

TEMA 7

CÁLCULO DE PERIODO DE RETORNO

Introducción

La precipitación es la cantidad de agua que llega al suelo ya sea de manera líquida o sólida en forma de lluvia, nieve, granizo. Mediante el proceso de condensación el vapor de agua regresa a la superficie nuevamente. Su distribución de deben a factores como la proximidad al mar, el relieve, las corrientes ascendentes de aire.

En la naturaleza los fenómenos hidrológicos constituyen procesos aleatorios que para la planificación y diseño están basados en eventos futuros, cuya magnitud y frecuencia no puede predecirse, se debe recurrir a los estudios de la probabilidad y frecuencia (Urra, 1995).

El Periodo de Retorno puede ser cualquier evento extremo como lo son las lluvias torrenciales, temperaturas extremas, huracanes, entre otros, con lo cual, el intervalo, duración o número de años que en promedio, se cree que será igual o excedido, es decir, es la frecuencia con la que se presenta un evento. El grado de magnitud de un fenómeno extremo está relacionado de forma inversa con su frecuencia de ocurrencia (periodicidad), las precipitaciones muy intensas ocurren con una frecuencia menor que las moderadas o débiles. (Gutiérrez *et al.* 2011).

A continuación se presenta uno de los métodos para calcular el Periodo de Retorno:

Método de Weibull

$$T = \frac{n+1}{m}$$

Se define el periodo de retorno (T) como el valor inverso a la probabilidad de excedencia de un determinado evento (lluvia).

$$P = \frac{1}{T} \times 100$$

En la formula n es el número total de datos de una serie, m representa el número de orden de la serie arreglada en forma creciente y P la probabilidad de excedencia de que la precipitación sea igualada o operada.

Se tiene una serie de datos de precipitación, para la estación 16148 Zitácuaro (Michoacán) de una longitud de 40 años.

Años	Precipitación (mm)
1921	29.6
1922	78.8
1923	74.2
1924	67.0
1925	111.7
1926	80.9
1927	93.4
1928	88.3
1929	75.7
1930	70.1
1931	102.9
1932	63.3
1933	82.2
1934	66.5
1935	88.8
1936	87.0
1937	89.8
1938	70.4
1939	62.6
1940	73.4

Años	Precipitación (mm)
1941	81.7
1942	76.8
1943	89.7
1944	75.8
1945	59.9
1946	73.0
1947	74.6
1948	93.2
1949	62.9
1950	73.7
1951	74.8
1952	76.1
1953	63.8
1954	93.5
1955	57.1
1956	74.6
1957	57.0
1958	109.5
1959	80.6
1960	54.0

Aplicación

Se ordena la serie de mayor a menor, donde el evento de mayor magnitud tiene un valor de $m=1$, se calcula el periodo de retorno ($T=(n+1)/m$) y la probabilidad de excedencia ($P=1/T$) para calcular el porcentaje, solo se multiplica por 100.

Años	Precipitación (mm)	Precipitación (ordenada)	m	T (años)	P	Porcentaje (%)
1921	29.6	111.7	1	41	0.02439024	2.4
1922	78.8	109.5	2	20.5	0.04878049	4.9
1923	74.2	102.9	3	13.66666667	0.07317073	7.3
1924	67.0	93.5	4	10.25	0.09756098	9.8
1925	111.7	93.4	5	8.2	0.12195122	12.2
1926	80.9	93.2	6	6.833333333	0.14634146	14.6
1927	93.4	89.8	7	5.857142857	0.17073171	17.1
1928	88.3	89.7	8	5.125	0.19512195	19.5
1929	75.7	88.8	9	4.555555556	0.2195122	22.0
1930	70.1	88.3	10	4.1	0.24390244	24.4
1931	102.9	87.0	11	3.727272727	0.26829268	26.8
1932	63.3	82.2	12	3.416666667	0.29268293	29.3
1933	82.2	81.7	13	3.153846154	0.31707317	31.7
1934	66.5	80.9	14	2.928571429	0.34146341	34.1
1935	88.8	80.6	15	2.733333333	0.36585366	36.6
1936	87.0	78.8	16	2.5625	0.3902439	39.0
1937	89.8	76.8	17	2.411764706	0.41463415	41.5
1938	70.4	76.1	18	2.277777778	0.43902439	43.9
1939	62.6	75.8	19	2.157894737	0.46341463	46.3
1940	73.4	75.7	20	2.05	0.48780488	48.8
1941	81.7	74.8	21	1.952380952	0.51219512	51.2
1942	76.8	74.6	22	1.863636364	0.53658537	53.7
1943	89.7	74.6	23	1.782608696	0.56097561	56.1
1944	75.8	74.2	24	1.708333333	0.58536585	58.5
1945	59.9	73.7	25	1.64	0.6097561	61.0
1946	73.0	73.4	26	1.576923077	0.63414634	63.4
1947	74.6	73.0	27	1.518518519	0.65853659	65.9
1948	93.2	70.4	28	1.464285714	0.68292683	68.3
1949	62.9	70.1	29	1.413793103	0.70731707	70.7
1950	73.7	67.0	30	1.366666667	0.73170732	73.2
1951	74.8	66.5	31	1.322580645	0.75609756	75.6
1952	76.1	63.8	32	1.28125	0.7804878	78.0
1953	63.8	63.3	33	1.242424242	0.80487805	80.5
1954	93.5	62.9	34	1.205882353	0.82926829	82.9
1955	57.1	62.6	35	1.171428571	0.85365854	85.4
1956	74.6	59.9	36	1.138888889	0.87804878	87.8
1957	57.0	57.1	37	1.108108108	0.90243902	90.2
1958	109.5	57.0	38	1.078947368	0.92682927	92.7
1959	80.6	54.0	39	1.051282051	0.95121951	95.1
1960	54.0	29.6	40	1.025	0.97560976	97.6

Del cuadro se observa, que un año con precipitaciones de 90% de probabilidad de excedencia se ubica en los 57.1 a los 57mm.

También se puede calcular el periodo de retorno con el *Programa de Automatización de los Métodos Estadísticos en Hidrología* (2002) de la Dra. Rosio Ruiz Urbano.

Resumen

Para realizar los cálculos se recomienda realizarlos en una hoja del programa Excel de Microsoft. Se debe considerar la calidad de la serie, para que un análisis probabilístico produzca resultados significativos, adecuados y precisos.

Es importante tomar en cuenta los estudios referidos a periodos de retorno ya que al conocer la probabilidad de excedencia, disminuye los efectos negativos a las poblaciones humanas y a su infraestructura, la cual a menudo es ineficiente y ocasiona inundaciones.

Existen diversos métodos para calcular la probabilidad de excedencia y el periodo de retorno. El método de Weibull es de los más usados para el análisis de periodos de retorno y probabilidades.

Fórmula	Probabilidad de Excedencia	Periodo de Retorno
California	m/N	N/m
Hazen	$(2m-1)/2N$	$2N/(2m-1)$
Weibull	$m/(N+1)$	$(N+1)/m$
Blom	$(m-3/8)/(N+1/4)$	$(N+1/4)/(m-3/8)$
Gringorten	$(m-0,44)/(N+0,12)$	$(N+0,12)/(m-0,44)$

Tabla 1. Fórmulas de estimación de probabilidades y recurrencia (Urra, 1995).

Se pueden graficar los datos por medio del método de Weibull en el que se tiene del lado de las abscisas (T) y las ordenadas los datos de precipitación, así se facilita la visualización de las probabilidades más bajas.

No existe un único criterio para determinar la probabilidad de excedencia y el periodo de retorno.

Ejercicio

Calcular (T) y (P) para la estación 16061 Laguna del Fresno con la precipitación anual y el método de Weibull. ¿Cuál es la probabilidad de que evento tenga un 85% de probabilidad y entre que cantidad se ubica?

Años	Precipitación
1947	54.3
1948	66.8
1949	42.7
1950	30.8
1951	46.2
1952	47.8
1953	66.0
1954	67.9
1955	49.7
Años	Precipitación
1956	57.7
1957	40.3
1958	84.8
1959	86.8
1960	45.8
1961	61.0
1962	63.4
1963	53.3
1964	49.6
1965	48.9
1966	75.9
1967	80.6
1968	57.6
1969	37.6
1970	41.7
1971	53.9
1972	41.0
1973	43.3
1974	46.9
1975	73.3
1976	49.5
1977	46.5
1978	58.8
1979	42.4

1980	58.8
1981	77.5
1982	100.6
1983	25.2
1984	56.5
1985	56.3
1986	8.3
1987	59.2
1991	45.0
1992	68.7
1993	46.5
1994	38.0
1995	54.2
1996	38.2
1997	47.2
1998	3.5
1999	59.1
2000	47.3
2001	40.4
2002	38.9
2003	43.0
2004	30.2
2005	22.8
2006	50.0
2007	55.1

Bibliografía

- ✚ Gutiérrez Lozano Joel., Vargas Tristán Virginia., Romero Rodríguez Moisés., Plácido de la Cruz José Manuel., Aguirre Bortoni Manuel de Jesús., Silva Espinoza Hugo Tomas. (2011). *Periodos de retorno de lluvias torrenciales para el estado de Tamaulipas, México. Investigaciones Geográficas*. UNAM. México. N. 76 pp. 20-33.
- ✚ Ruiz, Rosío. (2002). *Programa de Automatización de los Métodos Estadísticos en Hidrología*. Facultad de Ingeniería. UNAM. México.
- ✚ Urra, Mario. (1995). *Diseño de Proyectos de Riego y Drenaje, Fundamentos de Hidrología Superficial*. Vinilit. Chile.