METODO DE GUMBEL

El “valor máximo” que se quiere determinar para un determinado período de retorno se determina por medio de la expresión:

$x = x_m + D\,x = x_m + k \cdot s_{n-1}$

x: valor máximo (caudal o precipitación) para un período de retorno T.

x_m: media de la serie dada de valores máximos

D x: desviación respecto a la media, que se estima mediante el producto: $k \cdot s_{n-1}$

Donde:

k: factor de frecuencia, que indica el número de veces de desviación típica en que el valor extremo considerado excede a la media de la serie.

s_{n-1} : desviación estándar, desviación típica de los valores extremos.

El valor de la variable “k” se estima a partir del conocimiento del período de retorno en años y del número de años disponibles en la serie. Así: $k = (y_T – y_n)/S_n$

y_T : variable de Gumbel para el período de retorno T. Se determina a partir del valor del período de retorno. El valor se puede obtener de la tabla adjunta. $y_T = -\ln \ln (T/T-1)$

y_n: valor que se obtiene a partir del número de años de la serie, mediante tablas

S_n: valor que se obtiene a partir del número de años de la serie, mediante tablas

Tabla. Valores de " y_T " para distintos períodos de retorno T

T	2	5	10	25	30	50	75	100	250	500
y_T	0.36651	1.49994	2.25037	3.19853	3.38429	3.90194	4.31078	4.60015	5.5194	6.2136

Tabla. Valores de "y_n" y "S_n" según número de observaciones

Nºdatos	**yn**	**Sn**		**Nºdatos**	**yn**	**Sn**		**Nºdatos**	**yn**	**Sn**
1	0,36651	0,00000		**35**	0,54034	1,12847		**69**	0,55453	1,18440
2	0,40434	0,49838		**36**	0,54105	1,13126		**70**	0,55477	1,18535
3	0,42859	0,64348		**37**	0,54174	1,13394		**71**	0,55500	1,18629
4	0,44580	0,73147		**38**	0,54239	1,13650		**72**	0,55523	1,18720
5	0,45879	0,79278		**39**	0,54302	1,13896		**73**	0,55546	1,18809
6	0,46903	0,83877		**40**	0,54362	1,14131		**74**	0,55567	1,18896
7	0,47735	0,87493		**41**	0,54420	1,14358		**75**	0,55589	1,18982
8	0,48428	0,90432		**42**	0,54475	1,14576		**76**	0,55610	1,19065
9	0,49015	0,92882		**43**	0,54529	1,14787		**77**	0,55630	1,19147
10	0,49521	0,94963		**44**	0,54580	1,14989		**78**	0,55650	1,19227
11	0,49961	0,96758		**45**	0,54630	1,15184		**79**	0,55669	1,19306
12	0,50350	0,98327		**46**	0,54678	1,15373		**80**	0,55689	1,19382
13	0,50695	0,99713		**47**	0,54724	1,15555		**81**	0,55707	1,19458

14	0,51004	1,00948	**48**	0,54769	1,15731	**82**	0,55726	1,19531
15	0,51284	1,02057	**49**	0,54812	1,15901	**83**	0,55744	1,19604
16	0,51537	1,03060	**50**	0,54854	1,16066	**84**	0,55761	1,19675
17	0,51768	1,03973	**51**	0,54895	1,16226	**85**	0,55779	1,19744
18	0,51980	1,04808	**52**	0,54934	1,16380	**86**	0,55796	1,19813
19	0,52175	1,05575	**53**	0,54972	1,16530	**87**	0,55812	1,19880
20	0,52355	1,06282	**54**	0,55009	1,16676	**88**	0,55828	1,19945
21	0,52522	1,06938	**55**	0,55044	1,16817	**89**	0,55844	1,20010
22	0,52678	1,07547	**56**	0,55079	1,16955	**90**	0,55860	1,20073
23	0,52823	1,08115	**57**	0,55113	1,17088	**91**	0,55876	1,20135
24	0,52959	1,08646	**58**	0,55146	1,17218	**92**	0,55891	1,20196
25	0,53086	1,09145	**59**	0,55177	1,17344	**93**	0,55905	1,20256
26	0,53206	1,09613	**60**	0,55208	1,17467	**94**	0,55920	1,20315
27	0,53319	1,10054	**61**	0,55238	1,17586	**95**	0,55934	1,20373
28	0,53426	1,10470	**62**	0,55268	1,17702	**96**	0,55948	1,20430
29	0,53527	1,10864	**63**	0,55296	1,17816	**97**	0,55962	1,20486
30	0,53622	1,11237	**64**	0,55324	1,17926	**98**	0,55976	1,20541
31	0,53713	1,11592	**65**	0,55351	1,18034	**99**	0,55989	1,20596
32	0,53799	1,11929	**66**	0,55378	1,18139	**100**	0,56002	1,20649
33	0,53881	1,12249	**67**	0,55403	1,18242	**101**	0,56015	1,20701
34	0,53959	1,12555	**68**	0,55429	1,18342			

Sustituyendo en la expresión anterior:

$x = x_m + k \cdot s_{n-1} = x_m + (y_T - y_n) \times s_{n-1} / S_n$

Para evaluar la exactitud de los valores extremos (INM, 1999) calculados para distintos períodos de retorno se consideran los límites dentro de los cuales se espera que se encuentre el valor máximo "x" para diferentes niveles de confianza. Así: $x \pm tc \cdot M$

Donde:

t (c) : que según los diferentes niveles de confianza adopta los valores de

c = 95 % ® tc = 1,960

c = 90 % ® tc = 1,645

c = 80 % ® tc = 1,282

M: se estima mediante la fórmula: $M = s_{n-1} \cdot m/(N)^{0,5}$

s_{n-1} : desviación estándar

$m = (1,1 \cdot k^2 + 1,14 \cdot k + 1)^{0,5}$

N = número de datos de la serie

La distribución Gumbel se ha utilizado con buenos resultados para el cálculo de valores extremos de variables meteorológicas, entre ellas precipitaciones y caudales máximos, y es el método empleado por Elías Castillo y Ruiz Beltrán en su estudio sobre las precipitaciones máximas (Ministerio de Agricultura. ICONA).

Tabla. Precipitaciones máximas en 24 horas en la Comunidad de Madrid. Fuente: INM, 2000 (Ministerio de Medio Ambiente)

OBSERVATORIOS	**Períodos de retorno**						
	10	**25**	**50**	**75**	**100**	**250**	**500**
Alcalá de Henares "Campos"	53	62	69	73	76	85	92
Aranjuez	72	89	102	109	114	131	143
Arganda	78	96	109	117	122	140	153
Atazar (presa)	65	78	87	92	96	108	118
Belmonte de Tajo	56	66	73	77	79	88	95
El Boalo	76	90	100	106	110	124	134
El Vellón	66	78	87	92	96	108	117
Fuente el Saz	52	62	68	72	75	84	91
Hoyo de Manzanares	73	83	91	95	98	108	116
La Marañosa (Sta. Bárbara)	68	84	95	102	107	122	133
Los Santos de Humosa	56	66	74	78	81	91	98
Madrid "Barajas"	54	65	73	78	81	91	99
Madrid (Chamartin)	56	68	77	82	85	97	105
Madrid (Cuatro Vientos)	55	65	73	77	80	90	98
Madrid (Puerta Hierro)	54	64	72	76	79	89	97
Madrid (Retiro)	53	63	70	75	78	87	95
Manzanares el Real	79	91	99	104	108	119	127
Navacerrada (puerto)	109	127	141	149	155	172	186
Puentes Viejas (presa)	62	72	80	85	88	98	105
Rascafría	75	87	97	102	106	118	127
San Juan Presa	67	79	88	93	97	108	117
Soto del Real	64	74	82	86	89	99	106
Talamanca del Jarama	66	81	91	98	102	116	127
Torrejón Ardoz	49	60	67	71	75	84	92