

Índice general

1. Introducción	1
1.1. Problemática	2
1.2. Motivo	5
1.3. Objetivos de la tesis	6
1.4. Organización de la tesis	6
2. Antecedentes	9
2.1. Revisión de modelos de gestión de recursos hídricos	10
2.1.1. Modelos de SRH	11
2.1.2. Objetivos a alcanzar en un SRH	14
2.1.3. Modelos matemáticos antecedentes	15
2.2. Revisión de métodos de optimización	22
2.2.1. Optimización	22
2.2.2. Programación lineal (PL)	23
2.2.3. Programación no lineal (PNL)	29
2.2.4. Códigos de algoritmos	35
2.3. Revisión de conceptos económicos	39
2.3.1. Modelo económico neoclásico	40
2.3.2. Modelo básico de oferta y demanda	42
2.3.3. Evaluación de proyectos	55
2.3.4. Inclusión de la visión ambiental en la economía	58
2.4. Modelos económicos antecedentes	60
2.4.1. Modelos de asignación eficiente	61
2.5. Recapitulación de los antecedentes recopilados	63
3. Revisión de metodologías de valoración del agua	65
3.1. Generalidades	65
3.1.1. Definiciones	65
3.1.2. Características singulares del agua	67
3.1.3. Clasificación de los usos del agua	69
3.1.4. Composición del valor económico total	71
3.1.5. Estimación del valor del agua	72
3.2. Técnicas de valoración	73
3.2.1. Métodos basados en mercados convencionales	73
3.2.2. Métodos basados en mercados implícitos	76
3.2.3. Métodos basados en mercados contruïdos	77
3.2.4. Métodos no-económicos	77
3.3. Características de las curvas de demanda	78

3.3.1.	Uso urbano	78
3.3.2.	Uso agrícola	81
3.3.3.	Uso hidroeléctrico	86
3.3.4.	Uso industrial	87
3.3.5.	Uso para dilución de contaminantes	88
3.3.6.	Uso recreativo	89
3.3.7.	Uso ambiental	90
3.3.8.	Otros usos	90
3.4.	Sistemas tarifarios	90
3.5.	Comentarios finales	91
4.	Programa EcoGes	93
4.1.	Motivación y utilidad	94
4.2.	Breve descripción de OptiGes	95
4.3.	Descripción de EcoGes	98
4.3.1.	La función objetivo	100
4.3.2.	Las restricciones	103
4.3.3.	Minimizar la función objetivo	104
4.3.4.	La red de flujo para el problema no lineal	105
4.3.5.	El punto inicial de la optimización	106
4.3.6.	El mecanismo iterativo	107
4.3.7.	Partición del periodo a optimizar	108
4.3.8.	El diagrama de flujo de EcoGes	109
4.4.	Capacidades adicionales	110
4.4.1.	Acuíferos en la red interna	110
4.4.2.	Precipitación para disminuir los usos agrícolas	111
4.5.	Uso del programa EcoGes	112
4.6.	Análisis de casos simples con EcoGes	113
4.6.1.	Caso A1	114
4.6.2.	Caso A2	117
4.6.3.	Caso B1	119
4.6.4.	Caso B2	121
4.6.5.	Caso B3	123
4.6.6.	Caso B4	124
4.6.7.	Caso C1	129
4.6.8.	Caso D1	131
4.6.9.	Caso E1	133
4.6.10.	Caso G1	137
4.6.11.	Caso H2	139
4.6.12.	Caso J1	141
4.6.13.	Conclusiones del análisis de los casos simples con EcoGes	143

5. Programa MEvalGes	145
5.1. Breve descripción de SimGes	146
5.2. EvalGes	148
5.2.1. La función a evaluar	148
5.2.2. El procedimiento de evaluación	149
5.3. MEvalGes	151
5.3.1. Definiciones útiles	151
5.3.2. Fundamentos generales	152
5.3.3. Pseudo-valor marginal del recurso	153
5.3.4. Pseudo-costo marginal de las restricciones	155
5.3.5. Otros asuntos de interés	156
5.4. Uso de MEvalGes	158
5.5. Gestal	159
5.5.1. Introducir datos económicos	160
5.5.2. Calcular el valor del indicador	161
5.5.3. Graficar los resultados	161
5.6. Comentarios finales acerca de MEvalGes	162
5.7. Análisis de casos simples con MEvalGes	163
5.7.1. Caso A2eva	165
5.7.2. Caso B0eva	169
5.7.3. Caso B1eva	171
5.7.4. Caso B2eva	173
5.7.5. Caso C1eva	175
5.7.6. Caso D1eva	176
5.7.7. Caso E1eva	178
5.7.8. Caso F1eva	180
5.7.9. Caso G1eva	182
5.7.10. Caso L1eva	185
5.7.11. Caso M1eva	187
5.7.12. Caso M2eva	189
5.7.13. Caso N1eva	190
5.7.14. Caso P1eva	191
6. Caso de estudio I: Plan Hidrológico Nacional (España)	195
6.1. Introducción	195
6.1.1. Descripción y planteamiento del problema original	195
6.1.2. Sistema de recursos hídricos	196
6.2. Optimización de los flujos	198
6.2.1. Problemas con las funciones de costo unitario	198
6.2.2. Resultados	199
6.3. Breve análisis de resultados	200
6.3.1. Costo del agua en los puntos de consumo	201
6.3.2. Beneficios magnificados	202
6.3.3. Costos disminuidos	203
6.4. Nuevos cálculos	204
6.4.1. Modificar algunos parámetros del problema	204

6.4.2. Usar curvas de demandas para los usos urbano y agrícola	209
7. Caso de estudio II: cuenca del Júcar	213
7.1. Descripción de la cuenca	214
7.1.1. Geografía	214
7.1.2. Climatología	214
7.1.3. Cubierta vegetal e infiltración	215
7.1.4. Recursos hídricos	215
7.1.5. Usos actuales	216
7.1.6. Actividades económicas	217
7.1.7. Principales infraestructuras	218
7.2. Ubicación geográfica de los distintos usos	218
7.2.1. Descripción del modelo	220
7.3. Obtención de las funciones económicas	223
7.3.1. Usos agrícolas	223
7.3.2. Usos urbanos	234
7.3.3. Uso industrial	237
7.3.4. Uso hidroeléctrico	238
7.3.5. Uso ambiental	240
7.3.6. Bombeos del acuífero Mancha Oriental	241
7.3.7. Recapitulación de datos económicos	243
7.4. Aplicación de MEvalGes	245
7.4.1. Modelo del sistema de recursos hídricos	245
7.4.2. Resultados del caso inicial	248
7.4.3. Nuevas hipótesis	252
7.5. Aplicación de EcoGes	256
7.5.1. Datos utilizados	256
7.5.2. Datos económicos	258
7.5.3. Resultados	260
7.5.4. Análisis de sensibilidad	266
7.5.5. Nuevas hipótesis	267
7.6. Comparación de ambos modelos y conclusiones	270
8. Conclusiones	273
8.1. Recapitulación del trabajo presentado	273
8.2. Conclusiones	274
8.3. Contribuciones	275
8.4. Valoraciones personales	275
8.5. Líneas futuras de investigación	276
Bibliografía.	278
APÉNDICES	295
A. Ejemplo de la importancia del punto inicial en optimización no lineal	297

B. Funciones de costo del Caso PHN	299
C. Descripción de los archivos de datos de EcoGes	301
C.1. Archivo de datos físicos de OptiGes	301
C.2. Archivos de aportaciones de OptiGes	302
C.3. Archivo de datos económicos de los elementos	302
C.4. Archivo de datos adicionales	303
C.5. Archivo de precipitaciones	304
D. Archivo de datos económicos del caso Júcar para EcoGes	307
E. Descripción de los archivos de datos de MEvalGes	311
E.1. Archivo de datos físicos de SimGes	311
E.2. Archivo de aportaciones	311
E.3. Archivo de propiedades económicas de los elementos	311
E.4. Archivo con los datos de las modificaciones	312
F. Archivo de datos económicos del caso Júcar para MEvalGes	315
G. Eco de datos del caso Júcar en SimGes	317
H. Glosario	333