

ÍNDICE GENERAL

Agradecimientos

Resumen

Resum

Abstract

Résumé

Índice general

Índice

Índice de figuras

Índice de tablas

CAPÍTULO I. Introducción 19

CAPÍTULO II. Estado del conocimiento 27

**CAPÍTULO III. Análisis estocástico y multivariante del régimen de
eventos de precipitación..... 93**

**CAPÍTULO IV. Indicadores de eficiencia para el establecimiento de
estándares de emisión (ES) 143**

**CAPÍTULO V. Indicadores de contaminación para el análisis con
objetivos de calidad ambiental (EQS)..... 217**

CAPÍTULO VI. Conclusiones 243

Referencias

ÍNDICE

I Introducción.....	19
I.1. Motivación de la investigación.....	21
I.2. Objetivos.	23
I.3. Estructura de la tesis.	24
II Estado del conocimiento	27
II.1. Introducción.....	29
II.2. Fuentes.	30
II.3. Evolución histórica del problema.....	34
II.4. La contaminación de la escorrentía urbana.....	36
II.4.1. Origen de la contaminación.....	36
II.4.2. Fenómenos de acumulación y lavado.....	38
II.4.3. Patrones de contaminación de la escorrentía urbana.	39
II.4.4. El primer lavado.	41
II.4.4.1. Concepto y factores implicados.	41
II.4.4.2. Curvas adimensionales de movilización de masas.....	42
II.5. El control de las DSU.	45
II.5.1. Impactos en el medio receptor.....	45
II.5.2. Medidas anti-DSU: tipologías.....	46
II.5.2.1. Control en origen.	46
II.5.2.2. Control de vertidos.....	47
II.5.3. Tanques de tormenta.	47
II.6. Dimensionamiento volumétrico de tanques de tormenta.....	48
II.6.1. Métodos probabilísticos: primeros desarrollos.	49
II.6.2. Métodos probabilísticos: desarrollos recientes.....	60
II.6.3. Métodos de evento de diseño.	64
II.6.4. Simulación continua.....	65
II.6.5. Métodos simplificados y normativas.	66
II.6.5.1. Método del ratio de retención volumétrica.....	67
II.6.5.2. Método del ratio de eventos retenidos.....	68

II.6.5.3. Método del estado de Maryland, Estados Unidos.	69
II.6.5.4. Método inglés de la British Standard 8005.	70
II.6.5.5. Nuevas directrices en el Reino Unido.	70
II.6.5.6. Método alemán (norma ATV-128).	71
II.6.5.7. Métodos y criterios franceses.	73
II.6.5.8. Método austriaco (norma ÖWW).	74
II.6.5.9. Criterios italianos.	74
II.7. Criterios de dimensionamiento en España.	75
II.7.1. Estudios desarrollados en el litoral Cantábrico.	75
II.7.2. Metodología del Plan Especial de Alcantarillado de Barcelona.	79
II.7.3. Directrices de diseño en Galicia.	80
II.7.4. Normas del Canal de Isabel II.	81
II.7.5. Norma UNE-EN 752:4.	82
II.7.6. Valencia y su área metropolitana.	82
II.8. Marco legislativo.	84
II.8.1. Legislación europea: marco general.	84
II.8.2. Legislación europea: usos específicos del agua.	85
II.8.2.1. Aguas residuales urbanas.	85
II.8.2.2. Aguas de baño.	85
II.8.2.3. Aguas piscícolas.	86
II.8.2.4. Aguas potables.	88
II.8.3. Legislación estatal.	88
II.8.3.1. Real Decreto Ley 11/1995.	88
II.8.3.2. Real Decreto 509/1996.	89
II.8.3.3. Real Decreto Legislativo 1/2001.	89
II.8.3.4. Orden MAM/1873/2004.	89
II.8.3.5. Real Decreto 1341/2007.	89
II.8.3.6. Plan Nacional de Calidad de las Aguas 2007-2015.	91
II.9. Conclusiones.	91
III Análisis estocástico y multivariante del régimen de eventos de precipitación.	93
III.1. Introducción.	95
III.2. Datos pluviométricos.	96

III.2.1. Origen de los datos.	96
III.2.2. Análisis, corrección y validación.	98
III.3. Identificación de eventos estadísticamente independientes.	101
III.3.1. Teoría de la separación de eventos.	101
III.3.2. Criterios adicionales de identificación.	104
III.3.3. Aplicación a la serie histórica de Valencia.	106
III.3.4. Versiones pura y simplificada de $f_5(s)$	110
III.4. Relaciones de dependencia de las variables analizadas.	111
III.4.1. Dependencia temporal: autocorrelación.	111
III.4.2. Dependencia entre variables: correlaciones.	113
III.5. Caracterización de las variables del proceso.	115
III.5.1. Estadísticos muestrales.	116
III.5.2. Funciones de distribución candidatas.	119
III.5.2.1. Modelo Weibull.	121
III.5.2.2. Modelo Gamma-2.	123
III.5.2.3. Modelo Log-Normal.	124
III.5.2.4. Modelo Pareto.	125
III.5.3. Aplicación a los volúmenes de evento.	127
III.5.4. Aplicación a las duraciones de evento.	133
III.5.5. Aplicación a las intensidades máximas de evento.	137
III.6. Conclusiones.	141
IV Indicadores de eficiencia para el establecimiento de estándares de emisión (ES).....	143
IV.1. Introducción.	145
IV.1.1. Objetivos.	145
IV.1.2. Conceptualización del sistema.	146
IV.2. Planteamiento general de la metodología.	147
IV.2.1. Método probabilístico.	147
IV.2.1.1. Teoría de las distribuciones derivadas.	147
IV.2.1.2. Formulación del problema.	149
IV.2.2. Validación mediante simulación integral.	151
IV.2.2.1. Modelo de simulación.	151
IV.2.2.2. Cuenca piloto.	155
IV.3. Modelo de producción de escorrentía.	158

IV.3.1. Elección del modelo.	158
IV.3.2. Función de densidad de los volúmenes de escorrentía.	161
IV.3.3. Validación.	162
IV.3.3.1. Bondad de las expresiones probabilísticas.	162
IV.3.3.2. Distorsiones introducidas por la red.	163
IV.4. Influencia del volumen de depósito.	164
IV.4.1. Desarrollo analítico.	164
IV.4.2. Validación.	167
IV.5. Influencia del caudal derivado a tratamiento.	169
IV.5.1. Desarrollo analítico. Modelo de pulsos rectangulares.	169
IV.5.2. Validación del modelo de pulsos rectangulares.	174
IV.5.3. Reformulación. Modelo de pulsos triangulares.	179
IV.5.4. Validación del modelo de pulsos triangulares.	186
IV.5.5. Comparación y discusión de resultados.	188
IV.6. Influencia de la secuencia temporal de eventos.	190
IV.6.1. Rango de influencia de la variable s	190
IV.6.2. Establecimiento de la secuencia temporal en el depósito.	191
IV.6.3. Influencia de s en la eficiencia eventual.	192
IV.6.4. Influencia de s en la eficiencia volumétrica.	195
IV.6.5. Conclusiones.	195
IV.7. Análisis de sensibilidad a otros factores.	196
IV.7.1. Parámetros hidromorfométricos.	196
IV.7.1.1. Área.	196
IV.7.1.2. Tiempo de concentración.	197
IV.7.2. Parámetro de producción de escorrentía.	199
IV.7.2.1. Influencia de la distribución de usos.	199
IV.7.2.2. Empleo del valor medio del parámetro.	201
IV.7.2.3. Influencia de la tipología de edificación.	203
IV.7.2.4. Efecto de las zonas verdes.	205
IV.7.3. Tiempo de encharcamiento.	205
IV.8. Conclusiones.	212
IV.8.1. Curvas de eficiencia.	212
IV.8.2. Ábacos de isoeficiencia.	213
IV.8.3. Síntesis.	216

V Indicadores de contaminación para el análisis con objetivos de calidad ambiental (EQS)	217
V.1. Introducción.....	219
V.1.1. Hacia los estándares EQS.....	219
V.1.2. Objetivos.	221
V.2. Enfoque basado en los modelos de lavado.	222
V.2.1. Modelo de lavado.....	222
V.2.2. Derivación de las expresiones probabilísticas.	223
V.2.2.1. Función de densidad de la masa movilizada.	223
V.2.2.2. Función de densidad de la masa vertida.	223
V.2.3. Indicador de eficiencia másica	226
V.3. Enfoque basado en las curvas de movilización de masas.	228
V.3.1. Curvas adimensionales $M=V_E^b$	228
V.3.2. Derivación de las expresiones probabilísticas.	229
V.3.2.1. Función de densidad de la masa movilizada.	230
V.3.2.2. Función de densidad de la masa vertida.	230
V.3.3. Indicador de eficiencia másica.	233
V.4. Necesidades para el análisis basado en EQS.	237
V.5. Aproximación a un enfoque Magnitud-Duración-Frecuencia.....	238
V.5.1. Introducción.....	238
V.5.2. Indicador de magnitud: masa vertida.	238
V.5.3. Indicador de duración: duración del vertido.	238
V.5.4. Estándar MDF.	240
V.6. Conclusiones.	241
VI Conclusiones	243
VI.1. Síntesis y conclusiones.	245
VI.1.1. Sobre el estado del conocimiento.	245
VI.1.2. Sobre la caracterización pluviométrica.....	245
VI.1.3. Sobre la estimación probabilística de indicadores ES.	246
VI.1.4. Sobre la necesidad de un estudio enfocado a EQS.	248
VI.2. Líneas futuras de investigación.	249
Referencias	251

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Canal de rebose de la estación de Vera a la playa de la Malva-rosa. ...	22
Figura I.2. Tramo final del Colector Norte que vehicula las DSU hacia el puerto. .	22
Figura II.1. Publicaciones con el descriptor “Best Management Practice” y “Sustainable Urban Drainage System” en Isi Web of Science.	30
Figura II.2. Procedencia de las referencias consultadas.	31
Figura II.3. Año de publicación de las referencias consultadas.	32
Figura II.4. Trazado de la Cloaca Máxima en Roma.....	34
Figura II.5. Esquema simplificado del proceso de acumulación y lavado de la contaminación de una cuenca (Beneyto, 2004).....	38
Figura II.6. Hidrograma (Q) y polutograma (C) en una cuenca sin primer lavado y con primer lavado.	41
Figura II.7. Curva de movilización de masas de un evento con primer lavado.....	42
Figura II.8. Curvas límite de movilización de masas y zonas resultantes (adaptado de Bertrand-Krajewski et al, 1998).....	43
Figura II.9. Tanque de tormenta en Burjassot, Valencia.....	47
Figura II.10. Eficiencia de la intercepción (DiToro and Small 1979).	51
Figura II.11. Eficiencia del depósito de retención (Driscoll et al, 1986).	53
Figura II.12. Efecto de la tormenta previa en la eficiencia a largo plazo del depósito de retención (Driscoll et al, 1986).....	53
Figura II.13. Eficacia a largo plazo del depósito con la influencia del caudal entrante (Driscoll et al, 1986).	54
Figura II.14. Comparación de resultados del modelo probabilístico con simulación completa (Loganathan and Delleur, 1984).	55
Figura II.15. Comparación de resultados de un modelo analítico con simulación continua (Guo and Adams,1999).	66
Figura II.16. Curva $R_v = f(V^*)$ y volumen normalizado óptimo (Urbonas and Stahre 1993).	68
Figura II.17. Relación entre la impermeabilidad de la cuenca y el volumen necesario (Schueler and Claytor, 2000).....	69

Figura II.18. Volumen de almacenamiento específico (ATV, 1992).	72
Figura II.19. Ejemplo de ábaco de diseño para el saneamiento de Santoña (de Frutos et al, 1999).	76
Figura II.20. Sistema de control y tratamiento de vertidos (Temprano y Tejero, 2002).	77
Figura II.21. Gráfico de diseño del PECLAB (1997).	79
Figura III.1. Formato original ASCII de los datos (SAIH).	97
Figura III.2. Estado de funcionamiento del pluviómetro SAIH - CHJ.	98
Figura III.3. Comparación de totales anuales SAIH - INM.	100
Figura III.4. Comparación de totales mensuales SAIH - INM.	101
Figura III.5. Definición de los parámetros de evento para la identificación de tbcrit (Restrepo-Posada and Eagleson, 1982).	103
Figura III.6. Funciones de distribución empírica y ajustada para $s_{min}=5$ min con las bandas de confianza al 95% del test de Kolmogorov - Smirnov.	106
Figura III.7. Parámetros de decisión para la determinación de la separación crítica.	107
Figura III.8. Funciones de distribución empírica y ajustada para $s_{min}=22$ h con las bandas de confianza al 95% del test de Kolmogorov - Smirnov.	108
Figura III.9. Influencia de la separación mínima de evento en los valores medios de las variables de evento.	109
Figura III.10. Correlograma muestral de la serie de volúmenes con límites de Anderson (98%).	112
Figura III.11. Correlograma muestral de la serie de duraciones con límites de Anderson (98%).	112
Figura III.12. Correlograma muestral de la serie de intensidades máximas de evento con límites de Anderson (98%).	113
Figura III.13. Gráficos de correlación cruzada entre variables de evento (a).	114
Figura III.14. Gráficos de correlación cruzada entre variables de evento (b).	115
Figura III.15. Histograma de frecuencias de volúmenes para $\Delta V=5$ mm.	118
Figura III.16. Histograma de frecuencias de duraciones para $\Delta D=5$ h.	118
Figura III.17. Histograma de frecuencias intensidades máximas para $\Delta IM=5$ mm/h.	119

Figura III.18. Ajuste exponencial a la serie de volúmenes de evento (U=0 mm).....	120
Figura III.19. Ajuste exponencial a la serie de duraciones de evento (U=0 mm).....	120
Figura III.20. Ajuste exponencial a la serie de intensidades máximas de evento (U=0 mm).	121
Figura III.21. Ajuste Weibull a los volúmenes de evento (U=0.0 mm).	128
Figura III.22. Ajuste Gamma-2 (a los volúmenes de evento (U=0.0 mm).	128
Figura III.23. Ajuste Pareto a los volúmenes de evento (U=0.0 mm).	129
Figura III.24. Ajuste Log-Normal a los volúmenes de evento (U=0.0 mm).....	130
Figura III.25. Ajustes Pareto y Lognormal a la serie de volúmenes (U=1.0 mm). Rango completo.....	131
Figura III.26. Ajustes Pareto y Lognormal a la serie de volúmenes (U=1.0 mm). Rango bajo.....	132
Figura III.27. Ajuste Pareto a las duraciones de evento (U=0.0 mm).	133
Figura III.28. Ajuste Log-Normal a las duraciones de evento (U=0.0 mm).	134
Figura III.29. Ajuste Weibull a las duraciones de evento (U=0.0 mm).	134
Figura III.30. Ajuste Gamma-2 a las duraciones de evento (U=0.0 mm).....	135
Figura III.31. Ajustes exponencial, Weibull y Gamma-2 a la serie de duraciones (U=1.0 mm). Rango completo.	136
Figura III.32. Ajustes exponencial, Weibull y Gamma-2 a la serie de duraciones (U=1.0 mm). Rango bajo.	136
Figura III.33. Ajuste Weibull a las intensidades máximas de evento (U=0.0 mm).....	138
Figura III.34. Ajuste Gamma-2 a las intensidades máximas de evento (U=0.0 mm).....	138
Figura III.35. Ajuste Log-Normal a las intensidades máximas de evento (U=0.0 mm).	139
Figura III.36. Ajuste Pareto a las intensidades máximas de evento (U=0.0 mm).....	139
Figura III.37. Ajustes Pareto y Log-Normal a la serie de intensidades máx. de evento (U=1.0 mm).	140
Figura IV.1. Conceptualización del sistema para el análisis de estándares de emisión.	146

Figura IV.2. Interpretación gráfica de la función derivada $f_Y(y)$ (adaptado de Benjamin and Cornell, 1970).	149
Figura IV.3. Configuración general del sistema de drenaje urbano.....	150
Figura IV.4. Diagrama de flujo del programa Infoworks CS (adaptado de Martínez Marín, 2005).....	152
Figura IV.5. Cuenca Pío XII - Margen Derecha.	156
Figura IV.6. Usos del suelo en la cuenca piloto.....	157
Figura IV.7. Relación CN-C para T=25 años (González, 2001).	159
Figura IV.8. Distribuciones empírica y derivada de V_E . Rango completo.....	162
Figura IV.9. Distribuciones empírica y derivada de V_E . Rango bajo.....	163
Figura IV.10. Volúmenes desaguados frente a la escorrentía producida.....	164
Figura IV.11. Escenario 1 para el análisis de la influencia de V_D	165
Figura IV.12. Eficiencia volumétrica. Escenario 1.	168
Figura IV.13. Eficiencia eventual. Escenario 1.	169
Figura IV.14. Escenario 2 para el análisis de la influencia de Q_V	169
Figura IV.15. Modelo de pulsos rectangulares. Caso $V_V=0$	170
Figura IV.16. Modelo de pulsos rectangulares. Caso $V_V>0$	171
Figura IV.17. Transposición del suceso $V_V=0$ en el plano (v_E,d)	172
Figura IV.18. Eficiencia volumétrica. Escenario 2 para $Q_V=2$ l/s/ha.	175
Figura IV.19. Eficiencia eventual. Escenario 2 para $Q_V=2$ l/s/ha.	176
Figura IV.20. Eficiencia volumétrica. Escenario 2 para $V_D=36$ m ³ /ha.	176
Figura IV.21. Eficiencia eventual. Escenario 2 para $V_D=36$ m ³ /ha.	177
Figura IV.22. Simulación del evento EV088 con $V_D=5$ m ³ /ha y $Q_V=2$ l/s/ha.	178
Figura IV.23. Modelo de pulsos triangulares. Caso general $V_V>0$	179
Figura IV.24. Función ϕ en un plano $d=cte$. Región para el cálculo de $p(V_V = 0)$	181
Figura IV.25. Función ϕ en un plano $d=cte$. Región para el cálculo de $F_{V_V}(v_V)$	185
Figura IV.26. Eficiencia eventual. Escenario 2 para $Q_V=2$ l/s/ha.	186
Figura IV.27. Eficiencia eventual. Escenario 2 para $V_D=36$ m ³ /ha.	187
Figura IV.28. Eficiencia volumétrica. Escenario 2 para $Q_V=2$ l/s/ha.	187

Figura IV.29. Eficiencia volumétrica. Escenario 2 para $V_D=36 \text{ m}^3/\text{ha}$	188
Figura IV.30. Escenario 3 para el análisis de la influencia de Q_V	190
Figura IV.31. Caso 1. El depósito no se ha vaciado al inicio del evento.	191
Figura IV.32. Caso 2. El depósito se ha vaciado al inicio del evento.	192
Figura IV.33. Influencia de la secuencia temporal (s) en $EN(V_D, Q_V)$	194
Figura IV.34. Influencia de T_C en EN con $V_D=10 \text{ mm}$	197
Figura IV.35. Influencia de T_C en EN con $V_D=50 \text{ mm}$	198
Figura IV.36. Influencia de T_C en EV con $V_D=10 \text{ mm}$	198
Figura IV.37. Influencia de T_C en EV con $V_D=50 \text{ mm}$	199
Figura IV.38. Eficiencias volumétricas para cuencas de uso uniforme. Escenario 1.	200
Figura IV.39. Eficiencias eventuales para cuencas de uso uniforme. Escenario 1.	200
Figura IV.40. Eficiencias volumétricas. Cuenca original y modificada. Escenario 1.	202
Figura IV.41. Eficiencias eventuales. Cuenca original y modificada. Escenario 1.	202
Figura IV.42. Eficiencias volumétricas según tipología de edificación. Escenario 1.	204
Figura IV.43. Eficiencias eventuales según tipología de edificación. Escenario 1.	204
Figura IV.44. Modelo de pulsos rectangulares con t_e . Caso $V_V=0$	206
Figura IV.45. Modelo de pulsos rectangulares con t_e . Caso $V_V > 0$	206
Figura IV.46. Transposición del suceso $V_V=0$ en el plano (V_E, d)	207
Figura IV.47. Eficiencia eventual. Escenario 2 con t_e para $Q_V=2 \text{ l/s/ha}$	210
Figura IV.48. Eficiencia eventual. Escenario 2 con t_e para $V_D=36 \text{ m}^3/\text{ha}$	210
Figura IV.49. Eficiencia volumétrica. Escenario 2 con t_e para $V_D=36 \text{ m}^3/\text{ha}$	211
Figura IV.50. Curvas de eficiencia volumétrica.	212
Figura IV.51. Curvas de eficiencia eventual.	213
Figura IV.52. Ábaco de isoeficiencia eventual.	214
Figura IV.53. Ábaco de isoeficiencia volumétrica.	215

Figura V.1. Análisis de <i>Impress</i> Cualitativo (MMA, 2004).	220
Figura V.2. Análisis de <i>Impress</i> Cuantitativo (MMA, 2004).	220
Figura V.3. Eficiencia másica según modelo exponencial. Escenario 1. Cuenca Piloto.	227
Figura V.4. Curvas límite de movilización de masas y zonas resultantes (adaptado de Bertrand-Krajewski et al, 1998).	229
Figura V.5. Eficiencia másica (a) según modelo de curvas de movilización. Escenario 1. Cuenca piloto.	234
Figura V.6. Eficiencia másica (b) según modelo de curvas de movilización. Escenario 1. Cuenca piloto.	234
Figura V.7. Curvas $M = V_E^b$ en una cuenca de Santiago de Compostela para DBO ₅ y DQO (Beneyto, 2004).	235
Figura V.8. Caída de la eficiencia másica para $b > 1$	236
Figura V.9. Probabilidad de excedencia de la duración de vertido. V_D fijo, Q_V variable.	239
Figura V.10. Probabilidad de excedencia de la duración de vertido. V_D variable, Q_V fijo.	239
Figura V.11. Regiones de cumplimiento del estándar MDF	240

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Fuente de las referencias consultadas publicadas en revista.	32
Tabla II.2. Artículos consultados según universidad de procedencia del primer autor.	33
Tabla II.3. Aportación de contaminantes según la fuente (Barro y Suárez, 2004).	37
Tabla II.4. Valores de concentraciones medias en DSU desde redes unitarias. Rangos y valores medios según la literatura (según MMA, 2002).	40
Tabla II.5. Concentraciones medias de suceso. Valores máximo y medio registrados entre todas las cuencas piloto estudiadas (MMA, 2002).	40
Tabla II.6. Rangos del exponente b (Saget et al. 1996, citado en MMA, 2002).	44
Tabla II.7. Valores medios del exponente b por cuenca piloto (MMA, 2002).	44
Tabla II.8. Impactos de las DSU y sus consecuencias (Malgrat, 1995).	45
Tabla II.9. Eficiencias obtenidas para la intercepción de sólidos en suspensión (Saget et al, 1995).	74
Tabla II.10. Volumen de depósito en sistemas unitarios. Método simplificado de la ITOHG (citado en CEDEX, 2008).	81
Tabla II.11. Criterios de calidad respecto de coliformes fecales (Directiva 76/160/CEE).	85
Tabla II.12. Parámetros de calidad para aguas de baño en aguas continentales (Directiva 2006/7/CE).	86
Tabla II.13. Parámetros de calidad para aguas de baño en aguas costeras y de transición (Directiva 2006/7/CE).	86
Tabla II.14. Valores guía (G) e imperativos (I) de los parámetros para aguas aptas para la vida de los peces (Directiva 2006/44/CE).	87
Tabla II.15. Concentraciones límite establecidas por el RD 927/1988 (extracto).	88
Tabla III.1. Contenido del archivo de datos (SAIH).	97
Tabla III.2. Detección y corrección de errores en enero de 1990 y marzo de 2000.	99

Tabla III.3. Valores modificados del estadístico de Kolmogorov Smirnov para población subyacente exponencial (Law and Kelton, 1991).	106
Tabla III.4. Ajustes del modelo exponencial a la variable s en función de diferentes separaciones s_{min}	107
Tabla III.5. Comparación de las versiones pura y simplificada de $f_S(s)$	111
Tabla III.6. Coeficientes de correlación entre variables de evento.	114
Tabla III.7. Efecto del truncamiento en los totales de la serie de volúmenes.	116
Tabla III.8. Estadísticos muestrales de la serie de volúmenes de evento (mm).	116
Tabla III.9. Estadísticos muestrales de la serie de duraciones de evento (h).	117
Tabla III.10. Estadísticos muestrales de la serie de intensidades máximas de evento (mm/h).	117
Tabla III.11. Valores modificados del estadístico de Kolmogorov Smirnov para población Weibull (Law and Kelton, 1991).	123
Tabla III.12. Valores modificados del estadístico de Kolmogorov Smirnov para población normal (Law and Kelton, 1991).	125
Tabla III.13. Valores del estadístico W_2^* para población Pareto (Choulakian and Stephens, 2001).	127
Tabla III.14. Ajustes de la función Pareto a la serie de volúmenes según umbral de truncamiento.	130
Tabla III.15. Ajustes de la función Log-Normal a la serie de volúmenes según umbral de truncamiento.	131
Tabla III.16. Percentiles de volúmenes de evento según los ajustes Pareto y Lognormal y según el umbral.	132
Tabla III.17. Ajustes de la función Gamma-2 a la serie de duraciones según umbral de truncamiento.	137
Tabla III.18. Percentiles de duración (h) con el ajuste exponencial, Weibull y Gamma-2.	137
Tabla III.19. Percentiles de intensidades máximas de evento según ajustes Pareto y Lognormal y según umbral de truncamiento.	140
Tabla III.20. Funciones de distribución de la variables del proceso.	141
Tabla IV.1. Distribución de usos del suelo en la cuenca piloto.	157
Tabla IV.2. Parámetros de infiltración según uso del suelo.	160

Tabla IV.3. Índice de Nash-Sutcliffe en la estimación de la eficiencia volumétrica.....	188
Tabla IV.4. Índice de Nash-Sutcliffe en la estimación de la eficiencia eventual.....	189