

PERIODOS DE RETORNO Y PRECIPITACION MAXIMA PROBABLE PARA
LUGARES DETERMINADOS EN LA CUENCA DEL RIO NEUQUEN

Irene Obertello de Ramos (*)

Centro Hidrometeorológico, Servicio Meteorológico Nacional
Departamento de Meteorología, Facultad de Ciencias Exactas
y Naturales, Universidad de Buenos Aires

Alicia de Garin

Departamento de Meteorología, Facultad de Ciencias Exactas
y Naturales, Universidad de Buenos Aires
Buenos Aires, República Argentina

RESUMEN

Se aplicó el método de Hershfield para calcular la precipitación máxima probable en una serie de estaciones pluviométricas en la cuenca del río Neuquén, utilizando la media y el desvío standard de los registros de precipitación de cada una de ellas como estimadores. También fueron calculadas las cantidades de precipitación correspondientes a diferentes períodos de retorno, ajustando una distribución de Gumbel a los datos de cada estación. La precipitación máxima probable determinada por el método de Hershfield corresponde a un período de retorno de 50.000 años.

(*) Actualmente en Departamento de Recursos Hídricos,
HIDRONOR S.A., Cipolletti, República Argentina

ABSTRACT

Hershfield ' s method has been applied to calculate the probable maximum precipitations in some rainfall gaging stations in the basin of the Neuquén river by using the mean and the standard deviation of the rainfall records of each station as estimates. The amounts of precipitations relative to different return period have also been estimated by adjusting Gumbel procedure to each station data. The probable maximum precipitation determined by the Hershfield ' s method is referring to a return period of 50.000 years.

INTRODUCCION

Se calculó la precipitación máxima probable (PMP) para un período de 24 horas en distintos puntos de la cuenca del río Neuquén, aplicando el método estadístico de Hershfield. Se entiende por precipitación máxima probable la mayor cantidad de precipitación meteorológicamente posible para una duración determinada.

Para el cálculo de la PMP fueron determinadas las curvas de ajuste por evento sobresaliente para la media y el desvío standard, usando datos pertenecientes a las cuencas de los ríos Limay y Neuquén. Para el ajuste por longitud de registro fueron utilizadas las curvas obtenidas por Hershfield, ya que en la muestra en estudio se contó con solamente 8 estaciones con más de 50 años de registro.

Para el cálculo de las precipitaciones correspondientes a los distintos períodos de retorno se ajustó una distribución de Gumbel a los datos de cada estación, considerando períodos de retorno de 5, 20, 120, 1000 y 5000 años.

DATOS UTILIZADOS

Se trabajó con la información de precipitación correspondiente a 24 estaciones ubicadas en la cuenca del río Neuquén. La muestra considerada para cada estación está compuesta por los máximos anuales de los valores diarios de cantidad de precipitación. Así, estas series están formadas por datos causalmente independientes, que ocurren de una manera aleatoria ; es decir que el valor del máximo para un año dado no es predecible. Esto hace que las series puedan ser tratadas probabilísticamente.

La longitud del registro no es uniforme para todas las estaciones consideradas, variando entre 16 y 68 años. Se destaca además que las series no son sincrónicas.

METODOLOGIA EMPLEADA Y RESULTADOS OBTENIDOS

Para el cálculo de la PMP se aplicó la metodología propuesta por Hershfield, quien usa como estimadores la media y el desvío standard de una serie de N máximos anuales de precipitación, basándose en la expresión :

$$X_T = \bar{X}_N + K_T S_N \quad (1)$$

en la cual X_T es la precipitación correspondiente a un período de retorno de T años, \bar{X}_N y S_N son respectivamente, la media y el desvío standard para la serie de N máximos anuales y K_T es la variable X_T normalizada.

Si en la (1) reemplazamos X_T por el máximo máximum X_M de la serie, el correspondiente valor de K_T - que en adelante se designará por K_M - representa el número de veces que el desvío standard debe ser sumado en la media para obtener el máximo ci

tado. Esta variable K_M permite comparar cuan raro es el máximo observado en una estación con respecto a los observados en otras.

Para determinar el valor de K_M en la práctica, se considera la serie formada por $N-1$ valores, excluyendo al máximo maximorum. Esto equivale a suponer que éste ha ocurrido después de calcular los parámetros X_{N-1} y S_{N-1} correspondientes. Es decir, el cómputo de K_M se efectúa por medio de la expresión :

$$K_M = \frac{X_M - X_{N-1}}{S_{N-1}} \quad (2)$$

La Tabla 1 muestra los valores máximos maximorum de precipitación X_M para cada estación y los correspondientes valores de K_M . Estos varían entre 1,57 y 10,80 siendo este último valor - que se designa K_{MM} - el adoptado como estimador regional de K_M para la evaluación de la PMP. Previo al cálculo de la PMP para cada estación, los correspondientes valores de X_N y S_N fueron ajustados por evento sobresaliente y por longitud de registro.

Para el ajuste por evento sobresaliente fueron usadas también las series de las estaciones ubicadas en la cuenca del río Li-may, totalizando así 83 estaciones.

La Figura 1 muestra las curvas de ajuste resultantes para la media. Los pasos seguidos para la obtención de estas curvas son:

- a) El ajuste de una distribución de Gumbel a cada serie, por el método de momentos, según la expresión :

$$X = X_0 + a y$$

donde $y = -\ln(-\ln \frac{m}{N+1})$, siendo m el número de orden de cada valor en la serie ordenada y $a=0,78 S_N$ y $X_0 = \bar{X}_N - 0,577 a$,

los estimadores usados para los parámetros.

b) El cálculo de la pendiente media \bar{a} y de la ordenada al origen media \bar{X}_0 .

c) La generación de una serie teórica

$$X_i = \bar{X}_0 + \bar{a} y_i, \text{ con } 1 \leq i \leq n, \text{ siendo } y_i = -\ln(-\ln \frac{i}{n+1}),$$

para cada longitud de serie n (10, 20, 30, 40 años).

d) El cómputo para cada serie teórica del valor medio \bar{X} , de la media \bar{X}_{n-1} de la serie que resulta al excluir al valor máximo y de las medias \bar{X}_{n1} , \bar{X}_{n2} y \bar{X}_{n3} de las series que resultan al reemplazar al máximo por 1, 2 y 3 veces el valor del segundo máximo respectivamente.

e) La determinación de las razones $\frac{\bar{X}_{n1}}{\bar{X}_{nj}}$ y $fj = \frac{\bar{X}}{\bar{X}_{nj}}$, con $1 \leq j \leq 3$.

f) La repetición de los pasos c), d) y e) variando la ordenada al origen.

g) El ploteo de fj vs $\frac{\bar{X}_{n-1}}{\bar{X}_{nj}}$ y el ajuste de estos puntos por cuadrados mínimos, para cada longitud de registro, obteniéndose las curvas de la Figura 1.

Se ve en la figura que si, por ejemplo, para una longitud de registro de 20 años el cociente $\frac{\bar{X}_{N-1}}{\bar{X}_N}$ toma un valor de 0,80 la media debe multiplicarse por 0,85 para obtener el valor corregido por evento sobresaliente.

Comparando las curvas de la Figura 1 con las obtenidas por Hershfiel, se nota una gran similitud, no obstante haber trabajado este autor con un número mayor de estaciones distribuidas sobre un área también mayor que abarca zonas de diferentes características fisiográficas y meteorológicas.

La Figura 2 muestra las curvas de ajuste por evento sobresaliente para el desvío standard, construidas en forma totalmente análoga a la descrita para las curvas de ajuste de la media. Nuevamente se nota concordancia con las curvas obtenidas por Hershfield.

Para el ajuste por longitud de registro no pudieron ser determinadas las curvas correspondientes debido a que se contó con solamente 8 estaciones con más de 50 años de registro. Por consiguiente, fueron utilizadas las curvas obtenidas por Hershfield. En ellas son usados los estadísticos de las series de 50 años como un patrón para ajustar los correspondientes a registros más cortos.

Se calculó la primera estimación de la PMP para cada estación por medio de la expresión :

$$PMP = \bar{X}_{NA} + K_{MM} S_{NA} \quad (3)$$

donde \bar{X}_{NA} y S_{NA} representan los valores de la media y el desvío standard ya ajustados por evento sobresaliente y por longitud de registro.

Finalmente, para obtener la PMP se aplicó un factor de corrección para compatibilizar las observaciones diarias - hechas a horas fijas cada 24 horas - con los registros pluviográficos de 1.440 minutos. Debido a lo exiguo de la muestra se debió utilizar para esta corrección un factor de ajuste de 1,2 calculado por otros autores para otras regiones. Fueron así obtenidos los valores de PMP que muestra la Tabla 1. Debe destacarse que los valores de PMP obtenidos son puntuales, pudiendo ser representativos de un área de a lo sumo 25 km². Para obtener valores de PMP referidos a superficies mayores deberá usarse curvas de altura-área. Para determinar las precipitaciones correspondientes a los distintos períodos de retorno se ajustó una distribución

de Gumbel a los datos de cada estación y se calculó los K_T correspondientes a períodos de recurrencia de 5, 20, 100, 1000 y 5000 años a partir de la expresión :

$$K_T = -\ln(-\ln \frac{T-1}{T}) \quad (4)$$

Para esta distribución el K_{MM} de 10,80 obtenido para la cuenca del río Neuquén corresponde a un período de retorno de aproximadamente 50.000 años.

La Tabla 2 muestra los valores de precipitación para los distintos períodos de retorno para cada una de las estaciones consideradas.

Dada la exigua cantidad de estaciones con registro largo en la zona en estudio, se considera conveniente ajustar los valores de PMP a medida que se cuente con más años de registro.

Debe destacarse que una importante ventaja del método de / / Hershfield frente a las tradicionales es que utiliza únicamente datos de precipitación, permitiendo así la determinación de la PMP en zonas donde se carece de información respecto de otras variables meteorológicas tales como punto de rocío o viento. Además, en caso de disponer de datos pluviométricos ya sistematizados, este método permite obtener resultados en forma rápida y simple.

Agradecimiento : Las autoras desean expresar su reconocimiento a la Lic. C.Y. Quinteros de Menzies por su asesoramiento.

BIBLIOGRAFIA

- Grumbel, E.J., 1958 ; Statistics of Extremes ; Columbia Univ. Press, New York.
- Hershfield, D.M., 1963 ; Estimating the Probable Maximum

Precipitation ; Transactions of the American Society of Civil Engineers, 128, 534-551.

Paulhus, J.L.H., 1973 ; Manual for Estimation of Probable Maximum Precipitation ; World Meteorological Organization, Geneva.

Ven Te Chow, 1964 ; Handbook of Applied Hydrology ; Mc Graw-Hill, New York.

World Meteorological Organization, 1969 ; Estimation of Maximum Floods (Technical Note N° 98) ; World Meteorological Organization, Geneva.

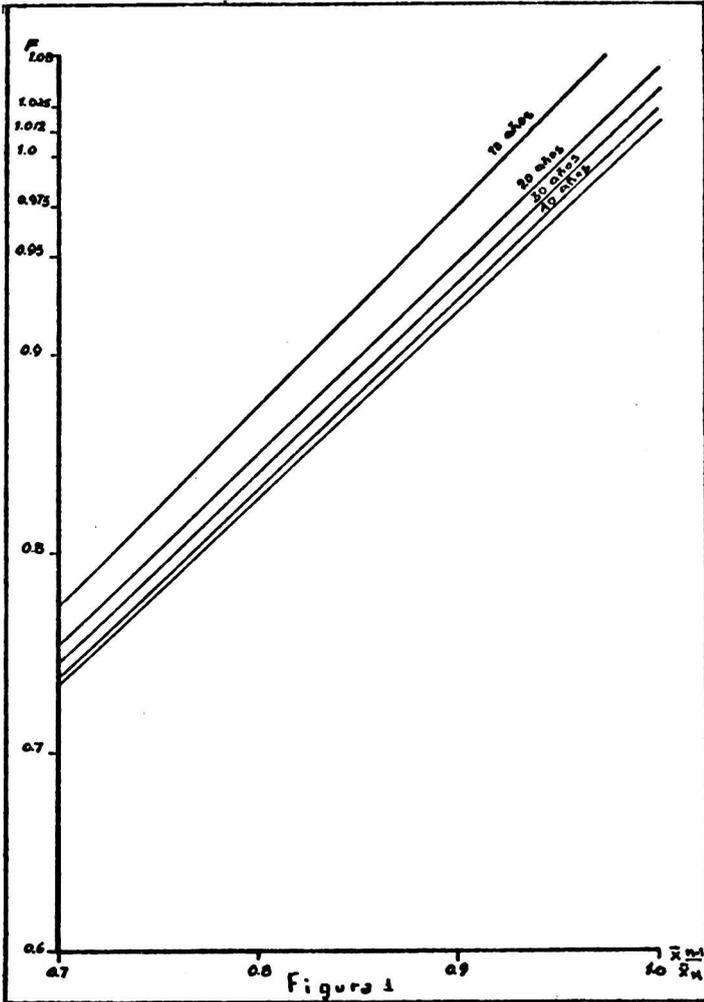


Fig. 1: Curvas del factor de corrección de la media por eventos sobresalientes como función de la longitud de registro y del cociente de las medias excluyendo e incluyendo el evento sobresaliente de la serie respectivamente.

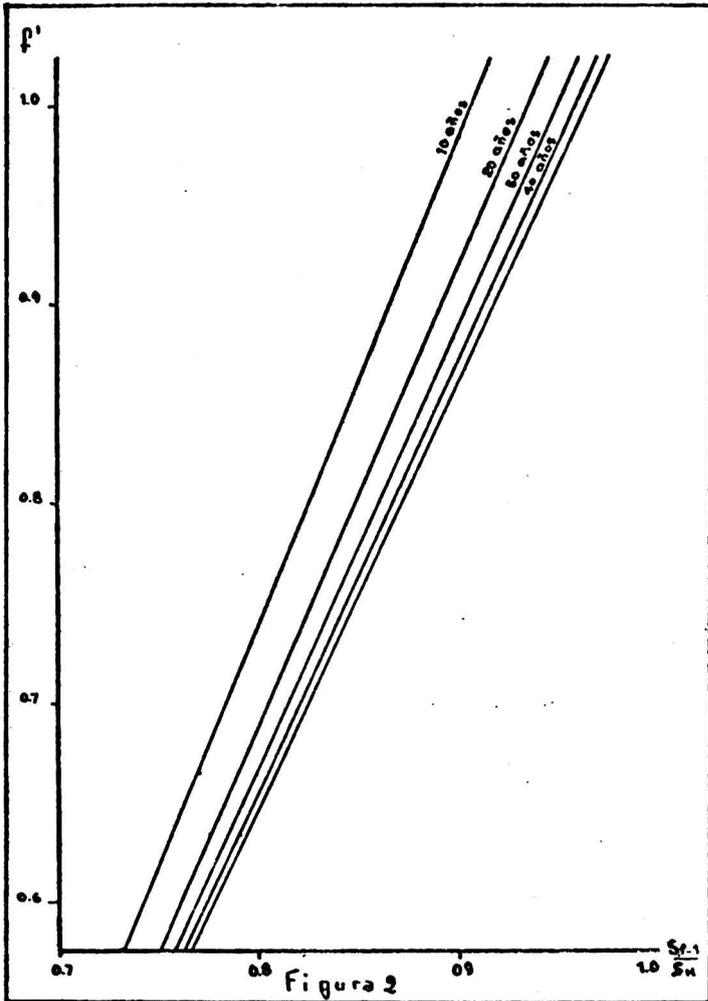


Fig. 2: Curvas del factor de corrección del desvío standard por eventos sobresalientes como función de la longitud de registro y del cociente de los desvíos standard excluyendo e incluyendo el evento sobresaliente de la serie respectivamente.

ESTACION	X_M (mm)	K_M	PMP (mm)
Tricao Malal	59	1,89	233
Buta Ranquil	55	3,68	181
Andacollo	114	2,49	433
Chos Malal	68	1,92	257
Loncopué	76	2,12	279
Bajada del Agrio	40	1,57	130
Las Lajas	73	2,98	224
Paso de los Indios	73	3,84	201
Cnia. M. Moreno	58	4,40	171
Cte. Cordero	90	3,43	286
Cnia. Centenario	79	3,21	261
Ramón M. Castro	60	3,74	172
Cinco Saltos	80	3,40	247
Zapala (Met.)	71	3,98	203
Zapala (F.C.)	70	3,72	192
Plaza Huincul (Met.)	54	2,39	198
Plaza Huincul (Part.)	90	4,87	226
Neuquén (Met.)	127	5,70	292
Neuquén (F.C.)	71	3,71	195
Cipolletti (Met.)	93	3,78	254
Cipolletti (Part.)	78	3,86	224
Plottier	66	2,62	218
Challac�	60	3,42	185
Senillosa	153	10,80	381

**TABLA 1 - Valores de Precipitación máxima observada (X_M),
 su normalización (K_M) y Precipitación máxima pro-
 bable (PMP).**

ESTACION	P ₅	P ₂₀	P ₁₀₀	P ₁₀₀₀	P ₅₀₀₀
Tricao Malal	63	84	107	140	163
Buta Ranquíl	42	59	78	105	123
Andacollo	102	143	188	252	298
Chos Malal	63	87	113	151	178
Loncopué	68	94	123	164	192
Bajada del Agrío	33	45	58	77	90
Las Lajas	54	75	98	131	154
Paso de los Indios	47	66	87	117	138
Cnia. M. Moreno	39	56	74	99	117
Cte. Cordero	60	88	120	165	196
Cnia. Centenario	59	84	112	151	178
Ramón M. Castro	40	56	74	100	118
Cinco Saltos	57	80	107	144	170
Zapala (Met.)	48	67	88	118	139
Zapala (F.C.)	46	64	84	112	132
P. Huíncul (Met.)	46	66	87	117	138
P. Huíncul (Part.)	52	73	97	131	155
Neuquén (Met.)	62	91	122	167	198
Neuquén (F.C.)	47	65	86	114	134
Cípolletti (Met.)	58	82	109	147	173
Cípolletti (Part.)	52	73	97	131	155
Plottier	50	71	94	127	150
Challacó	41	59	78	107	127
Senillosa	68	107	151	213	256

TABLA 2 - Valores de Precipitación (P_T) en mm para los distintos periodos de retorno (T años).