**ANALISIS DE FRECUENCIA DE LAS TORMENTAS**

1. OBJETIVOS

Al final de la práctica el alumno debe ser capaz de:

* Graficar la curva intensidad-duración-periodo de retorno.
1. MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS
	1. MATERIALES
* Datos de intensidades de tormentas.
* Computadora.
* Software EXCEL
	1. PROCEDIMIENTOS

Dados los datos de intensidades máximas en mm/hr, que se muestran en la tabla 1 para diferentes duraciones (5, 10, 15, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120 min) del periodo 1956 – 1970, se pide:

TABLA 1

|  |  |
| --- | --- |
| AÑO | PERIODO DE DURACION (min) |
| 5 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 |
| 1956 | 120 | 81 | 55 | 42 | 36 | 35 | 26 | 22 | 18 | 17 |
| 1957 | 84 | 51 | 36 | 29 | 20 | 16 | 13 | 12 | 11 | 10 |
| 1958 | 116 | 58 | 40 | 30 | 23 | 21 | 17 | 14 | 12 | 10 |
| 1959 | 240 | 162 | 128 | 111 | 84 | 68 | 48 | 38 | 32 | 28 |
| 1960 | 122 | 69 | 52 | 43 | 31 | 30 | 23 | 18 | 17 | 16 |
| 1961 | 48 | 30 | 26 | 22 | 18 | 16 | 14 | 12 | 12 | 10 |
| 1962 | 120 | 120 | 84 | 83 | 60 | 49 | 33 | 25 | 20 | 16 |
| 1963 | 116 | 58 | 52 | 45 | 36 | 29 | 19 | 15 | 12 | 10 |
| 1964 | 36 | 27 | 26 | 24 | 17 | 13 | 10 | 8 | 7 | 6 |
| 1965 | 78 | 55 | 48 | 48 | 42 | 34 | 30 | 23 | 19 | 16 |
| 1966 | 78 | 60 | 52 | 47 | 46 | 41 | 29 | 23 | 19 | 16 |
| 1967 | 54 | 45 | 34 | 29 | 23 | 19 | 14 | 12 | 12 | 11 |
| 1968 | 84 | 48 | 32 | 24 | 16 | 12 | 8 | 6 | 5 | 5 |
| 1969 | 54 | 54 | 45 | 42 | 32 | 25 | 18 | 13 | 12 | 10 |
| 1970 | 120 | 84 | 72 | 58 | 41 | 31 | 23 | 17 | 14 | 12 |

* + 1. Dibujar las curvas de intensidad – duración – periodo de retorno. Para tiempos de retorno 1, 5, 8 y 16 años.

La Tabla 1 se encuentra ordenada en orden cronológico, tomando la intensidad mayor de cada año para cada periodo de duración.

La Tabla 2 se ordena de forma decreciente e independiente del tiempo, los valores de las intensidades máximas correspondientes a cada uno de los periodos de duración, se calcula los periodos de retorno utilizando la formula de Weibull:

T = ( n + 1) / m

Donde:

T = periodo de retorno

m = numero de orden

n = numero total de observaciones, en este caso numero de años

TABLA 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| NUMERO ORDEN | PERIODO RETORNO | PERIODO DE DURACION (min) |
|
| m | T | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 |
| 1 | 16.0 | 240 | 162 | 128 | 111 | 84 | 68 | 48 | 38 | 32 | 28 |
| 2 | 8.0 | 122 | 120 | 84 | 83 | 60 | 49 | 33 | 25 | 20 | 17 |
| 3 | 5.3 | 120 | 84 | 72 | 58 | 46 | 41 | 30 | 23 | 19 | 16 |
| 4 | 4.0 | 120 | 81 | 55 | 48 | 42 | 35 | 29 | 23 | 19 | 16 |
| 5 | 3.2 | 120 | 69 | 52 | 47 | 41 | 34 | 26 | 22 | 18 | 16 |
| 6 | 2.7 | 116 | 60 | 52 | 45 | 36 | 31 | 23 | 18 | 17 | 16 |
| 7 | 2.3 | 116 | 58 | 52 | 43 | 36 | 30 | 23 | 17 | 14 | 12 |
| 8 | 2.0 | 84 | 58 | 48 | 42 | 32 | 29 | 19 | 15 | 12 | 11 |
| 9 | 1.8 | 84 | 55 | 45 | 42 | 31 | 25 | 18 | 14 | 12 | 10 |
| 10 | 1.6 | 78 | 54 | 40 | 30 | 23 | 21 | 17 | 13 | 12 | 10 |
| 11 | 1.5 | 78 | 51 | 36 | 29 | 23 | 19 | 14 | 12 | 12 | 10 |
| 12 | 1.3 | 54 | 48 | 34 | 29 | 20 | 16 | 14 | 12 | 12 | 10 |
| 13 | 1.2 | 54 | 45 | 32 | 24 | 18 | 16 | 13 | 12 | 11 | 10 |
| 14 | 1.1 | 48 | 30 | 26 | 24 | 17 | 13 | 10 | 8 | 7 | 6 |
| 15 | 1.1 | 36 | 27 | 26 | 22 | 16 | 12 | 8 | 6 | 5 | 5 |

Haciendo uso del software EXCEL se construye las curvas intensidad-duración-periodo de retorno siguiendo los siguientes pasos:

* Determinar la densidad de puntos para T = 16, 8, 5 y 1 años
* Agregar para cada T la línea de tendencia POTENCIAL
* De color a cada línea
* De formato a los puntos de densidad, opciones de marcador, ninguno. Desaparecerán los puntos de densidad y solo quedaran las líneas de tendencia

GRAFICO 1

* + 1. A partir de esta familia de curvas encuentre el valor de la intensidad máxima de una lluvia con una duración de 45 min, que tiene un periodo de retorno de 10 años.



Haciendo los trazos en los ejes e interpolando el periodo de retorno para 10 años, se obtiene que la intensidad máxima resulta 50 mm/hr.

* + 1. Usando la formula de Talbot:

Imax = a / (b + D)

 Donde:

 Imax = intensidad máxima en, mm/hr

 a,b = parámetros que dependen de la localidad y del periodo de retorno

 D = duración de la precipitación en minutos

 Hallar la ecuación para el periodo de retorno de 16 años.

Imax = 1/y = a / (b + D)

Y = (b + D) / a

Y = b/a + D . 1/a

a1 = b/a

b1 = 1/a

y = a1 + b1 D

o

y = a1 + b1 x

 Para periodo de retorno T = 16 años, se tiene los siguientes pares ordenados:

|  |  |
| --- | --- |
| D = x | Y = 1/i |
| 5 | 1/240 |
| 10 | 1/162 |
| 15 | 1/128 |
| 20 | 1/111 |
| 30 | 1/84 |
| 40 | 1/68 |
| 60 | 1/48 |
| 80 | 1/38 |
| 100 | 1/32 |
| 120 | 1/28 |

|  |  |
| --- | --- |
| T | 16 |
| x = D | y = 1/i |
| 5 | 0.0042 |
| 10 | 0.0062 |
| 15 | 0.0078 |
| 20 | 0.009 |
| 30 | 0.0119 |
| 40 | 0.0147 |
| 60 | 0.0208 |
| 80 | 0.0263 |
| 100 | 0.0313 |
| 120 | 0.0357 |
|  |  |
| a1 | 0.0035 |
| b1 | 0.0003 |
| a  | 3571.4 |
| b  | 12.643 |
|  |  |
| T | 16 |
| i max | 124.69 |

1. CUESTIONARIO

3.1 Dado el registro de lluvias máximas (Tabla 3), ocurridas en el periodo 1989 – 2000, para 1, 2, 3, 4 y 5 días de lluvias consecutivas. Dibujar las curvas que permiten determinar las precipitaciones máximas para 1, 2, 3, 4 y 5 días consecutivos, para periodos de retorno de T = 5, 10 y 50 años.

 TABLA 3

|  |  |
| --- | --- |
| AÑO | PRECIPITACION ( mm ) |
| 1 día | 2 días | 3 días | 4 días | 5 días |
| 1989 | 77 | 83 | 104 | 114 | 134 |
| 1990 | 60 | 66 | 81 | 94 | 98 |
| 1991 | 66 | 65 | 77 | 86 | 125 |
| 1992 | 39 | 62 | 82 | 108 | 121 |
| 1993 | 70 | 76 | 76 | 78 | 110 |
| 1994 | 66 | 75 | 77 | 115 | 118 |
| 1995 | 67 | 68 | 96 | 99 | 104 |
| 1996 | 59 | 60 | 63 | 79 | 90 |
| 1997 | 83 | 98 | 110 | 112 | 124 |
| 1998 | 89 | 91 | 91 | 94 | 102 |
| 1999 | 77 | 102 | 102 | 118 | 140 |
| 2000 | 76 | 100 | 109 | 114 | 130 |

3.2 Usando la formula de Talbot y los datos del ejercicio 3.1, hallar la ecuación para el periodo de retorno de 5 años.