

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| CAPÍTULO 1.....   | 27 |
| INTRODUCCIÓN.....   | 27 |
| 1.1 PROBLEMÁTICA Y TENDENCIAS EN LA GESTIÓN DE LA<br>CONTAMINACIÓN HÍDRICA. ASPECTOS SOCIALES, AMBIENTALES Y<br>ECONÓMICOS..... | 28 |
| 1.2 ACE Y MODELOS HIDRO-ECONÓMICOS.....   | 36 |
| 1.2 OBJETIVOS.....  | 40 |
| 1.2.1 Objetivo General.....   | 40 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos .....   | 40 |
| 1. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y METODOLOGÍA .....   | 40 |
| 1.4 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO .....  | 42 |
| <br>  |    |
| CAPÍTULO 2.....   | 44 |
| LA DIRECTIVA MARCO Y EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL<br>AGUA .....   | 44 |
| 2.1 PRINCIPIOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA<br>.....   | 44 |
| 2.1.1 Criterios de calidad del agua y objetivos medioambientales .....  | 46 |
| 2.2 LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA (DMA) Y EL CONTROL DE LA<br>CONTAMINACIÓN.....  | 50 |
| 2.2.1 Descripción de la DMA .....   | 50 |
| 2.2.2 Estado Tendencial y Brecha .....  | 53 |
| 2.2.3 Programa de medidas y análisis coste-eficacia.....  | 53 |
| 2.2.4 Presiones e impactos.....   | 55 |
| 2.3 MEDIDAS PARA ALCANZAR OBJETIVOS MEDIOAMBIENTALES EN<br>CUENCAS HIDROGRÁFICAS.....   | 62 |

|   |        |
|---|--------|
| CAPÍTULO 3.....   | 64     |
| METODOLOGÍAS PARA DISEÑO DE PROGRAMAS DE MEDIDAS COSTE-<br>EFICIENTES. ESTADO DEL ARTE .....  | 64     |
| 3.1 ANÁLISIS COSTE EFICACIA (ACE) .....   | 64     |
| 3.1.1 Metodología ACE.....  | 64     |
| 3.1.2 Criterios de Evaluación.....  | 65     |
| 3.2 ACE Y SELECCIÓN DE MEDIDAS PARA LA DMA .....  | 67     |
| 3.2 METODOLOGÍAS DE OPTIMIZACION .....  | 70     |
| 3.2.1 Optimización para definición de programa de medidas de menor coste .....                | 70     |
| 3.2.2 Clasificación de modelos .....  | 72     |
| 3.3 REVISION ESTADO DEL ARTE DE LOS MODELOS DE OPTIMIZACIÓN.<br>.....                         | 76     |
| <br>CAPÍTULO 4.....   | <br>86 |
| METODOLOGÍA ACE-MHE PARA ALCANZAR OBJETIVOS<br>MEDIOAMBIENTALES EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS..... | 86     |
| 4.1 MODELO CONCEPTUAL.....  | 86     |
| 4.2METODOLOGÍA GENERAL ACE-MHE PARA ALCANZAR OMA EN<br>CUENCAS HIDROGRÁFICAS.....             | 88     |
| 4.2.1 Enfoque conceptual de la Metodología General ACE-MHE .....                              | 88     |
| 4.3METODOLOGÍA DE OPTIMIZACIÓN DETALLADA PARA MEDIDAS MB<br>Y MC .....                        | 92     |
| 4.3.1 Proceso de optimización con MB.....   | 92     |
| 4.3.2 Proceso de optimización con MC.....   | 94     |
| 4.3.3 Proceso de post-optimización con MC .....   | 95     |
| 4.4 MODELOS HIDRO-ECONÓMICOS PARA LA DBO Y P.....   | 97     |

|  |     |
|--|-----|
| CAPÍTULO 5.....  | 102 |
| CARACTERIZACIÓN DE MEDIDAS.....  | 102 |
| 5.1 TIPOS DE MEDIDAS.....  | 102 |
| 5.1.1 Medidas Básicas (MB).....  | 102 |
| 5.1.2 Medidas Complementarias (MC).....  | 102 |
| 5.2 EFECTO DE LAS MEDIDAS SOBRE LAS PRESIONES .....  | 104 |
| 5.3 COSTES DE LAS MEDIDAS .....  | 106 |
| 5.3.1 Coste de las Medidas básicas Directiva Marco Europea del Agua (MB) .....   | 106 |
| 5.3.2 Coste de Medidas Complementarias tipo Reducción de Vertido. Versión completa<br>.....  | 109 |
| 5.3.3 Coste de Medidas Complementarias tipo Reducción de Vertido. Versión<br>simplificada (CHJ) .....  | 112 |
| 5.3.4 Coste de las Medidas Complementarias tipo Mejora de Vertido y Mejora Intensiva<br>de Vertido. Versión Completa .....                                       | 112 |
| 5.3.5 Coste de las Medidas Complementarias tipo Mejora de Vertido y Mejora Intensiva<br>de Vertido. Versión Simplificada .....                                   | 114 |
| 5.3.6 Coste de las medidas para caso de estudio cuenca Serpis .....  | 115 |
| <br>   |     |
| CAPÍTULO 6.....  | 117 |
| CASO DE ESTUDIO CUENCA DEL RÍO SERPIS.....   | 117 |
| 6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL .....  | 117 |
| 6.1.1 Características Generales .....  | 117 |
| 6.1.2 Identificación de los problemas ETI .....  | 123 |
| 6.1.3 Presiones e Impactos .....   | 124 |
| 6.2 IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS HIDRO-ECONÓMICOS .....   | 134 |
| 6.2.1 Modelo Hidro-Económico para DBO.....   | 134 |
| 6.2.2 Aplicación de Medidas Complementarias de Reducción de Vertido. Modelo hidro-<br>económico para la reutilización de aguas regeneradas (Parámetro DBO) ..... | 146 |
| 6.2.3 Modelo Hidro-Económico para Fósforo (P) .....  | 154 |
| 6.2.4 Restricciones Probabilísticas para DBO y Fósforo (P) .....   | 166 |

|  |     |
|--|-----|
| 6.2.5 Sensibilidad de los resultados a los estándares de calidad .....             | 170 |
| <br>   |     |
| CAPÍTULO 7.....  | 176 |
| CASO DE ESTUDIO CUENCA DEL RÍO JUCAR.....  | 176 |
| 7.1 DESCRIPCIÓN GENERAL .....  | 176 |
| 7.1.1 Características Generales .....  | 176 |
| 7.1.2 Identificación de los Problemas ETI .....                                    | 184 |
| 7.1.3 Presiones e Impactos .....   | 185 |
| 7.2 APLICACIÓN DE MODELOS HIDRO-ECONÓMICOS .....                                   | 190 |
| 7.2.1 Modelo Hidro-Económico para DBO .....  | 190 |
| 7.2.2 Modelo Hidro-Económico para Fósforo (P) .....                                | 194 |
| <br>   |     |
| CAPÍTULO 8.....  | 198 |
| CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN .....                               | 198 |
| 8.1. Conclusiones con respecto a la Metodología.....                               | 198 |
| 8.2. Conclusiones con respecto al Caso de Estudio en la cuenca del río Serpis..... | 200 |
| 8.3 Conclusiones con respecto al Caso de Estudio en la cuenca del río Júcar .....  | 204 |
| 8.4 Líneas Futuras de Investigación .....  | 207 |
| <br>   |     |
| REFERENCIAS.....   | 208 |
| <br>   |     |
| ANEJOS .....   | 220 |