# ANEXO 2: ESTUDIO PLUVIOMÉTRICO

**Estudio Hidrológico y de Inundabilidad del Río Campanillas y Análisis de Soluciones Técnicas para Paliar los Efectos de sus Avenidas**

# Índice

**Índice** **3**

**Índice de Tablas** **5**

**Índice de Figuras** **5**

**1 Introducción** **7**

**2 Tratamiento y Contraste de la Información** **7**

*2.1. Series de precipitaciones diarias* *7*

2.1.1 Relleno de las series 7

2.1.2 Módulos pluviómetricos anuales medios 8

2.1.3 Análisis de dobles masas 9

**3 Determinación de Precipitaciones Máximas Diarias** **11**

*3.1. Ajustes de funciones de máximos* *11*

**4 Precipitaciones máximas asociadas a subcuencas** **37**

**5 Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia** **39**

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Módulos pluviométricos anuales medios de todas las estaciones empleadas en el estudio 9

Tabla 2-2 Precipitaciones totales anuales acumuladas, análisis de dobles masas 9

Tabla 3-1 Valores de $\bar{y}$ y $\sigma *$, Libro de Ingeniería Hidrológica, de los profesores Leonardo S. Nanía y Manuel Gómez Valentín 11

Tabla 3-2 Valores de los coeficientes ai 12

Tabla 3-3 Valores de los coeficientes bj 13

Tabla 3-4 Precipitación máxima diaria (mm) resultado del ajuste extremal de cada estación pluviométrica 36

Tabla 4-1 Características subcuencas río Campanillas 38

Tabla 4-2 Superficie de influencia de cada estación sobre las subcuencas del río Campanillas 38

Tabla 4-3 Precipitación máxima diaria obtenida del ajuste extremal de cada estación pluviométrica 38

Tabla 4-4 Precipitaciones máximas diaria por subcuencas promediadas en superficie por los polígonos de Thiessen 38

Tabla 5-1 Precipitación máxima diaria promediada en el total de la superficie de la cuenca del río Campanillas 39

Tabla 5-2 Curvas IDF para los diferentes periodos de retorno 40

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Análisis de dobles masas de las estaciones empleadas en el completado de series pluviométricas 10

Figura 3-1 Resultados del ajuste extremal - Precipitación máxima asociada a cada periodo de retorno 36

Figura 4-1 Polígonos de Thiessen 37

Figura 6-1 Coeficiente I1/Id, Norma 5.2-IC Ministerio de Fomento, 2016 40

# 1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo es la determinación del régimen extremal de lluvias en la cuenca de estudio, estableciendo las tormentas de diseño asociadas a cada período de retorno: Estas tormentas de diseño serán posteriormente aplicadas al modelo hidrológico desarrollado, para así obtener los caudales circulantes por la red fluvial. Por tanto se procede a mostrar todos los cálculos realizados que completan las explicaciones detallas en la memoria del presente estudio.

# 2 TRATAMIENTO Y CONTRASTE DE LA INFORMACIÓN

## 2.1. Series de precipitaciones diarias

### 2.1.1 Relleno de las series

Para no descartar series de longitud considerable por la falta de algunos de sus datos, se ha efectuado una labor de rellenado de las series diarias siguiendo la siguiente formulación:

$$P_x = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{N_x}{N_i} \cdot P_i$$

Siendo:

Pi es la precipitación en la estación i empleada para el completado

Ni es el módulo pluviométrico anual medio de la estación i empleada para el completado.

Nx es el modulo pluviométrico anual medio de la estación x a completar.

Px es precipitación estimada

n es el número de estaciones que se emplean para el completado de la serie de la estación x.

El modulo pluviométrico annual medio se define como la media artimética de las precipitaciones anuales en una serie de años.

Durante este proceso, se han elegido, al menos, las dos estaciones más próximas a la completada que cuenten con un registro que permita una estimación estadísticamente fiable. En este sentido, las estaciones utilizadas para la creación de la estación base comentada en el apartado siguiente, poseen registros de precipitación desde 1943 (estación 6155A), desde 1949 (estación 6132) y desde 1962 (estación 6097E) en adelante.

El proceso de completado se ha realizado desde la fecha de puesta en marcha del pluviómetro hasta 2007, puesto que las series recopiladas para este proyecto contaban con información hasta dicha fecha, y dado que en términos generales las series son de una longitude appreciable.

En el Apéndice 3 se presentan los valores mensuales de la precipitación total y máxima diaria obtenidos de las series diarias completadas.

### 2.1.2 Módulos pluviómetricos anuales medios

A partir de los registros disponibles se ha obtenido en primer lugar la precipitación total mensual de cada año de todas las estaciones, las empleadas para describir pluviométricamente la cuenca y las otras tres usadas para el completado de las series. Dicho cálculo se adjunta en el Apéndice 2 Precipitación total mensual.

A partir de esta operación, el módulo pluviométrico se obtiene como la media aritmética de las precipitaciones anuales en la serie de años disponible de forma completa de cada estación

A continuación se muestran los valores obtenidos de las precipitaciones mensuales medias para los años de los registros de cada estación y su correspondiente módulo pluviométrico annual medio.

***Estaciones para caracterizar pluviométricamente la cuenca del río Campanillas:***

**Estación 6150U**

| **Precipitación media mensual (mm)** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Enero** | **Febrero** | **Marzo** | **Abril** | **Mayo** | **Junio** | **Julio** | **Agosto** | **Septiembre** | **Octubre** | **Noviembre** | **Diciembre** |
| 111,12 | 92,64 | 59,27 | 61,36 | 37,51 | 6,80 | 0,93 | 9,46 | 27,89 | 81,39 | 167,95 | 119,87 |
| **Módulo pluviométrico anual medio (mm)** | | | | | | | | | | | |
| 776,20 | | | | | | | | | | | |

**Estación 6152E**

| **Precipitación media mensual (mm)** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Enero** | **Febrero** | **Marzo** | **Abril** | **Mayo** | **Junio** | **Julio** | **Agosto** | **Septiembre** | **Octubre** | **Noviembre** | **Diciembre** |
| 82,6 | 61,2 | 50,9 | 54,7 | 40,0 | 17,4 | 3,5 | 6,7 | 27,1 | 65,6 | 83,1 | 101,4 |
| **Módulo pluviométrico anual medio (mm)** | | | | | | | | | | | |
| 594,13 | | | | | | | | | | | |

**Estación 6160**

| **Precipitación media mensual (mm)** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Enero** | **Febrero** | **Marzo** | **Abril** | **Mayo** | **Junio** | **Julio** | **Agosto** | **Septiembre** | **Octubre** | **Noviembre** | **Diciembre** |
| 86,7 | 46,0 | 52,0 | 45,8 | 32,5 | 11,5 | 3,4 | 9,2 | 24,1 | 56,3 | 95,3 | 91,8 |
| **Módulo pluviométrico anual medio (mm)** | | | | | | | | | | | |
| 554,51 | | | | | | | | | | | |

**Estación 6153**

| **Precipitación media mensual (mm)** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Enero** | **Febrero** | **Marzo** | **Abril** | **Mayo** | **Junio** | **Julio** | **Agosto** | **Septiembre** | **Octubre** | **Noviembre** | **Diciembre** |
| 72,88 | 61,08 | 54,01 | 45,71 | 34,88 | 9,19 | 0,30 | 8,73 | 17,56 | 60,30 | 91,78 | 109,00 |
| **Módulo pluviométrico anual (mm)** | | | | | | | | | | | |
| 565,41 | | | | | | | | | | | |

***Estaciones para el completado de las series:***

**Estación 6155A**

| **Precipitación media mensual (mm)** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Enero** | **Febrero** | **Marzo** | **Abril** | **Mayo** | **Junio** | **Julio** | **Agosto** | **Septiembre** | **Octubre** | **Noviembre** | **Diciembre** |
| 74,46 | 65,68 | 62,97 | 41,59 | 25,52 | 9,02 | 1,10 | 5,20 | 23,15 | 53,04 | 89,54 | 89,62 |
| **Módulo pluviométrico anual medio (mm)** | | | | | | | | | | | |
| 540,89 | | | | | | | | | | | |

**Estación 6132**

| **Precipitación media mensual (mm)** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Enero** | **Febrero** | **Marzo** | **Abril** | **Mayo** | **Junio** | **Julio** | **Agosto** | **Septiembre** | **Octubre** | **Noviembre** | **Diciembre** |
| 68,58 | 49,68 | 59,01 | 46,65 | 26,62 | 3,55 | 0,43 | 10,97 | 22,42 | 45,86 | 82,96 | 88,71 |
| **Módulo pluviométrico anual medio (mm)** | | | | | | | | | | | |
| 505,43 | | | | | | | | | | | |

**Estación 6097E**

| **Precipitación media mensual (mm)** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Enero** | **Febrero** | **Marzo** | **Abril** | **Mayo** | **Junio** | **Julio** | **Agosto** | **Septiembre** | **Octubre** | **Noviembre** | **Diciembre** |
| 66,53 | 65,23 | 55,86 | 53,79 | 43,48 | 16,25 | 3,91 | 4,71 | 27,25 | 60,13 | 85,65 | 93,90 |
| **Módulo pluviométrico anual medio (mm)** | | | | | | | | | | | |
| 576,69 | | | | | | | | | | | |

Tabla 2-1 Módulos pluviométricos anuales medios de todas las estaciones empleadas en el estudio

### 2.1.3 Análisis de dobles masas

Mediante el análisis de dobles masas se persigue contrastar la fiabilidad de las lecturas de las estaciones adoptadas, a partir de la comparación de los valores totales anuales, de forma que se puedan detectar cambios de tendencia achacables a defectos de medición.

Por tanto, se ha calculado las precipitaciones totales anuales acumuladas de los años de los registros en los que coinciden las tres estaciones con las que se realizará el completado, mostrándose el cálculo en la siguiente tabla.

Tabla 2-2 Precipitaciones totales anuales acumuladas, análisis de dobles masas

| | **Total anual** | | | **Total anual acumulado** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Años** | **6155A** | **6132** | **6097E** | **6155A** | **6132** | **6097E** |
| 1968 | 576,2 | 456,2 | 588,1 | 576,2 | 456,2 | 588,1 |
| 1971 | 724,1 | 551,1 | 650,6 | 1300,3 | 1007,3 | 1238,7 |
| 1983 | 410,8 | 348,8 | 431,9 | 1711,1 | 1356,1 | 1670,6 |
| 1984 | 508,3 | 378 | 560,2 | 2219,4 | 1734,1 | 2230,8 |
| 1987 | 618,5 | 607,5 | 664,5 | 2837,9 | 2341,6 | 2895,3 |
| 1988 | 441,7 | 526 | 570,5 | 3279,6 | 2867,6 | 3465,8 |
| 1993 | 431,5 | 466,5 | 494,6 | 3711,1 | 3334,1 | 3960,4 |
| 1994 | 298,9 | 248 | 386,2 | 4010 | 3582,1 | 4346,6 |
| 1996 | 1155 | 1052,4 | 1028,5 | 5165 | 4634,5 | 5375,1 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1997 | 894,2 | 715,5 | 747,5 | 6059,2 | 5350 | 6122,6 |
| 1999 | 287,2 | 254,5 | 448,1 | 6346,4 | 5604,5 | 6570,7 |
| 2000 | 455,4 | 569 | 510,9 | 6801,8 | 6173,5 | 7081,6 |
| 2002 | 500,6 | 363,5 | 491 | 7302,4 | 6537 | 7572,6 |
| 2003 | 776,2 | 845,5 | 604,3 | 8078,6 | 7382,5 | 8176,9 |
| 2006 | 556,8 | 461,5 | 542,6 | 8635,4 | 7844 | 8719,5 |

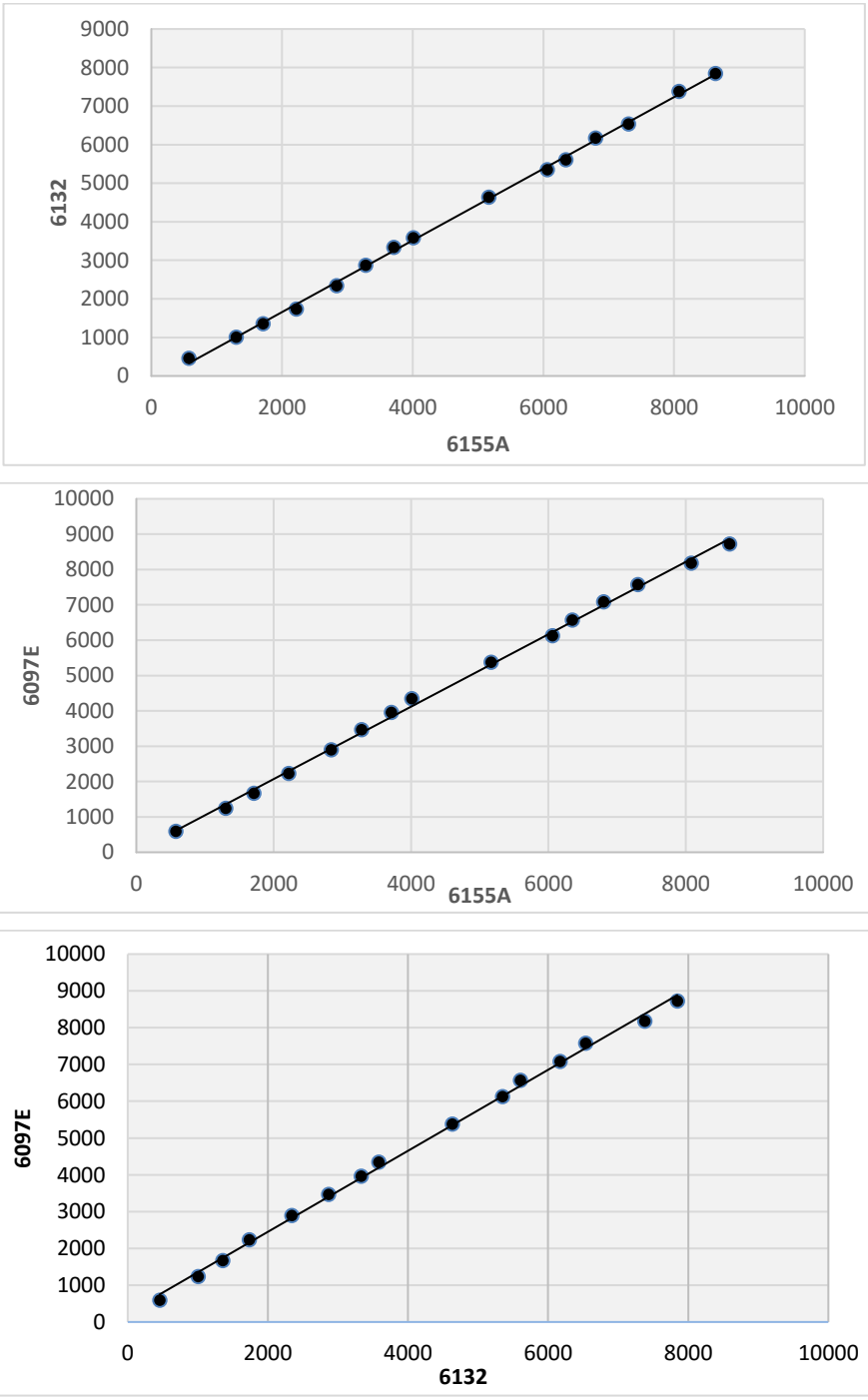



Figura 2-1 Análisis de dobles masas de las estaciones empleadas en el completado de series pluviométricas

Por tanto, comparando las tres estaciones elegidas para realizar el completado, se observa que son correlativas entre sí, de modo que representan de forma fiable la tendencia media de las precipitaciones anuales en la zona de studio y son una buena elección para realizar el completado de las series de las estaciones tomadas para caracterizar pluviométricamente la cuenca del río Campanillas.

# 3 DETERMINACIÓN DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS DIARIAS

## 3.1. Ajustes de funciones de máximos

Para las series de precipitaciones máximas diarias finalmente aceptadas, se han realizado los siguientes ajustes de funciones de máximos.

- **GUMBEL:**

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha\cdot(x-u)}}$$

La precipitación calculada se ha obtenido a través del ajuste de la función de Gumbel, realizado del siguiente modo.

$$-Ln\,F = e^{-\alpha(x-u)}$$

$$Ln\frac{1}{F} = e^{-\alpha(x-u)}$$

$$Ln\left(Ln\frac{1}{F}\right) = -\alpha(x-u)$$

$$Y = -\alpha x + \alpha u \text{ (ajuste lineal)}$$

Precipitación calculada:

$$x = u - \frac{Ln\left(Ln\frac{1}{F}\right)}{\alpha}$$

$$\alpha = \frac{\sigma}{\sigma^*}$$

$$u = \mu - \bar{y}\cdot\frac{\sigma}{\sigma^*}$$

Para hacer uso del ajuste planteado, se emplea la siguiente tabla que proporciona los valores de los parámetros $\bar{y}$ y $\sigma^*$a partir del número de años del registro de las series de precipitaciones de cada estación.

Tabla 3-1 Valores de $\bar{y}$ y $\sigma^*$, Libro de Ingeniería Hidrológica, de los profesores Leonardo S. Nanía y Manuel Gómez Valentín

| N | $\bar{y}$ | $\sigma^*$ | N | $\bar{y}$ | $\sigma^*$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 0,4967 | 0,9573 | 35 | 0,5403 | 1,1285 |
| 11 | 0,4996 | 0,9676 | 36 | 0,5410 | 1,1313 |
| 12 | 0,5039 | 0,9833 | 37 | 0,5418 | 1,1339 |
| 13 | 0,5070 | 0,9971 | 38 | 0,5424 | 1,1363 |
| 14 | 0,5100 | 1,0094 | 39 | 0,5430 | 1,1388 |
| 15 | 0,5128 | 1,0206 | 40 | 0,5436 | 1,1413 |
| 16 | 0,5154 | 1,0306 | 41 | 0,5442 | 1,1436 |
| 17 | 0,5176 | 1,0396 | 42 | 0,5448 | 1,1458 |
| 18 | 0,5198 | 1,048 | 43 | 0,5453 | 1,148 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 19 | 0,5202 | 1,0544 | 44 | 0,5458 | 1,1499 |
| 20 | 0,5236 | 1,0628 | 45 | 0,5463 | 1,1519 |
| 21 | 0,5252 | 1,0696 | 46 | 0,5468 | 1,1538 |
| 22 | 0,5268 | 1,0754 | 47 | 0,5473 | 1,1557 |
| 23 | 0,5283 | 1,0811 | 48 | 0,5477 | 1,1574 |
| 24 | 0,5296 | 1,0864 | 49 | 0,5481 | 1,159 |
| 25 | 0,5309 | 1,0915 | 50 | 0,5485 | 1,1607 |
| 26 | 0,532 | 1,0961 | 55 | 0,5504 | 1,1681 |
| 27 | 0,5332 | 1,1004 | 60 | 0,5521 | 1,1747 |
| 28 | 0,5343 | 1,1047 | 65 | 0,5535 | 1,1803 |
| 29 | 0,5353 | 1,1086 | 70 | 0,5548 | 1,1854 |
| 30 | 0,5362 | 1,1124 | 75 | 0,5559 | 1,1898 |
| 31 | 0,5371 | 1,1159 | 80 | 0,5569 | 1,1938 |
| 32 | 0,538 | 1,1193 | 85 | 0,5578 | 1,1973 |
| 33 | 0,5388 | 1,1226 | 90 | 0,5586 | 1,2007 |
| 34 | 0,5396 | 1,1255 | 100 | 0,5600 | 1,2065 |

– **SQRT-ET máx:**

La función distribución acumulada puede expresarse del siguiente modo:

$$F(x) = e^{\left[-k\left(1+\sqrt{\alpha x}\right)\cdot e^{-\sqrt{\alpha x}}\right]}$$

donde k es el parámetro de frecuencia y α el parámetro de escala. Estos parámetros no se pueden obtener de una manera fácil y directa, como en la distribución de Gumbel. Para hacer más sencilla su aplicación, existen procedimientos desarrollados por distintos autores como el propuesto por Zorraquino (2000), el cual consta de los siguientes pasos:

1) Determinación del coeficiente de variación:

$$CV = \frac{\sigma}{\mu}$$

2) En función del coeficiente de variación (rango de aplicabilidad entre 0.19 y 0.99) puede hallarse el factor k como el siguiente polinomio:

$$k = e^{\left[\sum \alpha_i [\ln(CV)]^i\right]}$$

donde los coeficientes $\alpha_i$ se definen a través de la siguiente tabla en función de si CV pertenece a algunos de los 3 tramos siguiente: tramo 1, cuando $0.19<CV\leq 0.30$;Tramo 2, cuando $0.30<CV\leq 0.70$, y tramo 3 cuando $0.70<CV\leq 0.99$.

Tabla 3-2 Valores de los coeficientes $a_i$

| | Tramo 1 | Tramo 2 | Tramo 3 |
|---|---|---|---|
| $a_0$ | -3978.19 | 1.801513 | 1.318615 |
| $a_1$ | -18497.5 | 2.473761 | -3.16463 |
| $a_2$ | -35681.4 | 23.5562 | -1.59552 |
| $a_3$ | -36581.5 | 49.95727 | -6.26911 |
| $a_4$ | -21017.8 | 59.77564 | -11.3177 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $a_5$ | -6471.12 | 35.69588 | -22.6976 |
| $a_6$ | -813.381 | 8.505713 | -22.0663 |

3) El parámetro α puede estimarse como:

$$\alpha = \frac{k}{1 - e^{-k}} \cdot \frac{I_1}{2\bar{x}}$$

donde la integral $I_1$se obtiene en base a los mismos tramos definidos anteriormente mediante el coeficiente de variación, con la siguiente expresión:

$$I_1 = e^{[\sum b_j [\ln(k)]^j]}$$

Donde los coeficientes $b_j$ pueden obtenerse de la siguiente tabla.

Tabla 3-3 Valores de los coeficientes $b_j$

| | Tramo 1 | Tramo 2 | Tramo 3 |
|---|---|---|---|
| $b_0$ | -0.93151 | 2.342697 | 2.307319 |
| $b_1$ | 2.156709 | -0.14978 | -0.13667 |
| $b_2$ | -0.77977 | -0.09931 | -0.07504 |
| $b_3$ | 0.112962 | 0.003444 | -0.01346 |
| $b_4$ | -0.00934 | 0.001014 | 0.003228 |
| $b_5$ | 0.000412 | -0.00014 | 0.000521 |
| $b_6$ | $-7.5\text{x}10^{-6}$ | $5.495\text{x}10^{-6}$ | -0.00014 |

La precipitación calculada x se ha obtenido buscando objetivo para un valor de la función de distribución igual a la frecuencia F.

De esta forma, para cada ley estadística se han obtenido los caudales máximos para periodos de retorno de 10, 100, 500 y 1000 años, así como bondad de ajuste según el test de Kolmogorov.

– **Test de Kolmogorov-Smirnoff:**

El estadístico Smirnoff Kolmogorov ($D_{max}$) considera la desviación de la función de distribución de probabilidades de la muestra ($F_{gumbel}(x)$, $F_{SQRT}(x)$) de la función de probabilidades teórica (F). Se trata de una prueba estadística de bondad del ajuste en la que se calcula un estimador y se compara con un valor tabulado (Da) para determinar si el ajuste es adecuado o no.

$$D_{max} = \max\left(\left(F = \frac{n}{N+1}\right) - \left(Fgumbel(x), FSQRT(x)\right)\right)$$

La prueba requiere que el valor $D_{max}$ calculado con la expresión anterior sea menor que el valor tabulado $D_a$ para un nivel de probabilidad requerido.

A continuación, se muestran gráficos de los resultados obtenidos del ajuste de máxima lluvia extremal realizado por las funciones de Gumbel y SQRT-ETmax, además del mencionado test que certifica la bondad del ajuste.

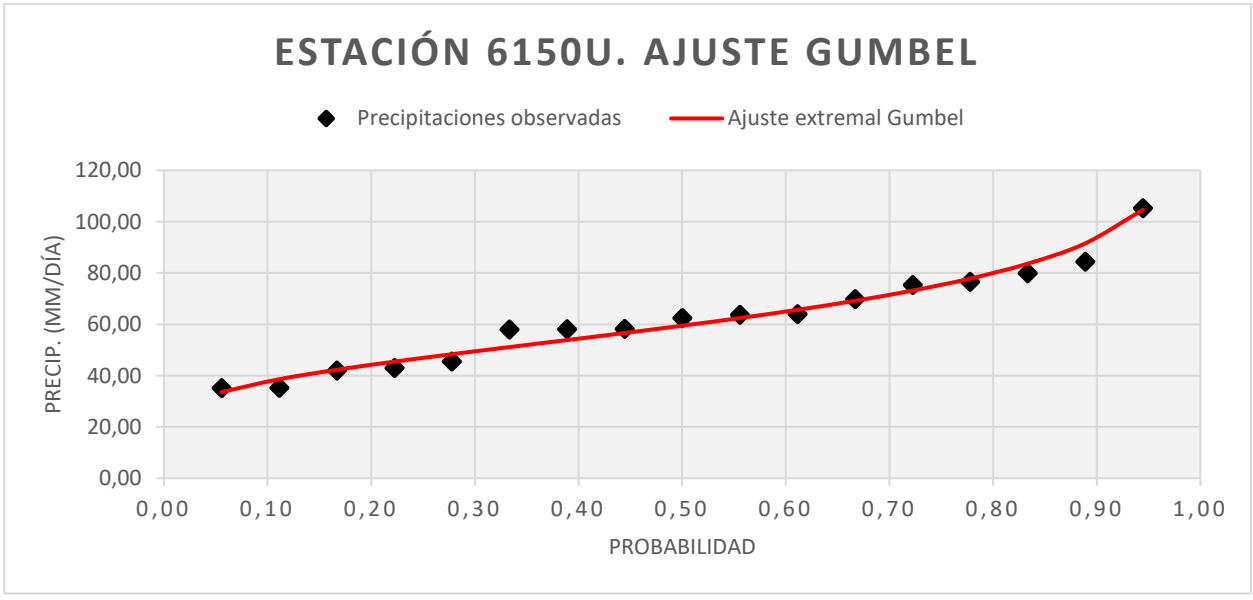
***Calculo de ajustes de máximos GUMBEL:***

**AJUSTE DE DISTRIBUCION GUMBEL – Estación 6150U**

| n | Precip. Observada xi | F=n/(N+1) | [μ-xi] | [μ-xi]^2 | Fgumbel | Precip. Calculada x |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 35,20 | 0,056 | 27,00 | 728,83 | 0,0707 | 33,63 |
| 2 | 35,30 | 0,111 | 26,90 | 723,44 | 0,0717 | 38,59 |
| 3 | 42,00 | 0,167 | 20,20 | 407,91 | 0,1621 | 42,28 |
| 4 | 43,09 | 0,222 | 19,11 | 365,23 | 0,1802 | 45,45 |
| 5 | 45,60 | 0,278 | 16,60 | 275,46 | 0,2251 | 48,35 |
| 6 | 58,00 | 0,333 | 4,20 | 17,61 | 0,4716 | 51,13 |
| 7 | 58,20 | 0,389 | 4,00 | 15,98 | 0,4756 | 53,87 |
| 8 | 58,30 | 0,444 | 3,90 | 15,19 | 0,4775 | 56,62 |
| 9 | 62,50 | 0,500 | -0,30 | 0,09 | 0,5565 | 59,46 |
| 10 | 63,70 | 0,556 | -1,50 | 2,26 | 0,5778 | 62,45 |
| 11 | 64,00 | 0,611 | -1,80 | 3,25 | 0,5831 | 65,65 |
| 12 | 69,86 | 0,667 | -7,66 | 58,74 | 0,6770 | 69,17 |
| 13 | 75,30 | 0,722 | -13,10 | 171,69 | 0,7491 | 73,14 |
| 14 | 76,60 | 0,778 | -14,40 | 207,45 | 0,7643 | 77,82 |
| 15 | 80,00 | 0,833 | -17,80 | 316,95 | 0,8003 | 83,63 |
| 16 | 84,40 | 0,889 | -22,20 | 492,98 | 0,8397 | 91,53 |
| 17 | 105,30 | 0,944 | -43,10 | 1857,88 | 0,9465 | 104,61 |
| 100 | | 0,990 | | | | 136,24 |
| 500 | | 0,998 | | | | 165,29 |
| 1000 | | 0,999 | | | | 177,83 |

**PARÁMETROS**

| | | |
|---|---|---|
| **N** | 17 | |
| **μ** | 62,20 | |
| **$\sigma^2$** | 353,8 | |
| **σ** | 18,8098 | |
| **α** | 0,055 | |
| **σ*** | 1,0396 | *(Tabla)* |
| **ȳ** | 0,5176 | *(Tabla)* |
| **u** | 52,8318 | |



**Test de Kolmogorov-Smirnoff**

| | |
|---|---|
| *1* | 0,015 |
| *2* | 0,039 |
| *3* | 0,005 |
| *4* | 0,042 |
| *5* | 0,053 |
| *6* | 0,138 |
| *7* | 0,087 |
| *8* | 0,033 |
| *9* | 0,057 |
| *10* | 0,022 |
| *11* | 0,028 |
| *12* | 0,010 |
| *13* | 0,027 |
| *14* | 0,014 |
| *15* | 0,033 |
| *16* | 0,049 |
| *17* | 0,002 |

| $D_{MÁX}$ | < | $D_{\alpha}$ (95%) |
|---|---|---|
| 0,138 | | 0,243 |

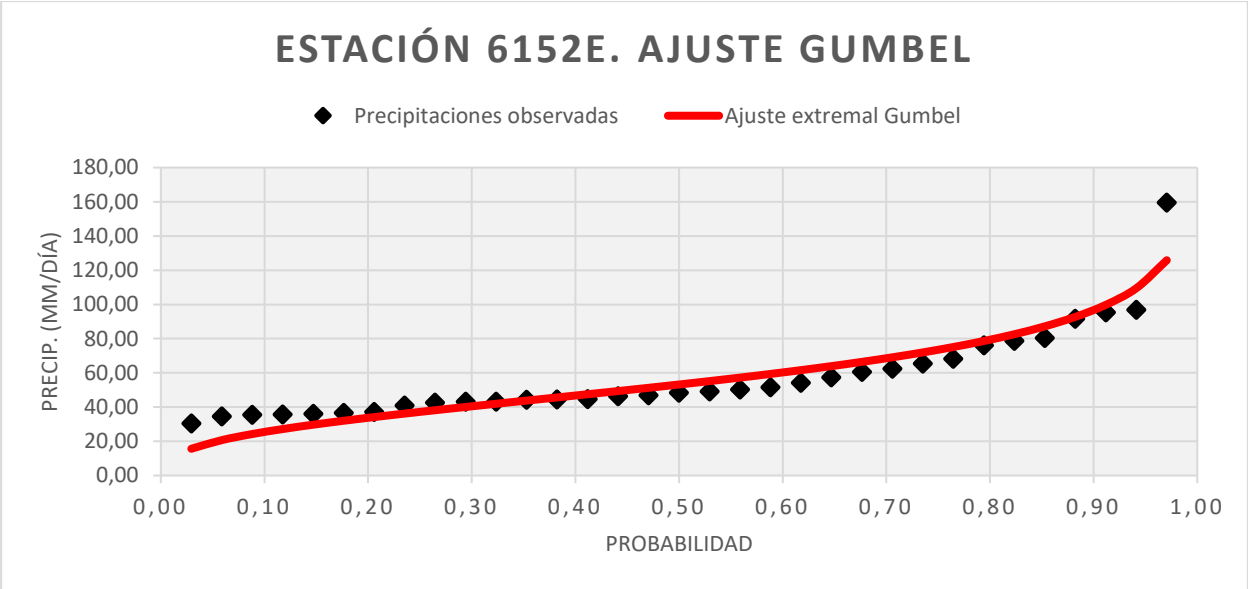
ACEPTABLE

## AJUSTE DE DISTRIBUCION GUMBEL – Estación 6152E

| n | Precip. Observada xi | F=n/(N+1) | [μ-xi] | [μ-xi]^2 | Fgumbel | Precip. Calculada x |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 30,40 | 0,029 | 26,79 | 717,45 | 0,1555 | 15,64 |
| 2 | 34,60 | 0,059 | 22,59 | 510,09 | 0,2119 | 20,69 |
| 3 | 35,40 | 0,088 | 21,79 | 474,60 | 0,2234 | 24,26 |
| 4 | 35,60 | 0,118 | 21,59 | 465,92 | 0,2263 | 27,17 |
| 5 | 36,04 | 0,147 | 21,15 | 447,13 | 0,2328 | 29,72 |
| 6 | 36,50 | 0,176 | 20,69 | 427,88 | 0,2396 | 32,02 |
| 7 | 37,10 | 0,206 | 20,09 | 403,42 | 0,2485 | 34,17 |
| 8 | 40,90 | 0,235 | 16,29 | 265,21 | 0,3069 | 36,21 |
| 9 | 42,60 | 0,265 | 14,59 | 212,73 | 0,3338 | 38,17 |
| 10 | 43,10 | 0,294 | 14,09 | 198,39 | 0,3417 | 40,08 |
| 11 | 43,10 | 0,324 | 14,09 | 198,39 | 0,3417 | 41,95 |
| 12 | 44,20 | 0,353 | 12,99 | 168,62 | 0,3592 | 43,81 |
| 13 | 44,40 | 0,382 | 12,79 | 163,46 | 0,3624 | 45,65 |
| 14 | 44,60 | 0,412 | 12,59 | 158,39 | 0,3656 | 47,50 |
| 15 | 46,30 | 0,441 | 10,89 | 118,49 | 0,3927 | 49,37 |
| 16 | 46,80 | 0,471 | 10,39 | 107,85 | 0,4006 | 51,27 |
| 17 | 48,40 | 0,500 | 8,79 | 77,18 | 0,4259 | 53,21 |
| 18 | 49,10 | 0,529 | 8,09 | 65,37 | 0,4369 | 55,19 |
| 19 | 50,30 | 0,559 | 6,89 | 47,41 | 0,4556 | 57,25 |
| 20 | 51,56 | 0,588 | 5,62 | 31,61 | 0,4751 | 59,38 |
| 21 | 54,10 | 0,618 | 3,09 | 9,52 | 0,5133 | 61,60 |
| 22 | 57,34 | 0,647 | -0,15 | 0,02 | 0,5601 | 63,95 |
| 23 | 60,50 | 0,676 | -3,31 | 10,99 | 0,6032 | 66,44 |
| 24 | 62,40 | 0,706 | -5,21 | 27,19 | 0,6278 | 69,10 |
| 25 | 65,40 | 0,735 | -8,21 | 67,48 | 0,6644 | 71,98 |
| 26 | 68,20 | 0,765 | -11,01 | 121,32 | 0,6962 | 75,13 |
| 27 | 76,00 | 0,794 | -18,81 | 353,99 | 0,7723 | 78,63 |
| 28 | 78,70 | 0,824 | -21,51 | 462,88 | 0,7947 | 82,59 |
| 29 | 80,40 | 0,853 | -23,21 | 538,92 | 0,8077 | 87,20 |
| 30 | 91,50 | 0,882 | -34,31 | 1177,50 | 0,8763 | 92,73 |
| 31 | 95,40 | 0,912 | -38,21 | 1460,37 | 0,8945 | 99,75 |
| 32 | 96,77 | 0,941 | -39,59 | 1567,14 | 0,9003 | 109,47 |
| 33 | 159,40 | 0,971 | -102,21 | 10447,86 | 0,9930 | 125,83 |
| 100 | | 0,990 | | | | 151,20 |
| 500 | | 0,998 | | | | 188,28 |
| 1000 | | 0,999 | | | | 204,27 |

**PARÁMETROS**

| | | |
|---|---|---|
| **N** | 33 | |
| **μ** | 57,19 | |
| **$\sigma^2$** | 672,0 | |
| **σ** | 25,92 | |
| **α** | 0,043 | |
| **σ*** | 1,1226 | **(Tabla)* |
| **ȳ** | 0,5388 | **(Tabla)* |
| **u** | 44,7431 | |




**Test de Kolmogorov-Smirnoff**

| | |
|---|---|
| *1* | 0,126 |
| *2* | 0,153 |
| *3* | 0,135 |
| *4* | 0,109 |
| *5* | 0,086 |
| *6* | 0,063 |
| *7* | 0,043 |
| *8* | 0,072 |
| *9* | 0,069 |
| *10* | 0,048 |
| *11* | 0,018 |
| *12* | 0,006 |
| *13* | 0,020 |
| *14* | 0,046 |
| *15* | 0,049 |
| *16* | 0,070 |
| *17* | 0,074 |
| *18* | 0,093 |
| *19* | 0,103 |
| *20* | 0,113 |
| *21* | 0,104 |
| *22* | 0,087 |
| *23* | 0,073 |
| *24* | 0,078 |
| *25* | 0,071 |
| *26* | 0,069 |
| *27* | 0,022 |
| *28* | 0,029 |
| *29* | 0,045 |
| *30* | 0,006 |
| *31* | 0,017 |
| *32* | 0,041 |

| $D_{MÁX}$ | < | $D_{\alpha}$ (95%) |
|---|---|---|
| 0,153 | | 0,174 |

ACEPTABLE

*33* 0,022

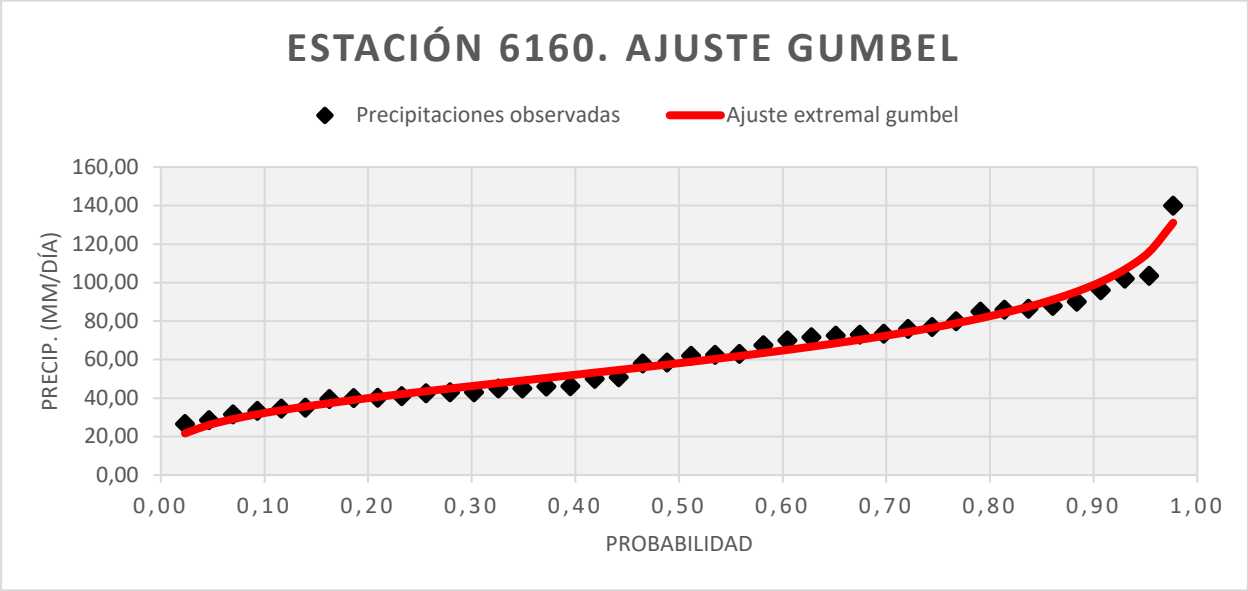
**AJUSTE DE DISTRIBUCION GUMBEL – Estación 6160**

| n | Precip. Observada xi | F=n/(N+1) | [μ-xi] | [μ-xi]^2 | Fgumbel | Precip. Calculada x |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 26,50 | 0,023 | 35,49 | 1259,72 | 0,0495 | 21,67 |
| 2 | 28,50 | 0,047 | 33,49 | 1121,75 | 0,0645 | 26,06 |
| 3 | 31,50 | 0,070 | 30,49 | 929,80 | 0,0921 | 29,12 |
| 4 | 33,30 | 0,093 | 28,69 | 823,26 | 0,1115 | 31,59 |
| 5 | 34,50 | 0,116 | 27,49 | 755,84 | 0,1256 | 33,72 |
| 6 | 35,00 | 0,140 | 26,99 | 728,60 | 0,1317 | 35,63 |
| 7 | 39,50 | 0,163 | 22,49 | 505,91 | 0,1929 | 37,38 |
| 8 | 40,00 | 0,186 | 21,99 | 483,67 | 0,2003 | 39,03 |
| 9 | 40,19 | 0,209 | 21,81 | 475,47 | 0,2031 | 40,60 |
| 10 | 41,00 | 0,233 | 20,99 | 440,69 | 0,2155 | 42,10 |
| 11 | 42,50 | 0,256 | 19,49 | 379,96 | 0,2389 | 43,56 |
| 12 | 43,00 | 0,279 | 18,99 | 360,72 | 0,2468 | 44,98 |
| 13 | 43,00 | 0,302 | 18,99 | 360,72 | 0,2468 | 46,38 |
| 14 | 45,00 | 0,326 | 16,99 | 288,75 | 0,2794 | 47,76 |
| 15 | 45,00 | 0,349 | 16,99 | 288,75 | 0,2794 | 49,13 |
| 16 | 46,00 | 0,372 | 15,99 | 255,76 | 0,2960 | 50,49 |
| 17 | 46,20 | 0,395 | 15,79 | 249,40 | 0,2993 | 51,85 |
| 18 | 50,00 | 0,419 | 11,99 | 143,82 | 0,3637 | 53,23 |
| 19 | 50,80 | 0,442 | 11,19 | 125,27 | 0,3774 | 54,61 |
| 20 | 58,00 | 0,465 | 3,99 | 15,94 | 0,4976 | 56,01 |
| 21 | 58,50 | 0,488 | 3,49 | 12,20 | 0,5057 | 57,43 |
| 22 | 62,00 | 0,512 | -0,01 | 0,00 | 0,5600 | 58,87 |
| 23 | 62,50 | 0,535 | -0,51 | 0,26 | 0,5675 | 60,36 |
| 24 | 63,00 | 0,558 | -1,01 | 1,01 | 0,5749 | 61,87 |
| 25 | 67,50 | 0,581 | -5,51 | 30,33 | 0,6381 | 63,44 |
| 26 | 70,00 | 0,605 | -8,01 | 64,12 | 0,6703 | 65,06 |
| 27 | 71,70 | 0,628 | -9,71 | 94,23 | 0,6909 | 66,74 |
| 28 | 72,50 | 0,651 | -10,51 | 110,41 | 0,7003 | 68,50 |
| 29 | 73,00 | 0,674 | -11,01 | 121,16 | 0,7060 | 70,34 |
| 30 | 73,50 | 0,698 | -11,51 | 132,42 | 0,7117 | 72,28 |
| 31 | 76,00 | 0,721 | -14,01 | 196,21 | 0,7387 | 74,34 |
| 32 | 77,00 | 0,744 | -15,01 | 225,22 | 0,7489 | 76,54 |
| 33 | 80,00 | 0,767 | -18,01 | 324,27 | 0,7775 | 78,91 |
| 34 | 85,00 | 0,791 | -23,01 | 529,34 | 0,8191 | 81,49 |
| 35 | 86,00 | 0,814 | -24,01 | 576,36 | 0,8265 | 84,33 |
| 36 | 86,50 | 0,837 | -24,51 | 600,61 | 0,8301 | 87,51 |
| 37 | 88,00 | 0,860 | -26,01 | 676,39 | 0,8406 | 91,12 |
| 38 | 90,00 | 0,884 | -28,01 | 784,42 | 0,8536 | 95,33 |
| 39 | 96,00 | 0,907 | -34,01 | 1156,51 | 0,8871 | 100,42 |
| 40 | 102,00 | 0,930 | -40,01 | 1600,60 | 0,9133 | 106,89 |
| 41 | 103,50 | 0,953 | -41,51 | 1722,87 | 0,9188 | 115,90 |
| 42 | 140,00 | 0,977 | -78,01 | 6085,16 | 0,9845 | 131,11 |

**PARÁMETROS**

| | | |
|---|---|---|
| **N** | 42 | |
| **μ** | 61,99 | |
| **$\sigma^2$** | 610,7 | |
| **σ** | 24,71 | |
| **α** | 0,046 | |
| **σ*** | 1,1458 | **(Tabla)* |
| **ȳ** | 0,5448 | **(Tabla)* |
| **u** | 50,24 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | | 0,990 | | | | 149,67 |
| 500 | | 0,998 | | | | 184,30 |
| 1000 | | 0,999 | | | | 199,24 |




**Test de Kolmogorov-Smirnoff**

| | |
|---|---|
| *1* | 0,026 |
| *2* | 0,018 |
| *3* | 0,022 |
| *4* | 0,018 |
| *5* | 0,009 |
| *6* | 0,008 |
| *7* | 0,030 |
| *8* | 0,014 |
| *9* | 0,006 |
| *10* | 0,017 |
| *11* | 0,017 |
| *12* | 0,032 |
| *13* | 0,056 |
| *14* | 0,046 |
| *15* | 0,069 |
| *16* | 0,076 |
| *17* | 0,096 |
| *18* | 0,055 |
| *19* | 0,064 |
| *20* | 0,033 |
| *21* | 0,017 |
| *22* | 0,048 |
| *23* | 0,033 |
| *24* | 0,017 |
| *25* | 0,057 |
| *26* | 0,066 |
| *27* | 0,063 |
| *28* | 0,049 |
| *29* | 0,032 |

| $D_{MÁX}$ | < | $D_{\alpha}$ (95%) |
|---|---|---|
| 0,096 | | 0,154 |

ACEPTABLE

| | |
|---|---|
| *30* | 0,014 |
| *31* | 0,018 |
| *32* | 0,005 |
| *33* | 0,010 |
| *34* | 0,028 |
| *35* | 0,013 |
| *36* | 0,007 |
| *37* | 0,020 |
| *38* | 0,030 |
| *39* | 0,020 |
| *40* | 0,017 |
| *41* | 0,035 |
| *42* | 0,008 |

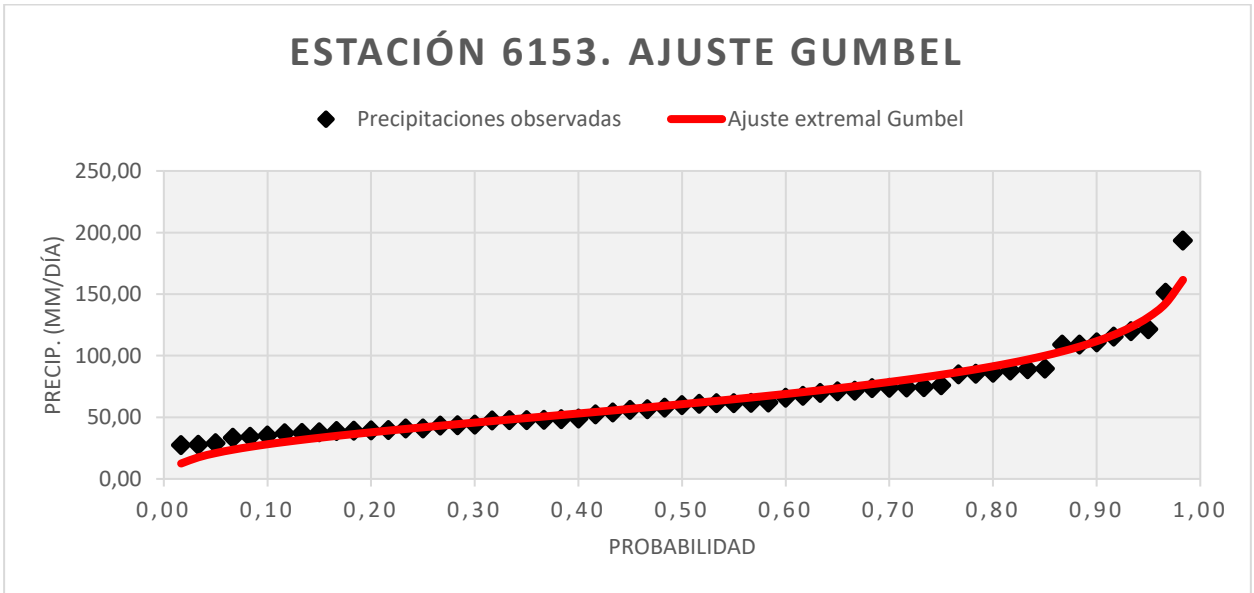
**AJUSTE DE DISTRIBUCION GUMBEL – Estación 6153**

| n | Precip. Observada xi | F=n/(N+1) | [μ-xi] | [μ-xi]^2 | Fgumbel | Precip. Calculada x |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 27,50 | 0,017 | 38,22 | 1460,63 | 0,0948 | 12,51 |
| 2 | 27,80 | 0,033 | 37,92 | 1437,79 | 0,0973 | 17,54 |
| 3 | 29,00 | 0,050 | 36,72 | 1348,23 | 0,1076 | 20,99 |
| 4 | 33,50 | 0,067 | 32,22 | 1038,01 | 0,1513 | 23,72 |
| 5 | 34,30 | 0,083 | 31,42 | 987,25 | 0,1598 | 26,06 |
| 6 | 35,20 | 0,100 | 30,52 | 931,36 | 0,1697 | 28,12 |
| 7 | 37,00 | 0,117 | 28,72 | 824,74 | 0,1902 | 30,00 |
| 8 | 37,50 | 0,133 | 28,22 | 796,27 | 0,1960 | 31,74 |
| 9 | 37,90 | 0,150 | 27,82 | 773,85 | 0,2007 | 33,38 |
| 10 | 39,00 | 0,167 | 26,72 | 713,86 | 0,2140 | 34,93 |
| 11 | 39,30 | 0,183 | 26,42 | 697,92 | 0,2176 | 36,41 |
| 12 | 39,50 | 0,200 | 26,22 | 687,39 | 0,2201 | 37,84 |
| 13 | 39,70 | 0,217 | 26,02 | 676,95 | 0,2225 | 39,22 |
| 14 | 41,00 | 0,233 | 24,72 | 610,99 | 0,2388 | 40,57 |
| 15 | 41,10 | 0,250 | 24,62 | 606,06 | 0,2400 | 41,89 |
| 16 | 43,30 | 0,267 | 22,42 | 502,58 | 0,2682 | 43,18 |
| 17 | 43,50 | 0,283 | 22,22 | 493,65 | 0,2709 | 44,45 |
| 18 | 44,10 | 0,300 | 21,62 | 467,35 | 0,2787 | 45,71 |
| 19 | 47,40 | 0,317 | 18,32 | 335,56 | 0,3226 | 46,96 |
| 20 | 47,80 | 0,333 | 17,92 | 321,06 | 0,3280 | 48,19 |
| 21 | 47,80 | 0,350 | 17,92 | 321,06 | 0,3280 | 49,43 |
| 22 | 48,00 | 0,367 | 17,72 | 313,93 | 0,3307 | 50,65 |
| 23 | 48,50 | 0,383 | 17,22 | 296,47 | 0,3375 | 51,88 |
| 24 | 49,10 | 0,400 | 16,62 | 276,16 | 0,3456 | 53,12 |
| 25 | 52,50 | 0,417 | 13,22 | 174,72 | 0,3917 | 54,35 |
| 26 | 54,10 | 0,433 | 11,62 | 134,98 | 0,4133 | 55,59 |
| 27 | 56,15 | 0,450 | 9,57 | 91,64 | 0,4407 | 56,85 |
| 28 | 56,60 | 0,467 | 9,12 | 83,14 | 0,4467 | 58,11 |
| 29 | 58,00 | 0,483 | 7,72 | 59,57 | 0,4652 | 59,39 |
| 30 | 60,00 | 0,500 | 5,72 | 32,70 | 0,4912 | 60,68 |

**PARÁMETROS**

| | | |
|---|---|---|
| **N** | 59 | |
| **μ** | 65,72 | |
| **$\sigma^2$** | 1015,1 | |
| **σ** | 31,8599 | |
| **α** | 0,037 | |
| **σ*** | 1,1747 | **(Tabla)* |
| **ȳ** | 0,5521 | **(Tabla)* |
| **u** | 50,7443 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 31 | 61,00 | 0,517 | 4,72 | 22,26 | 0,5040 | 62,00 |
| 32 | 61,50 | 0,533 | 4,22 | 17,79 | 0,5104 | 63,34 |
| 33 | 61,50 | 0,550 | 4,22 | 17,79 | 0,5104 | 64,70 |
| 34 | 61,88 | 0,567 | 3,83 | 14,70 | 0,5152 | 66,09 |
| 35 | 62,00 | 0,583 | 3,72 | 13,83 | 0,5167 | 67,51 |
| 36 | 66,00 | 0,600 | -0,28 | 0,08 | 0,5656 | 68,96 |
| 37 | 67,50 | 0,617 | -1,78 | 3,17 | 0,5833 | 70,46 |
| 38 | 69,90 | 0,633 | -4,18 | 17,49 | 0,6105 | 72,00 |
| 39 | 71,10 | 0,650 | -5,38 | 28,96 | 0,6237 | 73,58 |
| 40 | 71,60 | 0,667 | -5,88 | 34,60 | 0,6291 | 75,23 |
| 41 | 73,70 | 0,683 | -7,98 | 63,71 | 0,6512 | 76,93 |
| 42 | 74,12 | 0,700 | -8,40 | 70,60 | 0,6555 | 78,70 |
| 43 | 74,20 | 0,717 | -8,48 | 71,94 | 0,6563 | 80,56 |
| 44 | 74,50 | 0,733 | -8,78 | 77,12 | 0,6594 | 82,50 |
| 45 | 76,10 | 0,750 | -10,38 | 107,78 | 0,6753 | 84,54 |
| 46 | 85,00 | 0,767 | -19,28 | 371,79 | 0,7537 | 86,69 |
| 47 | 85,50 | 0,783 | -19,78 | 391,32 | 0,7576 | 88,98 |
| 48 | 86,20 | 0,800 | -20,48 | 419,50 | 0,7630 | 91,43 |
| 49 | 88,10 | 0,817 | -22,38 | 500,94 | 0,7771 | 94,05 |
| 50 | 89,20 | 0,833 | -23,48 | 551,39 | 0,7849 | 96,91 |
| 51 | 89,70 | 0,850 | -23,98 | 575,13 | 0,7884 | 100,02 |
| 52 | 108,99 | 0,867 | -43,28 | 1872,79 | 0,8898 | 103,47 |
| 53 | 109,13 | 0,883 | -43,41 | 1884,85 | 0,8903 | 107,35 |
| 54 | 111,00 | 0,900 | -45,28 | 2050,44 | 0,8972 | 111,78 |
| 55 | 115,50 | 0,917 | -49,78 | 2478,23 | 0,9122 | 116,97 |
| 56 | 120,00 | 0,933 | -54,28 | 2946,51 | 0,9251 | 123,26 |
| 57 | 121,50 | 0,950 | -55,78 | 3111,61 | 0,9290 | 131,30 |
| 58 | 151,20 | 0,967 | -85,48 | 7307,14 | 0,9757 | 142,53 |
| 59 | 193,60 | 0,983 | -127,88 | 16353,75 | 0,9949 | 161,56 |
| 100 | | 0,990 | | | | 175,78 |
| 500 | | 0,998 | | | | 219,32 |
| 1000 | | 0,999 | | | | 238,11 |



## Test de Kolmogorov-Smirnoff

| | |
|---|---|
| 1 | 0,078 |
| 2 | 0,064 |
| 3 | 0,058 |
| 4 | 0,085 |
| 5 | 0,076 |
| 6 | 0,070 |
| 7 | 0,073 |
| 8 | 0,063 |
| 9 | 0,051 |
| 10 | 0,047 |
| 11 | 0,034 |
| 12 | 0,020 |
| 13 | 0,006 |
| 14 | 0,005 |
| 15 | 0,010 |
| 16 | 0,002 |
| 17 | 0,012 |
| 18 | 0,021 |
| 19 | 0,006 |
| 20 | 0,005 |
| 21 | 0,022 |
| 22 | 0,036 |
| 23 | 0,046 |
| 24 | 0,054 |
| 25 | 0,025 |
| 26 | 0,020 |
| 27 | 0,009 |
| 28 | 0,020 |
| 29 | 0,018 |
| 30 | 0,009 |
| 31 | 0,013 |
| 32 | 0,023 |
| 33 | 0,040 |
| 34 | 0,051 |
| 35 | 0,067 |
| 36 | 0,034 |
| 37 | 0,033 |
| 38 | 0,023 |
| 39 | 0,026 |
| 40 | 0,038 |
| 41 | 0,032 |
| 42 | 0,045 |
| 43 | 0,060 |
| 44 | 0,074 |
| 45 | 0,075 |
| 46 | 0,013 |
| 47 | 0,026 |

| $D_{MÁX}$ | < | $D_{\alpha}$ (95%) |
|---|---|---|
| 0,085 | | 0,130 |

ACEPTABLE

| | |
|---|---|
| *48* | 0,037 |
| *49* | 0,040 |
| *50* | 0,048 |
| *51* | 0,062 |
| *52* | 0,023 |
| *53* | 0,007 |
| *54* | 0,003 |
| *55* | 0,004 |
| *56* | 0,008 |
| *57* | 0,021 |
| *58* | 0,009 |
| *59* | 0,012 |

***Cálculo de ajustes de máximos SQRT-ETmax:***

**AJUSTE DE DISTRIBUCION SQRT-ET - Estación 6150U**

| n | Precip. Observada xi | F=n/(N+1) | [µ-xi] | [µ-xi]^2 | F SQRT | Precip. Calculada x |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 35,20 | 0,0556 | 27,00 | 728,83 | 0,0551 | 39,5998 |
| 2 | 35,30 | 0,1111 | 26,90 | 723,44 | 0,1104 | 42,68 |
| 3 | 42,00 | 0,1667 | 20,20 | 407,91 | 0,1667 | 45,07 |
| 4 | 43,09 | 0,2222 | 19,11 | 365,23 | 0,2222 | 47,14 |
| 5 | 45,60 | 0,2778 | 16,60 | 275,46 | 0,2777 | 49,07 |
| 6 | 58,00 | 0,3333 | 4,20 | 17,61 | 0,3334 | 50,96 |
| 7 | 58,20 | 0,3889 | 4,00 | 15,98 | 0,3895 | 52,86 |
| 8 | 58,30 | 0,4444 | 3,90 | 15,19 | 0,4452 | 54,80 |
| 9 | 62,50 | 0,5000 | -0,30 | 0,09 | 0,4998 | 56,79 |
| 10 | 63,70 | 0,5556 | -1,50 | 2,26 | 0,5551 | 58,94 |
| 11 | 64,00 | 0,6111 | -1,80 | 3,25 | 0,6106 | 61,29 |
| 12 | 69,86 | 0,6667 | -7,66 | 58,74 | 0,6664 | 63,94 |
| 13 | 75,30 | 0,7222 | -13,10 | 171,69 | 0,7216 | 66,96 |
| 14 | 76,60 | 0,7778 | -14,40 | 207,45 | 0,7771 | 70,61 |
| 15 | 80,00 | 0,8333 | -17,80 | 316,95 | 0,8328 | 75,28 |
| 16 | 84,40 | 0,8889 | -22,20 | 492,98 | 0,8886 | 81,88 |
| 17 | 105,30 | 0,9444 | -43,10 | 1857,88 | 0,9439 | 93,19 |
| 100 | | 0,9901 | | | 0,9892 | 122,28 |
| 500 | | 0,9980 | | | 0,9972 | 148,38 |
| 1000 | | 0,9990 | | | 0,9986 | 162,63 |

**PARÁMETROS**

| | |
|---|---|
| µ | 62,20 |
| $\sigma^2$ | 353,81 |
| σ | 18,81 |
| Cv | 0,302 |

| ai | i | Tramo 2 | |
|---|---|---|---|
| | 0 | a0 | 1,801513 |
| | 1 | a1 | 2,473761 |
| | 2 | a2 | 23,5562 |
| | 3 | a3 | 49,95727 |
| | 4 | a4 | 59,77588 |
| | 5 | a5 | 35,69588 |
| | 6 | a6 | 8,505713 |

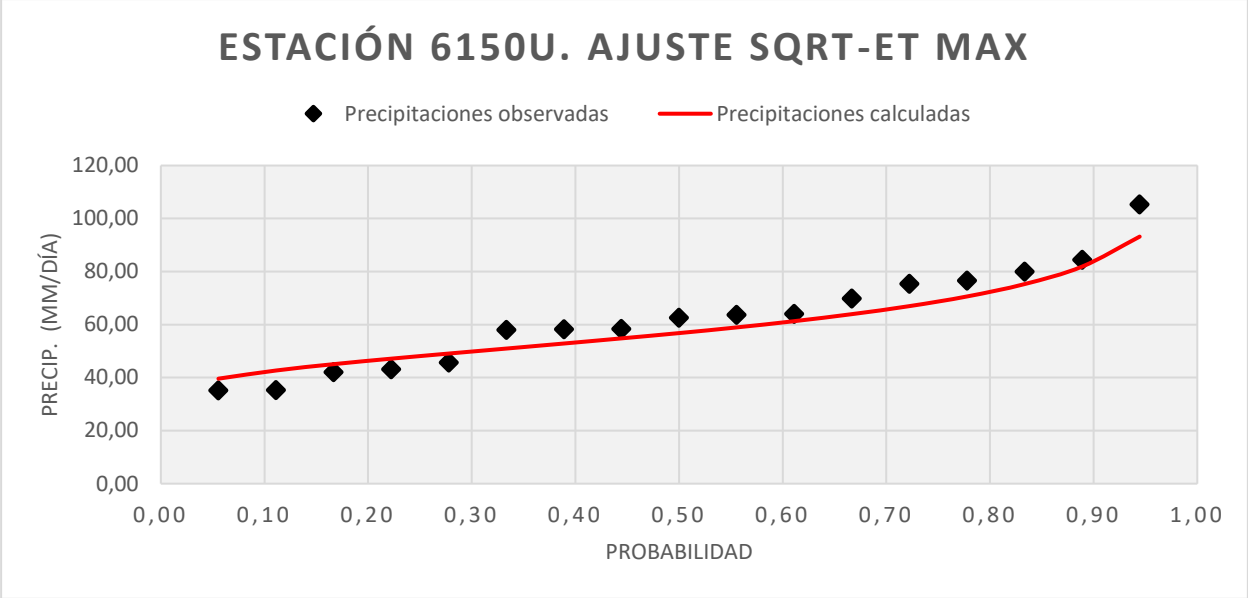
| K | i | índice exp |
|---|---|---|
| | 0 | 1,8015 |
| | 1 | -2,9584 |
| | 2 | 33,6910 |
| | 3 | -85,4500 |
| | 4 | 122,2768 |
| | 5 | -87,3254 |

| bi | i | Tramo 2 | |
|---|---|---|---|
| | 0 | b0 | 2,342697 |
| | 1 | b1 | -0,14978 |
| | 2 | b2 | -0,09931 |
| | 3 | b3 | 0,003444 |
| | 4 | b4 | 0,001014 |
| | 5 | b5 | -0,00014 |
| | 6 | b6 | 0,00000549 |

| I1 | i | índice exp |
|---|---|---|
| | 0 | 2,3427 |
| | 1 | -1,0365 |
| | 2 | -4,7562 |
| | 3 | 1,1415 |
| | 4 | 2,3258 |
| | 5 | -2,2223 |
| | 6 | 0,6031 |

| I1 | 0,2015 |
|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| | 6 | 24,8850 |
| K | 1012,7816 | |
| α | 1,6405 | |




**Test de Kolmogorov-Smirnoff**

| | |
|---|---|
| 1 | 0,000 |
| 2 | 0,001 |
| 3 | 0,000 |
| 4 | 0,000 |
| 5 | 0,000 |
| 6 | 0,000 |
| 7 | 0,001 |
| 8 | 0,001 |
| 9 | 0,000 |
| 10 | 0,000 |
| 11 | 0,001 |
| 12 | 0,000 |
| 13 | 0,001 |
| 14 | 0,001 |
| 15 | 0,001 |
| 16 | 0,000 |
| 17 | 0,001 |

| $D_{MÁX}$ | < | $D_{\alpha}$ (95%) |
|---|---|---|
| 0,001 | | 0,243 |

ACEPTABLE

**AJUSTE DE DISTRIBUCION SQRT-ET - Estación 6152E**

| n | Precip. Observada xi | F=n/(N+1) | [µ-xi] | [µ-xi]^2 | F SQRT | Precip. Calculada x |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 30,40 | 0,029 | 26,79 | 717,45 | 0,0296 | 26,12 |
| 2 | 34,60 | 0,059 | 22,59 | 510,09 | 0,0594 | 29,10 |
| 3 | 35,40 | 0,088 | 21,79 | 474,60 | 0,0884 | 31,22 |
| 4 | 35,60 | 0,118 | 21,59 | 465,92 | 0,1177 | 33,03 |
| 5 | 36,04 | 0,147 | 21,15 | 447,13 | 0,1473 | 34,66 |
| 6 | 36,50 | 0,176 | 20,69 | 427,88 | 0,1759 | 36,12 |
| 7 | 37,10 | 0,206 | 20,09 | 403,42 | 0,2051 | 37,52 |
| 8 | 40,90 | 0,235 | 16,29 | 265,21 | 0,2349 | 38,91 |
| 9 | 42,60 | 0,265 | 14,59 | 212,73 | 0,2650 | 40,28 |
| 10 | 43,10 | 0,294 | 14,09 | 198,39 | 0,2951 | 41,62 |
| 11 | 43,10 | 0,324 | 14,09 | 198,39 | 0,3235 | 42,89 |
| 12 | 44,20 | 0,353 | 12,99 | 168,62 | 0,3532 | 44,21 |
| 13 | 44,40 | 0,382 | 12,79 | 163,46 | 0,3824 | 45,53 |
| 14 | 44,60 | 0,412 | 12,59 | 158,39 | 0,4119 | 46,88 |
| 15 | 46,30 | 0,441 | 10,89 | 118,49 | 0,4412 | 48,25 |
| 16 | 46,80 | 0,471 | 10,39 | 107,85 | 0,4708 | 49,67 |
| 17 | 48,40 | 0,500 | 8,79 | 77,18 | 0,4999 | 51,12 |
| 18 | 49,10 | 0,529 | 8,09 | 65,37 | 0,5293 | 52,64 |
| 19 | 50,30 | 0,559 | 6,89 | 47,41 | 0,5588 | 54,23 |
| 20 | 51,56 | 0,588 | 5,62 | 31,61 | 0,5882 | 55,91 |
| 21 | 54,10 | 0,618 | 3,09 | 9,52 | 0,6183 | 57,72 |
| 22 | 57,34 | 0,647 | -0,15 | 0,02 | 0,6473 | 59,58 |
| 23 | 60,50 | 0,676 | -3,31 | 10,99 | 0,6765 | 61,61 |
| 24 | 62,40 | 0,706 | -5,21 | 27,19 | 0,7059 | 63,82 |
| 25 | 65,40 | 0,735 | -8,21 | 67,48 | 0,7357 | 66,28 |
| 26 | 68,20 | 0,765 | -11,01 | 121,32 | 0,7647 | 68,95 |
| 27 | 76,00 | 0,794 | -18,81 | 353,99 | 0,7941 | 72,01 |
| 28 | 78,70 | 0,824 | -21,51 | 462,88 | 0,8238 | 75,60 |
| 29 | 80,40 | 0,853 | -23,21 | 538,92 | 0,8534 | 79,84 |
| 30 | 91,50 | 0,882 | -34,31 | 1177,50 | 0,8824 | 84,96 |
| 31 | 95,40 | 0,912 | -38,21 | 1460,37 | 0,9117 | 91,72 |
| 32 | 96,77 | 0,941 | -39,59 | 1567,14 | 0,941 | 101,35 |
| 33 | 159,40 | 0,971 | -102,21 | 10447,86 | 0,970 | 118,79 |
| 100 | | 0,990 | | | 0,990 | 147,50 |
| 500 | | 0,998 | | | 0,997 | 189,51 |
| 1000 | | 0,999 | | | 0,999 | 209,02 |

## PARÁMETROS

| | |
|---|---|
| μ | 57,19 |
| $\sigma^2$ | 672,02 |
| σ | 25,92 |
| Cv | 0,453 |

| ai | i | Tramo 2 | |
|---|---|---|---|
| | 0 | a0 | 1,801513 |
| | 1 | a1 | 2,473761 |
| | 2 | a2 | 23,5562 |
| | 3 | a3 | 49,95727 |
| | 4 | a4 | 59,77588 |
| | 5 | a5 | 35,69588 |
| | 6 | a6 | 8,505713 |

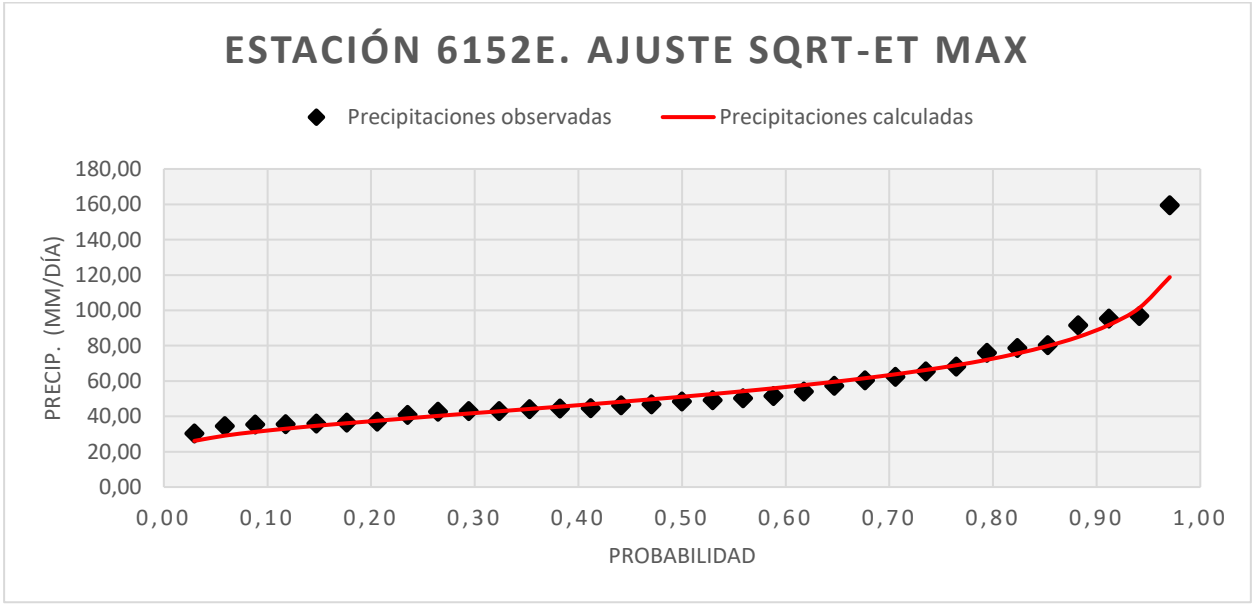
| K | i | índice exp |
|---|---|---|
| | 0 | 1,8015 |
| | 1 | -1,9571 |
| | 2 | 14,7442 |
| | 3 | -24,7385 |
| | 4 | 23,4184 |
| | 5 | -11,0639 |
| | 6 | 2,0857 |

| | |
|---|---|
| K | 72,9969 |
| α | 0,8775 |

| bi | i | Tramo 2 | |
|---|---|---|---|
| | 0 | b0 | 2,342697 |
| | 1 | b1 | -0,14978 |
| | 2 | b2 | -0,09931 |
| | 3 | b3 | 0,003444 |
| | 4 | b4 | 0,001014 |
| | 5 | b5 | -0,00014 |
| | 6 | b6 | 0,00000549 |

| I1 | i | índice exp |
|---|---|---|
| | 0 | 2,3427 |
| | 1 | -0,6426 |
| | 2 | -1,8281 |
| | 3 | 0,2720 |
| | 4 | 0,3436 |
| | 5 | -0,2035 |
| | 6 | 0,0342 |

| | |
|---|---|
| I1 | 1,3748 |



**Test de Kolmogorov-Smirnoff**

| | |
|---|---|
| *1* | 0,000 |
| *2* | 0,001 |
| *3* | 0,000 |
| *4* | 0,000 |
| *5* | 0,000 |
| *6* | 0,001 |
| *7* | 0,001 |
| *8* | 0,000 |
| *9* | 0,000 |
| *10* | 0,001 |
| *11* | 0,000 |
| *12* | 0,000 |
| *13* | 0,000 |
| *14* | 0,000 |
| *15* | 0,000 |
| *16* | 0,000 |
| *17* | 0,000 |
| *18* | 0,000 |
| *19* | 0,000 |
| *20* | 0,000 |
| *21* | 0,001 |
| *22* | 0,000 |
| *23* | 0,000 |
| *24* | 0,000 |
| *25* | 0,000 |
| *26* | 0,000 |
| *27* | 0,000 |
| *28* | 0,000 |
| *29* | 0,000 |
| *30* | 0,000 |
| *31* | 0,000 |
| *32* | 0,000 |
| *33* | 0,000 |

| $D_{MÁX}$ | < | $D_{\alpha}$ (95%) |
|---|---|---|
| 0,001 | | 0,174 |

ACEPTABLE

**AJUSTE DE DISTRIBUCION SQRT-ET - Estación 6160**

| n | Precip. Observada xi | F=n/(N+1) | [μ-xi] | [μ-xi]^2 | F SQRT | Precip. Calculada x |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 26,50 | 0,023 | 35,49 | 1259,72 | 0,0234 | 30,85 |
| 2 | 28,50 | 0,047 | 33,49 | 1121,75 | 0,0470 | 33,58 |
| 3 | 31,50 | 0,070 | 30,49 | 929,80 | 0,0705 | 35,52 |
| 4 | 33,30 | 0,093 | 28,69 | 823,26 | 0,0939 | 37,12 |
| 5 | 34,50 | 0,116 | 27,49 | 755,84 | 0,1163 | 38,47 |
| 6 | 35,00 | 0,140 | 26,99 | 728,60 | 0,1396 | 39,75 |
| 7 | 39,50 | 0,163 | 22,49 | 505,91 | 0,1628 | 40,94 |
| 8 | 40,00 | 0,186 | 21,99 | 483,67 | 0,1861 | 42,08 |
| 9 | 40,19 | 0,209 | 21,81 | 475,47 | 0,2102 | 43,21 |
| 10 | 41,00 | 0,233 | 20,99 | 440,69 | 0,2333 | 44,25 |
| 11 | 42,50 | 0,256 | 19,49 | 379,96 | 0,2562 | 45,27 |
| 12 | 43,00 | 0,279 | 18,99 | 360,72 | 0,2790 | 46,27 |
| 13 | 43,00 | 0,302 | 18,99 | 360,72 | 0,3016 | 47,25 |
| 14 | 45,00 | 0,326 | 16,99 | 288,75 | 0,3256 | 48,29 |
| 15 | 45,00 | 0,349 | 16,99 | 288,75 | 0,3489 | 49,30 |
| 16 | 46,00 | 0,372 | 15,99 | 255,76 | 0,3722 | 50,32 |
| 17 | 46,20 | 0,395 | 15,79 | 249,40 | 0,3955 | 51,35 |
| 18 | 50,00 | 0,419 | 11,99 | 143,82 | 0,4189 | 52,39 |
| 19 | 50,80 | 0,442 | 11,19 | 125,27 | 0,4424 | 53,46 |
| 20 | 58,00 | 0,465 | 3,99 | 15,94 | 0,4658 | 54,55 |
| 21 | 58,50 | 0,488 | 3,49 | 12,20 | 0,4878 | 55,59 |
| 22 | 62,00 | 0,512 | -0,01 | 0,00 | 0,5116 | 56,75 |
| 23 | 62,50 | 0,535 | -0,51 | 0,26 | 0,5349 | 57,93 |
| 24 | 63,00 | 0,558 | -1,01 | 1,01 | 0,5583 | 59,15 |
| 25 | 67,50 | 0,581 | -5,51 | 30,33 | 0,5818 | 60,42 |
| 26 | 70,00 | 0,605 | -8,01 | 64,12 | 0,6056 | 61,77 |
| 27 | 71,70 | 0,628 | -9,71 | 94,23 | 0,6280 | 63,10 |
| 28 | 72,50 | 0,651 | -10,51 | 110,41 | 0,6513 | 64,57 |
| 29 | 73,00 | 0,674 | -11,01 | 121,16 | 0,6751 | 66,14 |
| 30 | 73,50 | 0,698 | -11,51 | 132,42 | 0,6976 | 67,74 |
| 31 | 76,00 | 0,721 | -14,01 | 196,21 | 0,7209 | 69,51 |
| 32 | 77,0 | 0,744 | -15,01 | 225,22 | 0,744 | 71,42 |
| 33 | 80,0 | 0,767 | -18,01 | 324,27 | 0,767 | 73,49 |
| 34 | 85,0 | 0,791 | -23,01 | 529,34 | 0,791 | 75,84 |
| 35 | 86,0 | 0,814 | -24,01 | 576,36 | 0,814 | 78,34 |
| 36 | 86,5 | 0,837 | -24,51 | 600,61 | 0,837 | 81,29 |
| 37 | 88,0 | 0,860 | -26,01 | 676,39 | 0,861 | 84,74 |
| 38 | 90,0 | 0,884 | -28,01 | 784,42 | 0,884 | 88,63 |
| 39 | 96,0 | 0,907 | -34,01 | 1156,51 | 0,907 | 93,58 |
| 40 | 102,0 | 0,930 | -40,01 | 1600,60 | 0,930 | 100,12 |
| 41 | 103,5 | 0,953 | -41,51 | 1722,87 | 0,954 | 109,82 |
| 42 | 140,0 | 0,977 | -78,01 | 6085,16 | 0,976 | 125,18 |
| 100 | | 0,990 | | | 0,990 | 147,50 |
| 500 | | 0,998 | | | 0,998 | 189,51 |
| 1000 | | 0,999 | | | 0,999 | 209,02 |

## PARÁMETROS

| | |
|---|---|
| μ | 61,99 |
| $\sigma^2$ | 610,68 |
| σ | 24,71 |
| Cv | 0,399 |

| ai | i | Tramo 2 | |
|---|---|---|---|
| | 0 | a0 | 1,801513 |
| | 1 | a1 | 2,473761 |
| | 2 | a2 | 23,5562 |
| | 3 | a3 | 49,95727 |
| | 4 | a4 | 59,77588 |
| | 5 | a5 | 35,69588 |
| | 6 | a6 | 8,505713 |

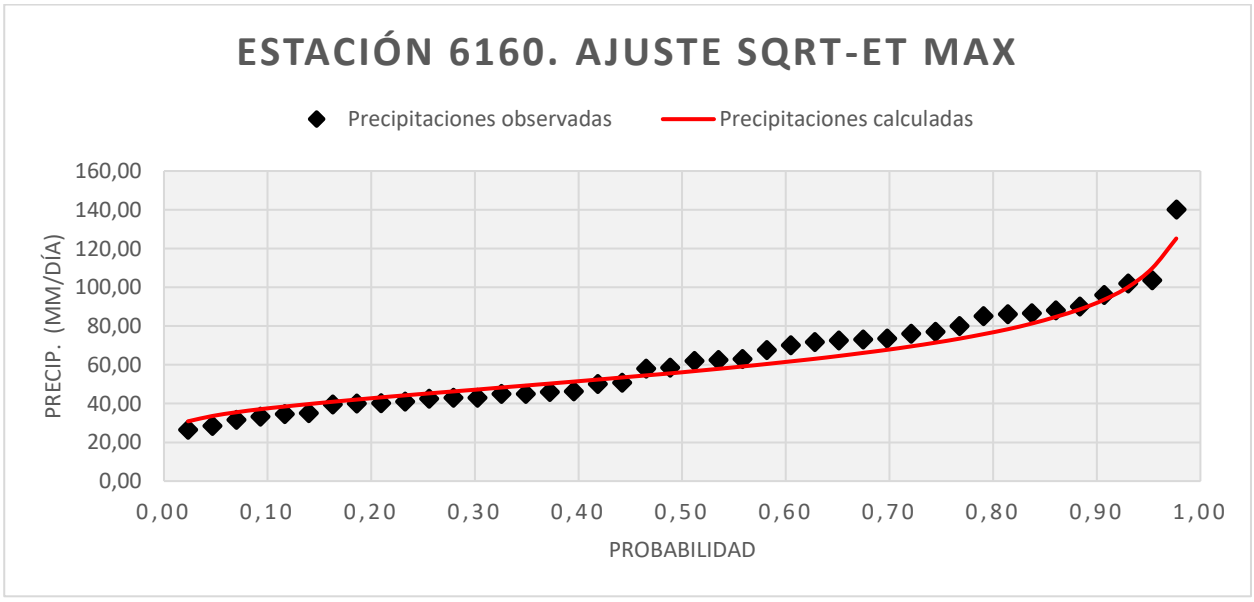
| K | i | índice exp |
|---|---|---|
| | 0 | 1,8015 |
| | 1 | -2,2752 |
| | 2 | 19,9261 |
| | 3 | -38,8665 |
| | 4 | 42,7723 |
| | 5 | -23,4916 |
| | 6 | 5,1483 |

| | |
|---|---|
| K | 150,6365 |
| α | 1,0077 |

| bi | i | Tramo 2 | |
|---|---|---|---|
| | 0 | b0 | 2,342697 |
| | 1 | b1 | -0,14978 |
| | 2 | b2 | -0,09931 |
| | 3 | b3 | 0,003444 |
| | 4 | b4 | 0,001014 |
| | 5 | b5 | -0,00014 |
| | 6 | b6 | 0,00000549 |

| I1 | i | índice exp |
|---|---|---|
| | 0 | 2,3427 |
| | 1 | -0,7511 |
| | 2 | -2,4975 |
| | 3 | 0,4344 |
| | 4 | 0,6413 |
| | 5 | -0,4440 |
| | 6 | 0,0873 |

| | |
|---|---|
| I1 | 0,8294 |



**Test de Kolmogorov-Smirnoff**

| | |
|---|---|
| *1* | 0,000 |
| *2* | 0,001 |
| *3* | 0,001 |
| *4* | 0,001 |
| *5* | 0,000 |
| *6* | 0,000 |
| *7* | 0,000 |
| *8* | 0,000 |
| *9* | 0,001 |
| *10* | 0,001 |
| *11* | 0,000 |
| *12* | 0,000 |
| *13* | 0,001 |
| *14* | 0,000 |
| *15* | 0,000 |
| *16* | 0,000 |
| *17* | 0,000 |
| *18* | 0,000 |
| *19* | 0,001 |
| *20* | 0,001 |
| *21* | 0,001 |
| *22* | 0,000 |
| *23* | 0,000 |
| *24* | 0,000 |
| *25* | 0,000 |
| *26* | 0,001 |
| *27* | 0,000 |
| *28* | 0,000 |
| *29* | 0,001 |
| *30* | 0,000 |
| *31* | 0,000 |
| *32* | 0,000 |
| *33* | 0,000 |
| *34* | 0,000 |
| *35* | 0,000 |
| *36* | 0,000 |
| *37* | 0,001 |
| *38* | 0,000 |
| *39* | 0,000 |
| *40* | 0,000 |
| *41* | 0,001 |
| *42* | 0,001 |

| $D_{MÁX}$ | < | $D_{\alpha}$ (95%) |
|---|---|---|
| 0,001 | | 0,154 |

ACEPTABLE

**AJUSTE DE DISTRIBUCION SQRT-ET - Estación 6153**

| n | Precip. Observada xi | F=n/(N+1) | [μ-xi] | [μ-xi]^2 | F SQRT | Precip. Calculada x |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 27,50 | 0,017 | 38,22 | 1460,63 | 0,0170 | 25,73 |
| 2 | 27,80 | 0,033 | 37,92 | 1437,79 | 0,0335 | 28,56 |
| 3 | 29,00 | 0,050 | 36,72 | 1348,23 | 0,0501 | 30,59 |
| 4 | 33,50 | 0,067 | 32,22 | 1038,01 | 0,0667 | 32,25 |
| 5 | 34,30 | 0,083 | 31,42 | 987,25 | 0,0842 | 33,76 |
| 6 | 35,20 | 0,100 | 30,52 | 931,36 | 0,1006 | 35,04 |
| 7 | 37,00 | 0,117 | 28,72 | 824,74 | 0,1171 | 36,23 |
| 8 | 37,50 | 0,133 | 28,22 | 796,27 | 0,1337 | 37,35 |
| 9 | 37,90 | 0,150 | 27,82 | 773,85 | 0,1502 | 38,42 |
| 10 | 39,00 | 0,167 | 26,72 | 713,86 | 0,1668 | 39,44 |
| 11 | 39,30 | 0,183 | 26,42 | 697,92 | 0,1834 | 40,44 |
| 12 | 39,50 | 0,200 | 26,22 | 687,39 | 0,2001 | 41,41 |
| 13 | 39,70 | 0,217 | 26,02 | 676,95 | 0,2167 | 42,35 |
| 14 | 41,00 | 0,233 | 24,72 | 610,99 | 0,2339 | 43,32 |
| 15 | 41,10 | 0,250 | 24,62 | 606,06 | 0,2500 | 44,20 |
| 16 | 43,30 | 0,267 | 22,42 | 502,58 | 0,2660 | 45,08 |
| 17 | 43,50 | 0,283 | 22,22 | 493,65 | 0,2833 | 46,02 |
| 18 | 44,10 | 0,300 | 21,62 | 467,35 | 0,3000 | 46,92 |
| 19 | 47,40 | 0,317 | 18,32 | 335,56 | 0,3167 | 47,82 |
| 20 | 47,80 | 0,333 | 17,92 | 321,06 | 0,3334 | 48,73 |
| 21 | 47,80 | 0,350 | 17,92 | 321,06 | 0,3501 | 49,63 |
| 22 | 48,00 | 0,367 | 17,72 | 313,93 | 0,3662 | 50,51 |
| 23 | 48,50 | 0,383 | 17,22 | 296,47 | 0,3833 | 51,45 |
| 24 | 49,10 | 0,400 | 16,62 | 276,16 | 0,3998 | 52,37 |
| 25 | 52,50 | 0,417 | 13,22 | 174,72 | 0,4162 | 53,29 |
| 26 | 54,10 | 0,433 | 11,62 | 134,98 | 0,4325 | 54,21 |
| 27 | 56,15 | 0,450 | 9,57 | 91,64 | 0,4500 | 55,23 |
| 28 | 56,60 | 0,467 | 9,12 | 83,14 | 0,4667 | 56,21 |
| 29 | 58,00 | 0,483 | 7,72 | 59,57 | 0,4834 | 57,21 |
| 30 | 60,00 | 0,500 | 5,72 | 32,70 | 0,5001 | 58,23 |
| 31 | 61,00 | 0,517 | 4,72 | 22,26 | 0,5168 | 59,27 |
| 32 | 61,50 | 0,533 | 4,22 | 17,79 | 0,534 | 60,35 |
| 33 | 61,50 | 0,550 | 4,22 | 17,79 | 0,551 | 61,46 |
| 34 | 61,88 | 0,567 | 3,83 | 14,70 | 0,567 | 62,55 |
| 35 | 62,00 | 0,583 | 3,72 | 13,83 | 0,583 | 63,72 |
| 36 | 66,00 | 0,600 | -0,28 | 0,08 | 0,600 | 64,92 |
| 37 | 67,50 | 0,617 | -1,78 | 3,17 | 0,617 | 66,18 |
| 38 | 69,90 | 0,633 | -4,18 | 17,49 | 0,634 | 67,51 |
| 39 | 71,10 | 0,650 | -5,38 | 28,96 | 0,651 | 68,85 |
| 40 | 71,60 | 0,667 | -5,88 | 34,60 | 0,667 | 70,19 |
| 41 | 73,70 | 0,683 | -7,98 | 63,71 | 0,683 | 71,66 |
| 42 | 74,12 | 0,700 | -8,40 | 70,60 | 0,700 | 73,17 |
| 43 | 74,20 | 0,717 | -8,48 | 71,94 | 0,717 | 74,80 |
| 44 | 74,50 | 0,733 | -8,78 | 77,12 | 0,733 | 76,52 |
| 45 | 76,10 | 0,750 | -10,38 | 107,78 | 0,750 | 78,35 |
| 46 | 85,00 | 0,767 | -19,28 | 371,79 | 0,767 | 80,30 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 47 | 85,50 | 0,783 | -19,78 | 391,32 | 0,784 | 82,47 |
| 48 | 86,20 | 0,800 | -20,48 | 419,50 | 0,800 | 84,68 |
| 49 | 88,10 | 0,817 | -22,38 | 500,94 | 0,817 | 87,12 |
| 50 | 89,20 | 0,833 | -23,48 | 551,39 | 0,834 | 89,86 |
| 51 | 89,70 | 0,850 | -23,98 | 575,13 | 0,851 | 92,93 |
| 52 | 108,99 | 0,867 | -43,28 | 1872,79 | 0,867 | 96,25 |
| 53 | 109,13 | 0,883 | -43,41 | 1884,85 | 0,883 | 100,01 |
| 54 | 111,00 | 0,900 | -45,28 | 2050,44 | 0,900 | 104,46 |
| 55 | 115,50 | 0,917 | -49,78 | 2478,23 | 0,917 | 110,13 |
| 56 | 120,00 | 0,933 | -54,28 | 2946,51 | 0,934 | 116,95 |
| 57 | 121,50 | 0,950 | -55,78 | 3111,61 | 0,949 | 124,76 |
| 58 | 151,20 | 0,967 | -85,48 | 7307,14 | 0,967 | 137,89 |
| 59 | 193,60 | 0,983 | -127,88 | 16353,75 | 0,983 | 159,70 |
| 100 | | 0,990 | | | 0,990 | 177,66 |
| 500 | | 0,998 | | | 0,997 | 225,43 |
| 1000 | | 0,999 | | | 0,998 | 249,31 |

## PARÁMETROS

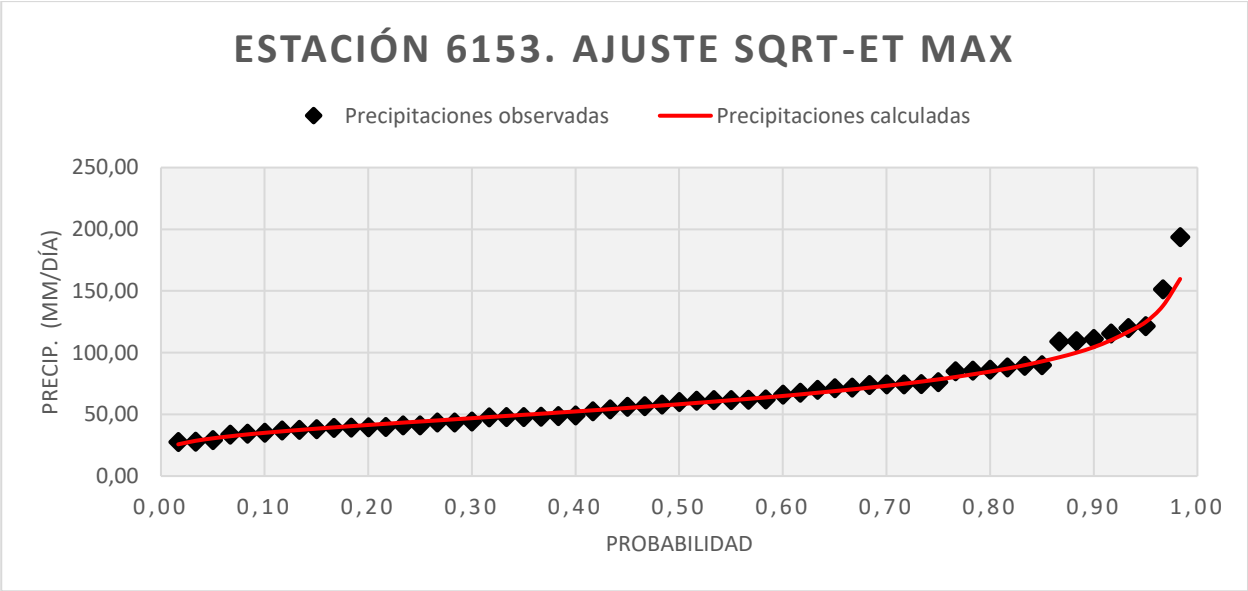
| | |
|---|---|
| μ | 65,72 |
| $\sigma^2$ | 1015,05 |
| σ | 31,86 |
| Cv | 0,485 |

| ai | i | Tramo 2 | |
|---|---|---|---|
| | 0 | a0 | 1,801513 |
| | 1 | a1 | 2,473761 |
| | 2 | a2 | 23,5562 |
| | 3 | a3 | 49,95727 |
| | 4 | a4 | 59,77588 |
| | 5 | a5 | 35,69588 |
| | 6 | a6 | 8,505713 |

| K | i | índice exp |
|---|---|---|
| | 0 | 1,8015 |
| | 1 | -1,7911 |
| | 2 | 12,3485 |
| | 3 | -18,9611 |
| | 4 | 16,4266 |
| | 5 | -7,1022 |
| | 6 | 1,2253 |
| K | 51,8053 | |
| α | 0,6822 | |

| bi | i | Tramo 2 | |
|---|---|---|---|
| | 0 | b0 | 2,342697 |
| | 1 | b1 | -0,14978 |
| | 2 | b2 | -0,09931 |
| | 3 | b3 | 0,003444 |
| | 4 | b4 | 0,001014 |
| | 5 | b5 | -0,00014 |
| | 6 | b6 | 0,00000549 |

| I1 | i | índice exp |
|---|---|---|
| | 0 | 2,3427 |
| | 1 | -0,5913 |
| | 2 | -1,5475 |
| | 3 | 0,2118 |
| | 4 | 0,2462 |
| | 5 | -0,1342 |
| | 6 | 0,0208 |
| I1 | 1,7308 | |




**Test de Kolmogorov-Smirnoff**

| | |
|---|---|
| *1* | 0,000 |
| *2* | 0,000 |
| *3* | 0,000 |
| *4* | 0,000 |
| *5* | 0,001 |
| *6* | 0,001 |
| *7* | 0,000 |
| *8* | 0,000 |
| *9* | 0,000 |
| *10* | 0,000 |
| *11* | 0,000 |
| *12* | 0,000 |
| *13* | 0,000 |
| *14* | 0,001 |
| *15* | 0,000 |
| *16* | 0,001 |
| *17* | 0,000 |
| *18* | 0,000 |
| *19* | 0,000 |
| *20* | 0,000 |
| *21* | 0,000 |
| *22* | 0,000 |
| *23* | 0,000 |
| *24* | 0,000 |
| *25* | 0,000 |
| *26* | 0,001 |
| *27* | 0,000 |
| *28* | 0,000 |
| *29* | 0,000 |
| *30* | 0,000 |
| *31* | 0,000 |
| *32* | 0,000 |

| $D_{MÁX}$ | < | $D_{\alpha}$ (95%) |
|---|---|---|
| 0,001 | | 0,130 |

ACEPTABLE

| | |
|---|---|
| *33* | 0,001 |
| *34* | 0,000 |
| *35* | 0,000 |
| *36* | 0,000 |
| *37* | 0,000 |
| *38* | 0,001 |
| *39* | 0,001 |
| *40* | 0,000 |
| *41* | 0,000 |
| *42* | 0,000 |
| *43* | 0,000 |
| *44* | 0,000 |
| *45* | 0,000 |
| *46* | 0,000 |
| *47* | 0,001 |
| *48* | 0,000 |
| *49* | 0,000 |
| *50* | 0,000 |
| *51* | 0,001 |
| *52* | 0,000 |
| *53* | 0,000 |
| *54* | 0,000 |
| *55* | 0,001 |
| *56* | 0,001 |
| *57* | 0,001 |
| *58* | 0,000 |
| *59* | 0,001 |

***Resultados ajuste extremal Precipitación máxima diaria:***

De los resultados obtenidos se puede observar como la función de Gumbel presenta un mejor ajuste para las precipitaciones mayores según el registro disponible para cada estación pluviométrica. Sin embargo, en la extrapolación de la precipitación máxima asociada a los periodos de retorno de 100 y 500 años, se puede contemplar resultados muy parecidos, cumpliendo ambas funciones el test de Kolmogorov.

Figura 3-1 Resultados del ajuste extremal - Precipitación máxima asociada a cada periodo de retorno

Dada la semejanza entre ambos ajustes se concluye la elección de la máxima precipitación asociada a cada periodo de retorno, tal y como queda recogido en la siguiente tabla.

Tabla 3-4 Precipitación máxima diaria (mm) resultado del ajuste extremal de cada estación pluviométrica

| | T10 | | T100 | | T500 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **6150U** | 62,45 | Gumbel | 136,24 | Gumbel | 165,29 | Gumbel |
| **6152E** | 41,62 | SQRT-ET max | 151,20 | Gumbel | 189,51 | SQRT-ET max |
| **6160** | 44,25 | SQRT-ET max | 149,67 | Gumbel | 189,51 | SQRT-ET max |
| **6153** | 39,44 | SQRT-ET max | 177,66 | SQRT-ET max | 225,43 | SQRT-ET max |

# 4 PRECIPITACIONES MÁXIMAS ASOCIADAS A SUBCUENCAS

Los ajustes anteriores se refieren a estimaciones puntuales de la precipitación máxima diaria. Si se quiere proceder a la transformación de esta lluvia en escorrentía, se debe obtener el valor de la precipitación asociada a las distintas subcuencas que componen el modelo hidrológico. Para efectuar esta distribución espacial, se ha empleado la técnica de los polígonos de Thiessen, consistente en el cálculo del área de influencia de cada pluviómetro y en la ponderación de la precipitación asociada a cada subcuenca en función del área intersectada por cada polígono, recogiéndose en la siguiente expresión:

$$P_{subcuenca} = \frac{\sum_i P_i \cdot S_i}{S_{cuencaRCampanillas}}$$

donde $P_i$ corresponde a la precipitación para la estación i-ésima, $S_i$ a la superficie de influencia de cada estación, considerando cada punto del espacio influenciado por la estación más cercana.

En la siguiente imagen se puede contemplar el área de influencia de cada estación pluviométrica sobre la superficie completa del río Campanillas.

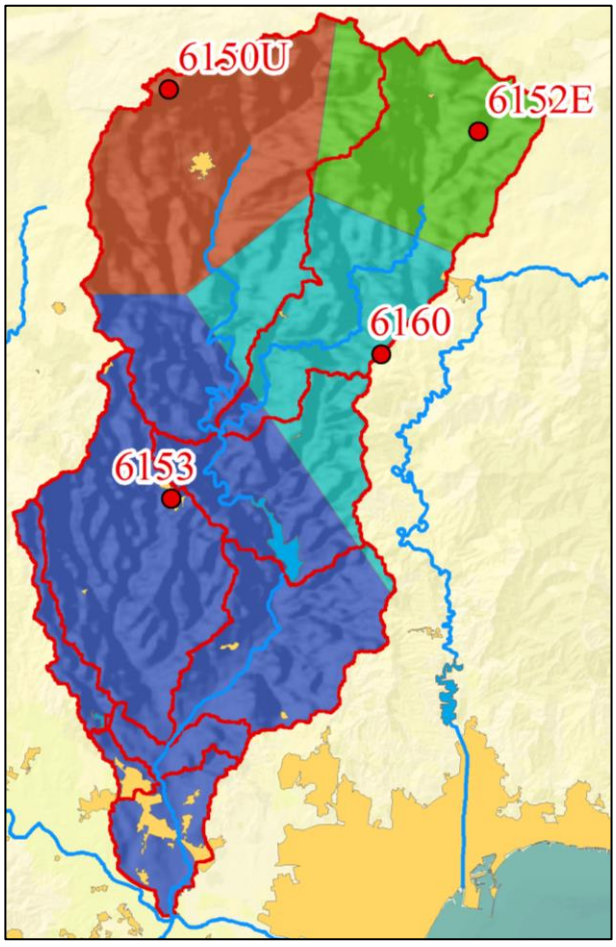



Figura 4-1 Polígonos de Thiessen

Tabla 4-1 Características subcuencas río Campanillas

| Subcuenca | Área (Km2) | Longitud Cauce Ppal (Km) |
|---|---|---|
| **1** | 89 | 21,7 |
| **2** | 63,5 | 22,1 |
| **3** | 30,6 | 7,2 |
| **4** | 31,7 | 7,7 |
| **5** | 48 | 16,5 |
| **6** | 6 | 1,8 |
| **7** | 6,4 | 6,8 |
| **8** | 2,3 | 3,2 |
| **9** | 12,6 | 5 |

Tabla 4-2 Superficie de influencia de cada estación sobre las subcuencas del río Campanillas

| Polígonos de Thiessen por Subcuencas | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Subcuencas** | **6150U** | **6152E** | **6160** | **6153** |
| 1 | 52,4 | 8,4 | 12,0 | 16,2 |
| 2 | 0 | 32,4 | 31,1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 10,1 | 20,5 |
| 4 | 0 | 0 | 0,8 | 30,9 |
| 5 | 48 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 6 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 6,4 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 2,3 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 12,6 | 0 | 0 | 0 |

Tabla 4-3 Precipitación máxima diaria obtenida del ajuste extremal de cada estación pluviométrica

| Precipitación máxima diaria | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Subcuencas** | **6150U** | **6152E** | **6160** | **6153** |
| **$P_{10}$ (mm/día)** | 62,45 | 41,62 | 44,25 | 39,44 |
| **$P_{100}$ (mm/día)** | 136,24 | 151,20 | 149,67 | 177,66 |
| **$P_{500}$ (mm/día)** | 165,29 | 189,51 | 189,51 | 225,43 |

Tabla 4-4 Precipitaciones máximas diaria por subcuencas promediadas en superficie por los polígonos de Thiessen

| Precipitación máxima diaria por subcuencas | | | |
|---|---|---|---|
| **Subcuencas** | **$P_{10}$ (mm)** | **$P_{100}$ (mm)** | **$P_{500}$ (mm)** |
| **1** | 53,8 | 147,0 | 181,8 |
| **2** | 42,9 | 150,5 | 189,5 |
| **3** | 41,0 | 168,4 | 213,6 |
| **4** | 39,6 | 176,9 | 224,5 |
| **5** | 62,4 | 136,2 | 165,3 |
| **6** | 62,4 | 136,2 | 165,3 |
| **7** | 62,4 | 136,2 | 165,3 |
| **8** | 62,4 | 136,2 | 165,3 |
| **9** | 62,4 | 136,2 | 165,3 |

# 5 CURVAS INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA

Las curvas IDF para una determinada zona de estudio son función de su grado de torrencialidad y relacionan para distintos períodos de retorno la intensidad de lluvia asociada a tormentas de duración variable. Mediante su empleo, es posible obtener el volumen de lluvia asociado a distintos intervalos temporales sin modificar el período de retorno de la tormenta. Por consiguiente, se emplean para transformar la precipitación máxima diaria, obtenida mediante ajustes estadísticos de máximos a datos pluviométricos, en precipitación total asociada a una duración dada.

Para ello en primer lugar se ha obtenido la precipitación asociada a cada periodo de retorno media en toda la superficie del río Campanillas, a través del cálculo de los polígonos de Thiessen sin tener en cuenta esta vez las subcuencas. De este modo se obtiene la precipitación máxma diaria promediada en el total de la superficie de la cuenca del río Campanillas.

Tabla 5-1 Precipitación máxima diaria promediada en el total de la superficie de la cuenca del río Campanillas

| $P_{10}$ (mm) | $P_{100}$ (mm) | $P_{500}$ (mm) |
|---|---|---|
| 50,77 | 150,50 | 187,22 |

Como curvas IDF se ha adoptado la establecida por Témez particularizada con el factor de torrencialidad de 9, de acuerdo con la actual Norma 5.2.- IC de Drenaje Superficial (Ministerio de Fomento 2016) en la cual se propone una familia de curvas de intensidad-duración, basadas en un trabajo de J.R. Témez (1987).

La expresión que define estas curvas es la siguiente:

$$\frac{\mathrm{I_t}}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d}\right)^{\frac{28^{0.1}-t^{0.1}}{28^{0.1}-1}}$$

donde:

$I_t$ = intensidad media para una duración t en mm/h

$I_d$ = intensidad media diaria para un punto y período de retorno determinados en mm/h, obtenida como cociente ente la precipitación diaria asociada a dicho período de retorno y 24

t = duración de la tormenta de diseño

Esta IDF tiene la ventaja de que puede aplicarse a todo el área de estudio sin más que cambiar el valor de Id en función de la distribución espacial de la precipitación máxima diaria.

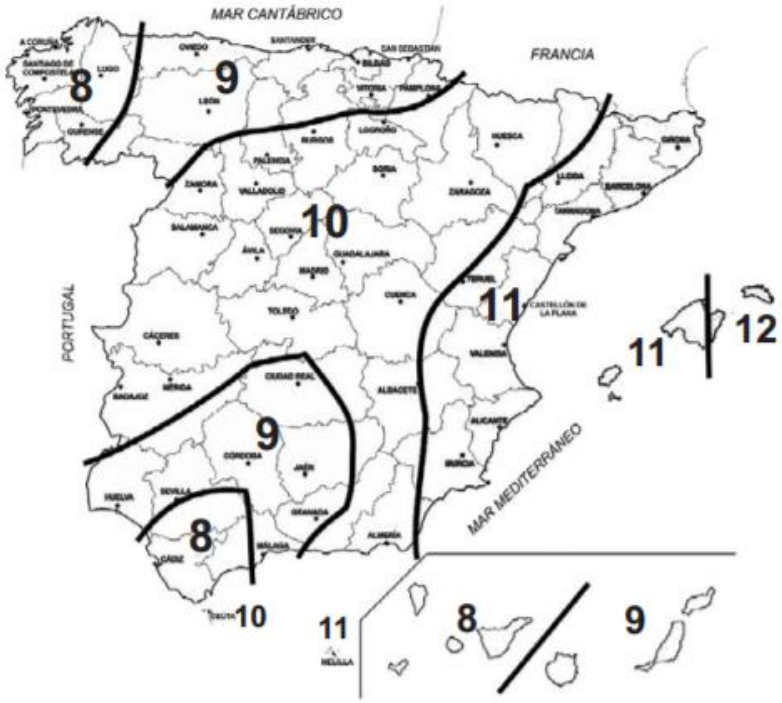
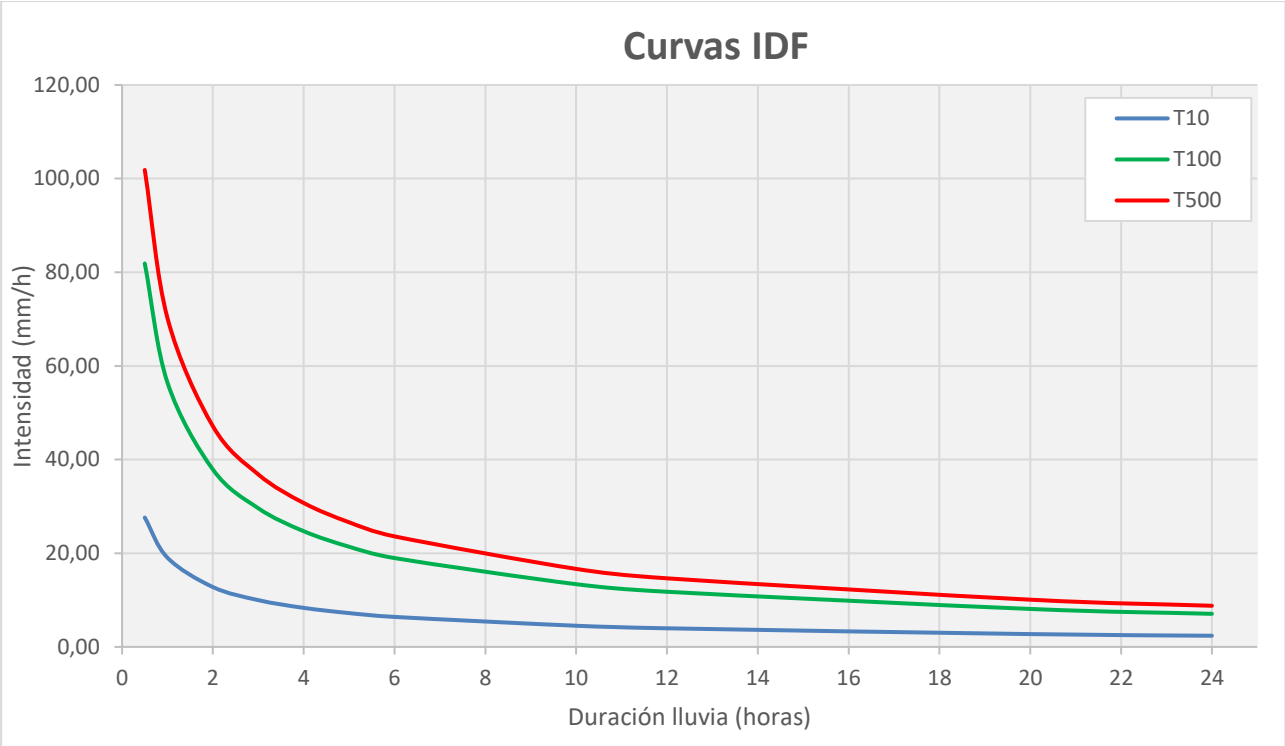



Figura 5-1 Coeficiente I1/Id, Norma 5.2-IC Ministerio de Fomento, 2016

Tabla 5-2 Curvas IDF para los diferentes periodos de retorno

| Duración (h) | It (mm/h) $T_{10}$ | It (mm/h) $T_{100}$ | It (mm/h) $T_{500}$ |
|---|---|---|---|
| **0,5** | 27,62 | 81,88 | 101,85 |
| **1** | 19,04 | 56,44 | 70,21 |
| **2** | 12,78 | 37,88 | 47,12 |
| **3** | 9,99 | 29,60 | 36,83 |
| **4** | 8,33 | 24,70 | 30,73 |
| **5** | 7,22 | 21,39 | 26,61 |
| **6** | 6,40 | 18,97 | 23,60 |
| **10** | 4,52 | 13,39 | 16,66 |
| **12** | 3,97 | 11,77 | 14,65 |
| **20** | 2,73 | 8,10 | 10,08 |
| **24** | 2,38 | 7,06 | 8,78 |


Curvas IDF
120,00
100,00
80,00
60,00
40,00
20,00
0,00
Intensidad (mm/h)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
Duración lluvia (horas)
T10
T100
T500