105 | Tabla 26. Valores medios anuales de escorrentía interna, transferencias externas, y recursos totales y per cápita en distintos países de la UE..... | 145 |
| Tabla 12. Distintas estimaciones de los recursos hídricos totales en régimen natural ($\text{hm}^3/\text{año}$)..... | 112 | Tabla 27. Distintas estimaciones de los recursos hídricos disponibles en España..... | 149 |
| Tabla 13. Regionalización de la capacidad máxima de humedad del suelo a partir de los usos del suelo..... | 115 | Tabla 28. Distribución porcentual mensual de la demanda variable tipo..... | 150 |
| Tabla 14. Regionalización de la capacidad máxima de infiltración a partir de la litología..... | 116 | Tabla 29. Volúmenes regulados en régimen natural con las series de aportaciones empleadas en los Planes de cuenca..... | 151 |
| Tabla 15. Valores medios anuales simulados de la precipitación, evapotranspiración y escorrentía por ámbitos de planificación, correspondientes al período 1940/41-1995/96..... | 121 | Tabla 30. Volúmenes regulados en régimen natural con las series obtenidas en este Libro..... | 153 |
| | | Tabla 31. Número de sistemas de explotación por ámbitos de planificación hidrológica..... | 154 |

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| Tabla 32. Volúmenes regulados en la situación teórica considerada, con las series empleadas en los Planes Hidrológicos de cuenca..... | 156 | Tabla 51. Valores Guía e Imperativos de la calidad de las aguas de baño (Directiva 76/160) | 211 |
| Tabla 33. Volúmenes regulados en la situación teórica considerada, con las series obtenidas en este Libro..... | 157 | Tabla 52. Distribución territorial y calidad sanitaria de los puntos de muestreo de las zonas de baño continentales..... | 212 |
| Tabla 34. Explotación de las aguas subterráneas por ámbitos de planificación | 160 | Tabla 53. Resumen de condiciones de la Directiva 78/659, de aptitud para la vida de los peces..... | 213 |
| Tabla 35. Déficit del balance de las aguas subterráneas por ámbitos de planificación | 164 | Tabla 54. Clases de calidad según el índice BMWP' | 217 |
| Tabla 36. Unidades hidrogeológicas con declaración provisional o definitiva de sobreexplotación en las cuencas intercomunitarias | 166 | Tabla 55. Número de puntos de muestreo estudiados según cada clase de calidad biológica | 218 |
| Tabla 37. Experiencias de recarga artificial realizadas por el ITGE en colaboración con otros Organismos..... | 171 | Tabla 56. Valores límites para un sistema de clasificación trófica | 228 |
| Tabla 38. Distribución por usos de las aguas desaladas marinas y salobres..... | 177 | Tabla 57. Datos básicos iniciales de programación del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (1995)..... | 243 |
| Tabla 39. Transferencias subterráneas entre ámbitos de planificación..... | 181 | Tabla 58. Evolución del porcentaje de población conforme con la Directiva 91/271/CEE | 244 |
| Tabla 40. Transferencias totales de recursos entre ámbitos de planificación | 181 | Tabla 59. Régimen de gestión del abastecimiento urbano según rangos de población | 257 |
| Tabla 41. Síntesis de disponibilidades hídricas teóricas..... | 182 | Tabla 60. Demandas y dotaciones actuales de abastecimiento urbano por ámbitos de planificación | 258 |
| Tabla 42. Porcentaje de disminución de la aportación total, por ámbitos de planificación, para los escenarios climáticos considerados..... | 194 | Tabla 61. Dotaciones (suministro a la red) en función del tamaño de población | 259 |
| Tabla 43. Transposición de Directivas comunitarias al derecho de aguas español..... | 198 | Tabla 62. Evolución reciente de la dotación de abastecimientos media en España | 260 |
| Tabla 44. Grupos de parámetros controlados por la red COCA | 199 | Tabla 63. Evolución porcentual del agua no registrada en abastecimiento urbano | 261 |
| Tabla 45. Frecuencia de muestreo de la red COCA | 200 | Tabla 64. Estructura de precios medios del agua para uso doméstico según tamaño de la población (Consumo tipo de 100 m ³ /año)..... | 266 |
| Tabla 46. Puntos de control en las distintas cuencas de las principales redes de control de la calidad de las aguas..... | 202 | Tabla 65. Estructura de precios medios del agua para uso industrial según tamaño de la población (Consumo tipo de 180.000 m ³ /año)..... | 266 |
| Tabla 47. Redes de control de la calidad de aguas superficiales en diferentes países europeos..... | 203 | Tabla 66. Precios medios del agua para uso doméstico según consumo anual..... | 267 |
| Tabla 48. Recomendaciones de la Agencia Europea de Medio Ambiente en relación con las redes de control de calidad de las aguas superficiales (ETC/W, 1995). | 204 | Tabla 67. Precios del agua en distintas ciudades españolas | 267 |
| Tabla 49. Características de calidad de las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (Directiva 75/440) | 205 | Tabla 68. Precios medios del abastecimiento urbano por Comunidades Autónomas ... | 268 |
| Tabla 50. Clasificación de la calidad de las aguas para riego según FAO | 208 | Tabla 69. Previsiones de demanda de abastecimiento urbano a medio y largo plazo según los Planes Hidrológicos..... | 274 |
| | | Tabla 70. Evolución de las dotaciones de abastecimiento y tasa de variación anual | 275 |

| | | | |
|--|-----|---|-----|
| Tabla 71. Demanda industrial actual por ámbitos de planificación..... | 279 | Tabla 94. Síntesis de la situación registral de los aprovechamientos de aguas | 341 |
| Tabla 72. Dotaciones industriales..... | 281 | Tabla 95. Situación registral de los aprovechamientos de aguas superficiales en las cuencas intercomunitarias | 342 |
| Tabla 73. Previsiones de demanda industrial a medio y largo plazo según los Planes Hidrológicos | 282 | Tabla 96. Situación registral de los aprovechamientos de aguas subterráneas en las cuencas intercomunitarias | 343 |
| Tabla 74. Superficies de riego actualmente existentes según los Planes Hidrológicos de cuenca | 287 | Tabla 97. Participación porcentual de sectores en el VABpm y en el consumo de agua | 390 |
| Tabla 75. Demandas de riego y dotaciones medias actuales por ámbitos de planificación ... | 289 | Tabla 98. Algunas zonas húmedas y sus acuíferos asociados..... | 422 |
| Tabla 76. Distribución de superficies regadas según orígenes del agua | 290 | Tabla 99. Aterramiento de embalses | 429 |
| Tabla 77. Previsiones de posibles superficies máximas de regadíos a medio y largo plazo según los Planes Hidrológicos..... | 292 | Tabla 100. Relación de los sistemas de abastecimiento más importantes..... | 432 |
| Tabla 78. Previsiones de demandas máximas de regadíos a medio y largo plazo según los Planes Hidrológicos | 293 | Tabla 101. Principales datos de los embalses en explotación y ejecución (septiembre de 1996) en los ámbitos de los diferentes Planes | 435 |
| Tabla 79. Determinaciones sobre superficies de regadíos potenciales por ámbitos de planificación | 294 | Tabla 102. Red de conducciones de abastecimiento en las cuencas intercomunitarias | 444 |
| Tabla 80. Subvenciones agrarias por Comunidades Autónomas..... | 298 | Tabla 103. Red de conducciones de riego en las cuencas intercomunitarias..... | 445 |
| Tabla 81. Superficies máximas y normalmente cultivadas de los principales productos agrarios | 299 | Tabla 104. Distribución de la potencia hidroeléctrica instalada según tipos de centrales | 448 |
| Tabla 82. Limitaciones en la ganadería..... | 299 | Tabla 105. Porcentaje de disminución de la precipitación en las sequías consideradas respecto a la media (los valores negativos suponen un aumento de precipitación en el periodo de sequía). | 458 |
| Tabla 83. Demanda ganadera por Comunidades Autónomas..... | 303 | Tabla 106. Porcentaje de disminución de la aportación total respecto a la media en la sequía de 1990/91 a 1994/95 (los valores negativos suponen un aumento de la aportación en el periodo considerado). | 460 |
| Tabla 84. Demanda para refrigeración de centrales eléctricas por ámbitos de planificación . | 314 | Tabla 107. Principales acciones estatales en materia de aguas subterráneas realizadas en el bienio 1994-95..... | 463 |
| Tabla 85. Visitantes a Parques Nacionales | 318 | Tabla 108. Legislación estatal en materia de sequías (años 1990 a 1995) | 464 |
| Tabla 86. Condiciones generales de circulación de flujos en los Planes Hidrológicos de cuenca | 322 | Tabla 109. Relación de áreas inundables de primer orden identificadas en los Planes Hidrológicos..... | 472 |
| Tabla 87. Condiciones de flujo de los Planes Hidrológicos | 323 | | |
| Tabla 88. Volúmenes de mantenimiento de algunas zonas húmedas | 324 | | |
| Tabla 89. Síntesis de usos y demandas actuales (hm ³ /año) según datos de los Planes Hidrológicos de cuenca | 326 | | |
| Tabla 90. Recursos y demandas totales en la Unión Europea..... | 330 | | |
| Tabla 91. Recursos y demandas consuntivas en la Unión Europea..... | 331 | | |
| Tabla 92. Uso sectorial del agua en la Unión Europea..... | 332 | | |
| Tabla 93. Superficies y dotaciones de regadío en algunos países europeos | 333 | | |

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| Tabla 110. Posible esquema de los diferentes usos del suelo admisibles para zonas de nuevo planeamiento que deban desarrollarse en áreas inundables | 482 | Tabla 116. Posibles recursos adicionales por ámbitos de planificación en los 27 esquemas de uso conjunto identificados | 560 |
| Tabla 111. Distribución de superficies de las cuencas hispano-portuguesas | 496 | Tabla 117. Incremento teórico máximo posible en la explotación de las aguas subterráneas | 562 |
| Tabla 112. Distribución de aportaciones naturales de las cuencas hispano-portuguesas | 497 | Tabla 118. Fechas de aprobación de las Directrices de los distintos Planes Hidrológicos de cuenca | 585 |
| Tabla 113. Proyectos financiados por la CICYT en temas de recursos hídricos | 502 | Tabla 119. Fechas de conformidad de los Planes Hidrológicos de cuenca por los correspondientes Consejos del Agua | 586 |
| Tabla 114. Indicadores ambientales para el agua | 538 | | |
| Tabla 115. Ahorros en la demanda industrial debidos al reciclado | 559 | | |