

# Índice General

<b>1 INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1 El clima .....	2
1.2 Propiedades estadísticas de las variables climáticas .....	4
1.3 Organización del documento .....	5
<b>2 ESTADO DEL ARTE</b> .....	7
2.1 Los recursos hídricos en el análisis de la gestión de cuencas. 7	
2.1.1 El análisis de sistemas en la gestión integrada de recursos hídricos .....	9
2.1.2 Dificultades en la obtención de datos de recursos hídricos para el análisis de la gestión de cuencas.....	10
2.1.3 Modelización de la lluvia-escorrentía .....	11
2.2 Variables climáticas .....	13
2.2.1 Precipitación.....	13
2.2.2 Evapotranspiración .....	15
2.2.3 Temperatura y otras variables climáticas .....	17
2.3 Simulación estocástica de variables climáticas .....	19
2.3.1 Generadores estocásticos .....	19
2.3.2 Simulación estocástica de variables climáticas .....	20
2.3.3 Corrección de baja frecuencia.....	22
2.3.4 Determinación de la evapotranspiración.....	23
2.4 Cambio Climático .....	24
2.4.1 Generalidades .....	24
2.4.2 Modelos climáticos .....	30
2.4.3 Corrección del sesgo y generadores estocásticos en bajada de escala.....	33
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	35

3.1	Análisis de variables climáticas a escala diaria.....	37
3.1.1	Propiedades estadísticas.....	39
3.1.1.1.	Ocurrencia de precipitación (seco-húmedo) .....	39
3.1.1.2.	Función de distribución.....	43
3.1.1.3.	Estandarización .....	44
3.1.1.4.	Análisis de la dependencia temporal.....	45
3.1.1.5.	Calibración del modelo estocástico para cantidad .....	46
3.1.1.6.	Reducción de parámetros mediante series de Fourier. ..	47
3.1.2	Análisis de la dependencia espacial. ....	50
3.1.2.1.	Modelación de la ocurrencia multivariada de precipitación .....	50
3.1.2.2.	Modelación multivariada de la cantidad. ....	53
3.1.3.	Corrección de series de baja frecuencia multivariado .....	55
3.1.4.	Generación de series sintéticas multivariadas.....	56
3.2	Análisis conjunto de variables climáticas .....	59
3.3	Confiabilidad de la modelación estocástica .....	61
3.3.1	De la ocurrencia de precipitación.....	61
3.3.2	Del modelo de dependencia temporal y espacial .....	61
3.3.3	Confiabilidad de los parámetros estimados.....	62
3.3.4	Ejemplo del desempeño de los modelos estocásticos.....	63
3.4	Modelación hidrológica y de la gestión del recurso hídrico ....	64
3.4.1	Modelación hidrológica.....	64
3.4.2	Modelo de Gestión del recurso hídrico.....	65
3.5	Aplicación en el análisis de escenarios de cambio climático..	66
3.5.1	Análisis de los estadísticos de los escenarios de cambio climático de referencia e históricos.....	67
3.5.2	Corrección del sesgo para escenarios climáticos .....	71
3.5.3	Modelación hidrológica y análisis de gestión futura.....	74
3.6	Resumen.....	75

3.6.1	La modelación de la ocurrencia de precipitación multivariada .	76
3.6.2	Modelación de la cantidad de, Precipitación y Evapotranspiración .....	76
<b>4</b>	<b>CASO DE ESTUDIO: LA CUENCA DEL JUCAR .....</b>	<b>78</b>
4.1	Descripción de la zona de Estudio .....	79
4.1.1	Caracterización General .....	79
4.1.2	Estudios previos .....	81
4.1.3	Obtención de datos para el análisis .....	83
4.2	Estimación de la evapotranspiración.....	84
4.3	Análisis Estocástico Multivariado .....	88
4.3.1	Obtención de la ocurrencia de precipitación multivariada.....	88
4.3.2	Parámetros de Fourier para las probabilidades de ocurrencia..	90
4.3.3	Generación de series de ocurrencia de precipitación.....	93
4.4	Análisis estocástico de la cantidad de precipitación. ....	97
4.4.1	Función de distribución.....	97
4.4.2	Parámetros de Fourier para la media y desviación estándar.....	98
4.4.3	Ajuste del modelo estocástico y análisis de la serie residual... ..	102
4.4.4	Generación de series sintéticas multivariadas de precipitación .....	105
4.5	Análisis estocástico multivariado de temperaturas máximas y rangos temperatura .....	109
4.5.1	Función de distribución de temperaturas.....	110
4.5.2	Parámetros de Fourier para las medias y desviaciones estándar de temperaturas máximas y rango de temperaturas .....	111
4.5.3	Modelación estocástica multivariado para temperaturas máximas y rango de temperaturas. ....	117
4.5.4	Análisis de la serie residual de temperaturas máximas y rango de temperaturas.....	119
4.5.5	Generación de series sintéticas de temperaturas máximas ....	122

4.5.6	Generación de series sintéticas de rango de temperaturas ....	125
4.6	Cálculo de la evapotranspiración en base al modelo estocástico multivariado .....	126
4.7	Generación de las aportaciones hidrológicas .....	129
4.7.1	Calibración del modelo de simulación hidrológica .....	130
4.7.2	Obtención de la esorrentía incluyendo los resultados de los modelos estocásticos. ....	133
4.8	Determinación de aportaciones incluyendo el cambio climático .....	136
4.8.1	Corrección del sesgo de escenarios de cambio climático .....	136
4.8.2	Determinación de la esorrentía para los escenarios de cambio climático .....	145
4.8.3	Modelación de la gestión futura. ....	146
4.9	Conclusiones.....	147
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES Y LINEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURAS</b> .....	<b>149</b>
5.1.	Conclusiones.....	149
5.1.1	Conclusiones de la metodología .....	150
5.1.2	Del caso de estudio .....	151
5.2.	Principales aportaciones de la tesis.....	152
5.3.	Publicaciones .....	154
5.4.	Líneas de investigación futuras.....	155
<b>SIMBOLOGÍA</b> .....		<b>157</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....		<b>159</b>
<b>A ESTIMACIÓN DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN</b> .....		<b>183</b>
A.1	Método PMFAO56 .....	183
A.2	Métodos comparativos para determinar la evapotranspiración .....	186
<b>B PROPIEDADES DE LAS SERIES CLIMÁTICAS</b> .....		<b>183</b>

B.1 Propiedades estadísticas.....	183
B.2 Pruebas de bondad de ajuste .....	185
B.2 Pruebas de normalidad de una serie .....	187
B.3 Confiabilidad de los parámetros estimados .....	187
B.4 Evaluación del desempeño de un modelo .....	189
<b>C VARIABLES CLIMÁTICAS .....</b>	<b>193</b>
C.1 Variables climáticas Spain02 v5 .....	193
C.1.1 Precipitación.....	195
C.1.2 Temperatura máxima.....	196
C.1.3 Temperatura mínima .....	197
C.2 Variables Climáticas SIAR .....	198
C.2.1 Temperatura máxima.....	199
C.2.2 Temperatura mínima .....	200
C.2.3 Humedad Relativa máxima .....	201
C.2.4 Humedad relativa mínima.....	201
C.2.5 Velocidad del viento.....	202
C.2.6 Radiación solar .....	203
C.3 Aportación hidrológica .....	203
C.4 Información de escenarios de cambio climático .....	208
<b>D ESCORRENTÍA .....</b>	<b>211</b>