

MINISTERIO DE AMBIENTE, ENERGÍA Y TELECOMUNICACIONES

INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL

Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas

Nazareth Rojas Morales

Departamento de Climatología e Investigaciones Aplicadas



2011

Contenido

Resumen.....	3
1. Introducción.....	4
2. Antecedentes bibliográficos	5
2.1. Curvas de Intensidad Duración Frecuencia	5
2.2. Uso práctico de las CIDF	5
2.3. Aplicación de las CIDF	8
3. Metodología para el desarrollo de las CIDF	9
3.1. Recolección de datos.....	9
3.2. Análisis de datos dudosos	10
3.3. Análisis de distribución de frecuencia	11
3.3.1. Método de Gumbel.....	11
3.4. Método analítico.....	12
3.5. Pruebas de bondad de ajuste para los resultados de la distribución de Gumbel ...	14
3.5.1. Test Kolmogorov-Smirnov	14
3.5.2. Coeficiente de determinación	15
3.6. Análisis de varianza en regresión lineal múltiple	15
3.6.1. Distribución de Fisher o F.....	15
4. Resultados	17
4.1. Ajuste de los datos a la función de distribución de Gumbel.....	17
4.2. Pruebas de Bondad de Ajuste	24
4.3. Diseño de las Curvas de Intensidad-Duración–Frecuencia para las estaciones en estudio.....	26
4.4. Diseño de las CIDF por el Método Analítico	40
4.5. Medida de bondad de ajuste.....	41
4.6. Análisis de varianza	41
5. Referencias	43
6. Anexos	44
Anexo 1	44
Anexo 2	45
Anexo 3	46
Anexo 4	48

Curvas de Intensidad Duración Frecuencia de algunas estaciones meteorológicas automáticas

Resumen

Para el diseño de proyectos hidráulicos o en obras relacionadas con el manejo y control del agua, existen varios métodos que se utilizan para determinar los valores de intensidad de precipitación, para una duración y período de retorno requerido. Dentro de estos métodos se puede citar la distribución de probabilidad de Gumbel, Log Pearson III y el método Gráfico, entre otros.

El objetivo principal de este estudio fue generar las Curvas de Intensidad Duración Frecuencia (CIDF) mediante el Método de distribución de Gumbel, a partir de los registros de las estaciones automáticas del Instituto Meteorológico Nacional que tuvieran un record de al menos 10 años. Para Costa Rica se ha demostrado que la distribución de Gumbel tiene una adecuada capacidad de ajuste para valores máximos de precipitación en diferentes períodos de retorno, por lo que el análisis se realizó a partir de este método.

Para considerar la calidad del análisis tanto de las CIDF como de las ecuaciones generadas a partir del Método Analítico, se realizaron pruebas de bondad de ajuste de Kolmogorov Smirnov, el cálculo del Coeficiente de Determinación y la Prueba de Fisher para realizar un análisis de varianza. A partir de los resultados de estas pruebas se determinó una buena capacidad de ajuste y la aceptación de los supuestos de regresión para el establecimiento de las ecuaciones de los modelos de las CIDF por estación.

La limitación de este estudio refiere a que las estaciones automáticas del Instituto Meteorológico Nacional solamente cuentan con acumulados de precipitación para 5, 10, 15 y 30 minutos, por lo que las CIDF solamente se desarrollaron para estas duraciones.

1. Introducción

Cuando se realiza un análisis con valores de precipitación se trabaja con tres variables: profundidad de la lluvia medida en milímetros, intensidad en milímetros por hora y duración en minutos u horas. Cuando se realiza un análisis de frecuencia, se introduce una nueva variable definida como período de retorno. Para interpretar estas variables, así como la interpolación y extrapolación de valores, se elaboran las CIDF. El procedimiento para la generación de estas curvas consiste en graficar los valores obtenidos en el análisis de frecuencia realizado en este estudio mediante el análisis de distribución de frecuencias de Gumbel.

Estas curvas están expresadas de una manera gráfica, con la duración en el eje horizontal normalmente establecido en minutos u horas, mientras que en el eje vertical se muestra la intensidad de precipitación en milímetros por hora, en el gráfico se muestran una serie de curvas para cada uno de los períodos de retorno.

Otra forma de desarrollar las CIDF es a través de una forma analítica, mediante un modelo de regresión lineal múltiple que relacione simultáneamente la intensidad, duración y período de retorno de un grupo de curvas establecidas para una región o bien para una estación específica, generando una ecuación que puede ser extrapolada a aquellas zonas que carezcan de registros pluviográficos. Este procedimiento es conocido como Método Analítico, el cual consiste en ajustar los valores originales de precipitación a una distribución teórica.

Los resultados de estos modelos debieron ser validados estadísticamente por medio de las dójimas de hipótesis de linealidad y verificación de los supuestos de regresión. Existen diferentes tipos de pruebas, para este estudio se realizó a partir de la Distribución de Fisher y del análisis del valor establecido para el Coeficiente de Determinación. Por otro lado, para las curvas se realiza la prueba de bondad de ajuste, a partir del estadístico de Kolmogorov Smirnov (K-S), el cual consiste en buscar para cada recta la distancia máxima entre los puntos originales y la recta trazada, la cual se compara con el valor crítico que se encuentran en las tablas establecidas para este test, cuyo valor depende del número de datos de la muestra y del valor del nivel de significación. Para que se acepte el ajuste de la recta, se debe cumplir que la distancia máxima entre las rectas y los puntos originales debe ser menor que el valor crítico del estadístico K-S, en caso contrario se deberá trazar una nueva recta. Para estudios hidrológicos normalmente se considera un nivel de significación $\alpha=0,05$.

2. Antecedentes bibliográficos

2.1. Curvas de Intensidad Duración Frecuencia

Según Témez, 1978, citado por Pizarro et.al. (SF), las CIDF son rectas que resultan de unir los puntos representativos de la intensidad media en intervalos de diferente duración, y correspondientes todos ellos a una misma frecuencia o período de retorno.

Es decir las CIDF corresponden a una representación gráfica de la relación entre la intensidad de precipitación, la duración y el período de retorno o frecuencia de la precipitación.

La intensidad de precipitación, según Chow et. al. (1994), se define como la tasa temporal de precipitación, o sea, la altura de agua de precipitación por unidad de tiempo (mm/hr ó pulg/hr), y ésta se expresa como:

$$i = P/T_d$$

Donde;

P Altura de agua de precipitación en mm o pulg
 T_d Duración de la lluvia, dada usualmente en hr.

La frecuencia se expresa en función del período de retorno que es el intervalo de tiempo promedio (expresado en años) entre eventos de precipitación que igualan o exceden la magnitud de diseño. (Chow, et. al. 1994)

2.2. Uso práctico de las CIDF

Para poder interpretar las CIDF es necesario tener conocimiento de que un período de retorno corresponde al número de años que en promedio se presenta un evento. Por otro lado, los períodos de retorno establecidos para el diseño de una estructura dependen del grado de seguridad, del costo de la obra y del posible costo por pérdidas asociadas a una falla.

En la siguiente ecuación se muestra la relación entre la probabilidad y el período de retorno

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

Donde;

T = Período de retorno de un evento cualquiera
 P = Probabilidad de ocurrencia de un evento cualquiera

Entonces si P es la probabilidad de que ocurra un evento en cualquier año

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

Por consiguiente la probabilidad de que dicho evento no ocurra en un año cualquiera es:

$$\bar{P} = 1 - \frac{1}{T}$$

Al suponer que la no ocurrencia de un evento en un año cualquiera es independiente de la no ocurrencia del mismo en los años anteriores y posteriores, entonces la probabilidad de que el evento no ocurra en n años sucesivos es:

$$\bar{P}^n = \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Por lo tanto, la probabilidad de que el evento ocurra al menos una vez en n años sucesivos es:

$$R = 1 - \bar{P}^n = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Donde;

R Riesgo (en la teoría de probabilidad)

A partir del parámetro de Riesgo es posible determinar cuáles son las implicaciones de seleccionar un período de retorno dado para una obra que tiene una vida útil de n años.

Ejemplo de aplicación

Determinése el riesgo de falla de una obra hidráulica que tiene una vida útil de 20 años si se diseña para un período de retorno de 20 años.

Solución:

En este caso $T=20$ años y $n=20$ años, sustituyendo estos valores en la ecuación de Riesgo

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{20}\right)^{20} = 0,6415$$

De acuerdo con los resultados, el riesgo de que la obra falle durante su vida útil es de 64,15%.

Las CIDF son una herramienta de uso en hidrología, mediante estas gráficas se puede leer la intensidad de precipitación para una duración y período de retorno requerido. A partir de las curvas establecidas se puede interpolar o extrapolar datos.

Para la lectura de las CIDF, en el eje de las abscisas se localiza la duración, en el eje de las ordenadas se encuentra la intensidad de precipitación y cada una de las curvas corresponde a las rectas por período de retorno.

A continuación se muestran las CIDF de la Estación 73-123, para determinar la intensidad de precipitación de diseño de una tormenta de 15 minutos con un período de retorno de 25 años, primeramente se define la ubicación de la duración en el eje de las "x", se genera una línea vertical hasta que esta se intercepte con la curva establecida para el período de retorno de 25 años. Al haber definido el punto de intercepción se dibuja una recta horizontal y perpendicular al eje de las "y", es en este punto donde se lee el valor de intensidad de precipitación de dicha tormenta, correspondiente a un valor de 110,81 mm/h. En la Figura 1 se muestra la técnica de lectura de las CIDF.

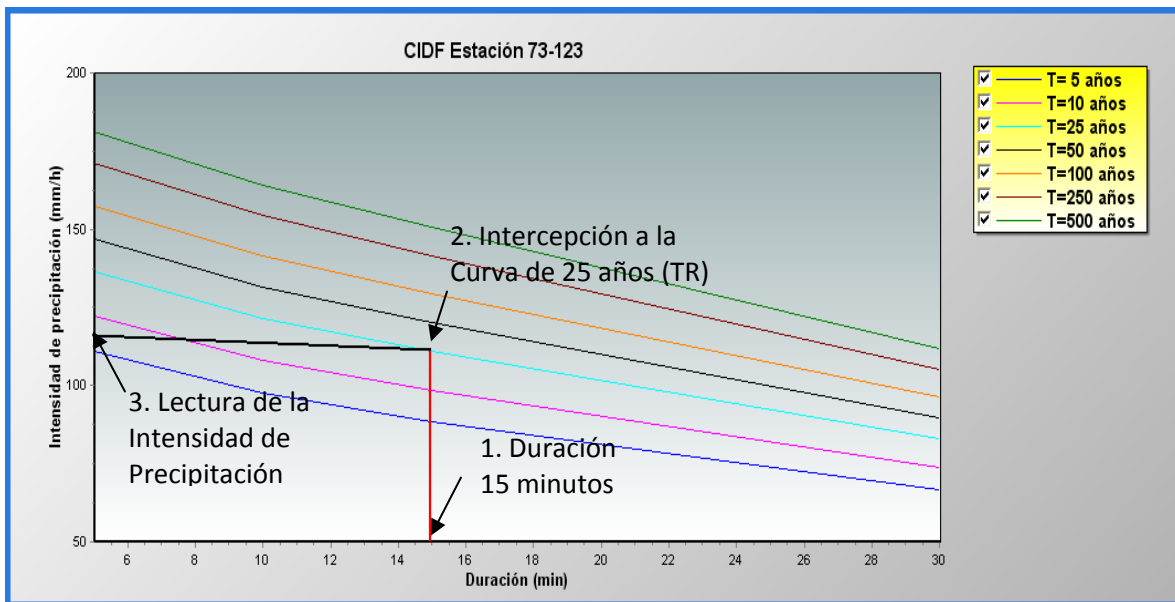


Figura 1. Método de lecturas de las CIDF

En caso de que se quiera evitar la lectura de las CIDF se generan tablas de resultados, a partir de los cuales se puede interpolar y extrapolar para encontrar los resultados deseados, por otro lado, también se expresan las CIDF mediante ecuaciones por estación, de tal forma que solo se debe sustituir los valores de duración y período de retorno para definir la intensidad de precipitación.

2.3. Aplicación de las CIDF

Las curvas IDF son una herramienta de fácil uso que permite la estimación de crecidas de cuencas hidrográficas y su utilidad principal corresponde a la estimación de la intensidad, duración y frecuencia de la precipitación en un lugar que no posee pluviógrafo, solamente pluviómetros totalizadores que entregan precipitaciones diarias (24 horas) o lugares donde no existe información pluviométrica.

Otra aplicabilidad de las curvas, es que a partir de los resultados se construyen tablas de uso práctico para la extrapolación de las curvas hacia zonas sin pluviógrafos.

En Costa Rica, en muchos lugares cuando se requiere la realización de un análisis hidrológico, se encuentra la ausencia casi total de los datos de lluvia o caudal, situación que impone fuertes limitaciones a toda investigación técnico-científica en esta disciplina. Es por ello que las CIDF son una herramienta de primera mano cuando no se cuenta con la información requerida para el desarrollo de este tipo de estudios.

3. Metodología para el desarrollo de las CIDF

3.1. Recolección de datos

Los datos utilizados para el desarrollo de las CIDF de estaciones automáticas corresponden a los registros de los acumulados de precipitación máximo anual para duraciones de 5, 10, 15, 30, minutos. Solamente se utilizaron registros de estaciones que contaran con un período de medición igual o mayor a 10 años.

Solamente 27 estaciones automáticas pertenecientes al Instituto Meteorológico Nacional cuentan con registros de precipitación de al menos 10 años.

En el Cuadro 1 se presentan la lista de estaciones que se utilizaron para la generación de las CIDF de estaciones automáticas.

Cuadro 1. Estaciones meteorológicas automáticas seleccionadas

Estación	Nombre	Años de registro
69-633	Comando Los Chiles	17
69-661	Ciudad Quesada	13
69-679	Upala	14
69-681	La Rebusca	14
71-15	Canta Gallo	16
72-157	Finca La Ceiba	12
73-123	ITCR, Cartago	14
73-129	Recope Ochomogo	13
74-51	Aeropuerto Liberia	13
74-53	Santa Cruz	16
76-55	Hacienda Mojica	12
81-05	Aeropuerto Limón	14
84-139	CIGEFI	12
84-141	IMN-Aranjuez	16
84-145	Esc. Centroamericana Ganadería	16
84-191	RECOPE La Garita	13
84-195	Aeropuerto Pavas (Oeste)	16
85-21	Hitoy Cerere	13
87-13	Sixaola	15
88-35	Frailles	15
88-41	La Lucha	11
98-75	Las Brisas, San Vito	14
98-87	PINDECO	16
98-91	Chirripó	12
98-95	Altamira	12
100-03	Golfito	13
100-631	Coto 47	13

3.2. Análisis de datos dudosos

Los límites de confianza corresponden al rango entre los valores extremos superior e inferior. Este intervalo de confianza depende del nivel de confianza β . A cada nivel de confianza β le corresponde un nivel de significancia α , dado por

$$\alpha = \frac{1 - \beta}{2}$$

Por ejemplo, si $\beta=90\%$, entonces $\alpha=0,05$ ó 5% .

Se debe determinar los valores extremos superior e inferior de la muestra, para así poder determinar dichos límites, los valores que se salgan de este rango corresponden a valores salidos.

Para determinar el valor extremo superior se utiliza la siguiente fórmula.

$$X_H = \bar{X} + K_N S$$

Donde;

X_H	Umbral valor extremo superior de la muestra transformada a logaritmo base 10
\bar{X}	Valor promedio de la muestra en log
S	Desviación estándar de la muestra
K_N	Factor K en función del tamaño de la muestra (Anexo 1)

Si en la muestra transformada a log, se identifica un valor que supere al valor de X_H este valor corresponde a un dato alto salido. Este dato debe ser sometido a investigación para determinar si corresponde a un evento extremo identificado, o a un error en la medición.

Este análisis es importante para determinar si se elimina de la muestra o se mantiene el dato salido, considerando que la diferencia entre el límite superior y el dato no sea muy grande.

En caso de que se tome la decisión de eliminar el dato alto salido, se debe realizar de nuevo el análisis para la nueva muestra y así consecutivamente hasta que los datos se localicen dentro de los límites de confianza.

Para determinar el valor extremo inferior se utiliza la siguiente fórmula.

$$X_L = \bar{X} - K_N S$$

Donde;

X_L	Umbral del valor extremo inferior de la muestra transformada en log
-------	---

Un método para determinar cuál de los análisis de valores extremos se debe realizar es a partir del resultado del análisis del coeficiente de Sesgo de la muestra transformada a log, es decir, si este valor es menor a 0,40 se debe realizar el análisis de valor extremo superior, en caso de que el sesgo sea menor a -0,40 se realiza el análisis de valor extremo inferior. Si el coeficiente de sesgo se ubica entre $\pm 0,40$ se debe realizar ambos análisis de valores extremos.

Antes de eliminar algún dato salido se debe realizar el análisis de ambos valores extremos.

Para determinar los datos dudosos de las muestras de la precipitación máxima para duraciones de 5,10,15,30 minutos de las estaciones en este análisis, primeramente se transformaron los datos a intensidad de precipitación en mm/ h, se calculó el promedio y la desviación estándar de la muestra. Seguidamente se calculó el coeficiente de sesgo o asimetría para determinar cuál análisis de valores extremos requería la muestra. En los casos en los que se localizaron los datos salidos se analizó la posibilidad de mantenerlos o eliminarlos.

3.3. Análisis de distribución de frecuencia

Las CIDF se generaron a partir de métodos estadísticos, en este caso la distribución de frecuencia se realizó mediante el método de Gumbel, debido a que es el que presenta el mejor ajuste para nuestro país.

3.3.1. Método de Gumbel

Esta es una distribución de valores extremos, formulada por Gumbel (1941) y posteriormente por Chow (1954) que es una distribución logarítmica normal, para lo cual, el valor extremo o valor máximo X se obtiene mediante la siguiente ecuación de análisis de frecuencia.

$$X = \bar{X} + K S$$

Donde;

\bar{X} Media de la muestra de valores de intensidad de precipitación

K Factor de frecuencia, depende del período de retorno

S Desviación estándar de la muestra

El valor de K se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

Donde;

Y_t Variable reducida, la cual es función del período de retorno y del tamaño de la muestra

Y_n Media de la variable reducida (Anexo 2)

S_n Desviación de la variable reducida (Anexo 2)

El valor de la Variable reducida Y se calcula mediante la siguiente ecuación

$$Yt = -\ln \ln\left(\frac{T}{T-1}\right)$$

Donde;

T Período de retorno

Una vez transformados los valores a precipitación máxima en intensidad de precipitación se calculó el promedio y la desviación estándar de las intensidades para cada una de las muestras por duración de la precipitación acumulada.

Seguidamente se calculó el factor K para los períodos de retorno 5, 10, 25, 50, 100, 250 y 500 años. Para obtener las intensidades máximas de frecuencia se utilizó la ecuación de análisis de frecuencia.

Los valores obtenidos para la intensidad máxima por duración para cada uno de los períodos de retorno seleccionados se graficaron como duración contra intensidad de precipitación para cada uno de los períodos de retorno.

3.4. Método analítico

Para el desarrollo de las CDF también se aplicó el método analítico desarrollado por Aparicio (1997). Este autor plantea la alternativa de desarrollar un método que relaciona simultáneamente las tres variables de las CDF en la siguiente ecuación.

$$i = \frac{k T^m}{(d + c)^n}$$

Donde k, m, n, c son constantes que se calculan mediante un análisis de correlación lineal múltiple. Si los datos se agrupan lo suficiente en torno a líneas rectas, el valor de c puede tomarse como cero.

Si se toman los logaritmos de la ecuación anterior se obtiene:

$$\text{Log } i = \log k + m \log T - n \log(d + c)$$

O bien:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2$$

Esta ecuación

Donde:

$$y = \log i, \quad a_0 = \log k, \quad a_1 = m, \quad x_1 = \log T, \quad a_2 = -n, \quad x_2 = \log(d + c)$$

Al hacer un ajuste de correlación lineal múltiple de una serie de tres datos, se obtiene un sistema de ecuaciones como el siguiente:

$$\begin{aligned} \sum y &= N a_0 + a_1 \sum x_1 + a_2 \sum x_2 \\ \sum (x_1 y) &= a_0 \sum x_1 + a_1 \sum (x_1^2) + a_2 \sum (x_1 x_2) \\ \sum (x_2 y) &= a_0 \sum x_2 + a_1 \sum (x_1 x_2) + a_2 \sum (x_2^2) \end{aligned}$$

Donde N es el número de datos y las incógnitas son a_0, a_1, a_2 y x_1, x_2 y y son respectivamente los logaritmos del período de retorno, la duración (con el valor de c agregado de ser necesario) y la intensidad, obtenidos de un registro de precipitación. Una vez calculados los valores de a_0, a_1, a_2 es posible evaluar los parámetros k, m, n , aplicando el antilogaritmo a estos valores.

Para generar la ecuación para las CIDF por estación, habiendo transformado los valores de precipitación en intensidades, se procedió a asignar a cada uno de los datos un período de retorno. Para ello las columnas de intensidad de precipitación por duración se ordenan de mayor a menor y se les asigna un período de retorno de acuerdo con la siguiente ecuación.

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

Donde;

m Número de orden en una lista de mayor a menor de los datos

n Número de datos

3.5. Pruebas de bondad de ajuste para los resultados de la distribución de Gumbel

3.5.1. Test Kolmogorov-Smirnov

Para la aplicación de este test es necesario determinar la frecuencia observada acumulada.

Para la frecuencia observada acumulada en el caso especial de Gumbel, se ordena la información de menor a mayor y se aplica la siguiente ecuación.

$$F_{n=} = \frac{n}{N+1}$$

Donde;

F_n Frecuencia observada acumulada

n Número de orden

N Número de datos

En el caso de la frecuencia teórica acumulada ésta se determina mediante la función de Gumbel.

$$F(x) = e^{-e^{-d(x-u)}}$$

Una vez determinadas ambas frecuencias, se obtiene el máximo de las diferencias entre ambas, en la i -ésima posición de orden, que se denomina D .

$$D = \text{Sup} |F_n(x_i) - F(x)_i|$$

Luego, asumiendo un valor de significancia, se recurre a la tabla de valores críticos de D en la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov- Smirnov, y considerando el tamaño de la muestra, se establece lo siguiente:

Si $D < D_t$, se acepta que el ajuste es adecuado, con el nivel de confiabilidad asumido. (Pizarro et, al. S.F)

Las tablas para definir el valor de D_t se muestran en el Anexo 3.

3.5.2. Coeficiente de determinación

El Coeficiente de determinación señala qué proporción de la variación total de las frecuencias observadas es explicada por las frecuencias teóricas acumuladas. (Pizarro, et. al., S.F)

El Coeficiente de determinación se encuentra definido por la siguiente expresión.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (F_n(x)_i - F(x)_i)^2}{\sum (F_n(x)_i - \overline{F_n(x)_i})^2}$$

Donde;

R^2 Coeficiente de determinación $0 \leq R^2 \leq 1$

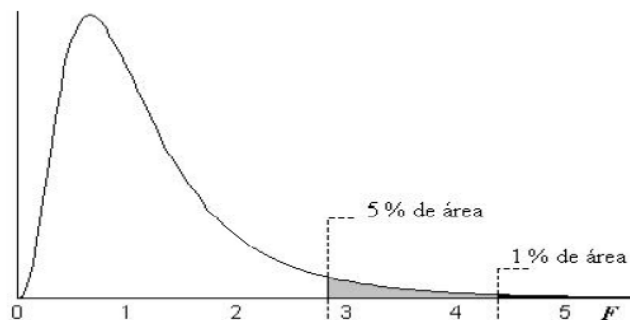
$\overline{F_n(x)_i}$ Media de las frecuencias observadas acumuladas

3.6. Análisis de varianza en regresión lineal múltiple

El análisis de varianza se utiliza en análisis de regresión para probar la significancia del modelo global, antes de considerar la significación de variables independientes individuales, para probar esta significancia se utilizan pruebas F o Distribución de Fisher.

3.6.1. Distribución de Fisher o F

Esta prueba se utiliza para probar la hipótesis nula de que no existe relación en la población, entre las variables independientes consideradas como grupo y la variable dependiente. (Kazmier, et. al., 1993)



Fuente: http://www.fagro.edu.uy/~biometria/mmccii/Matcurso/2007/tabla_estad.pdf

Figura 2. Curva de frecuencia de la Distribución F para 9 y 12 grados de libertad

La Distribución de F es sesgada a la derecha y es adecuada para modelar la distribución de la probabilidad del cociente de dos varianzas de población. La Distribución F depende del 1% de probabilidad y de los grados de libertad del numerador y del denominador. En el Anexo 4 se muestran los valores de F para una probabilidad del 95%.

La hipótesis nula se establece de la siguiente manera:

$$H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_k = 0$$

No es posible establecer una relación entre la variable dependiente y la variable independiente.

Se calcula F de la muestra y el punto crítico $F_{k, k-n-1, 1-\alpha}$ del Anexo 5.

Donde;

k Número de grados de libertad del denominador (número de parámetros a estimar), este valor se localiza en las columnas (Anexo 4)

$n-k-1$ Número de parámetros del denominador, este valor se localiza en las filas de la tabla del Anexo 4

Si $F < F_{k, k-n-1, 1-\alpha}$ la hipótesis nula es aceptada y se rechaza la ecuación de regresión.

Si $F > F_{k, k-n-1, 1-\alpha}$ la hipótesis nula es rechazada y se acepta la ecuación de regresión.

(Solís, 2003 tomado de Rojas, 2004)

4. Resultados

4.1. Ajuste de los datos a la función de distribución de Gumbel

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la aplicación de la distribución de Gumbel para la determinación de las intensidades máximas de precipitación en cada una de las estaciones en estudio, para duraciones de precipitación de 5, 10, 15 y 30 minutos, por períodos de retorno de 5, 10, 25, 50, 100, 250 y 500 años.

Cuadro 2. Estación 69-633. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	144,51	163,72	188,00	206,00	223,88	247,41	265,18
10	126,81	142,91	163,24	178,33	193,31	213,03	227,92
15	117,72	134,14	154,88	170,26	185,54	205,64	220,83
30	89,14	103,33	121,26	134,56	147,77	165,15	178,28

Cuadro 3. Estación 69-661. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	263,85	330,49	414,70	477,17	539,18	620,81	682,47
10	163,77	188,90	220,65	244,21	267,59	298,37	321,62
15	143,56	164,76	191,54	211,41	231,14	257,10	276,71
30	109,13	121,99	138,23	150,28	162,24	177,99	189,88

Cuadro 4. Estación 69-679. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	160,38	183,84	213,49	235,48	257,31	286,05	307,76
10	138,20	158,17	183,41	202,13	220,71	245,17	263,65
15	125,35	143,72	166,94	184,16	201,25	223,76	240,75
30	100,48	116,29	136,26	151,08	165,78	185,15	199,77

Cuadro 5. Estación 69-681. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	142,96	157,96	176,92	190,99	204,95	223,33	237,21
10	126,87	139,73	155,98	168,03	180,00	195,75	207,65
15	117,03	130,17	146,78	159,11	171,34	187,44	199,60
30	92,48	102,42	114,98	124,30	133,54	145,72	154,91

Cuadro 6. Estación 71-15. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	210,79	259,12	320,19	365,49	410,46	469,66	514,37
10	175,50	215,72	266,53	304,22	341,64	390,90	428,10
15	157,75	194,61	241,20	275,75	310,05	355,22	389,32
30	131,41	163,76	204,64	234,97	265,07	304,70	334,63

Cuadro 7. Estación 72-157. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	138,25	149,59	163,91	174,54	185,09	198,97	209,46
10	121,22	129,93	140,93	149,10	157,20	167,87	175,93
15	110,26	117,21	125,99	132,50	138,97	147,48	153,91
30	90,11	96,28	104,08	109,86	115,61	123,17	128,87

Cuadro 8. Estación 73-123. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	111,17	122,35	136,48	146,95	157,35	171,05	181,39
10	97,47	108,10	121,54	131,51	141,40	154,43	164,26
15	88,46	98,33	110,81	120,07	129,26	141,36	150,49
30	66,53	73,76	82,89	89,67	96,40	105,26	111,95

Cuadro 9. Estación 73-129. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	108,49	123,44	142,33	156,35	170,26	188,57	202,40
10	95,92	109,94	127,67	140,82	153,87	171,05	184,03
15	88,06	100,92	117,17	129,23	141,19	156,95	168,84
30	68,93	80,05	94,08	104,50	114,84	128,45	138,73

Cuadro 10. Estación 74-51. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	171,67	199,84	235,42	261,82	288,03	322,53	348,59
10	153,96	180,71	214,51	239,58	264,46	297,23	321,97
15	141,01	167,18	200,26	224,80	249,15	281,22	305,43
30	112,16	135,79	165,66	187,82	209,81	238,77	260,64

Cuadro 11. Estación 74-53. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	138,66	152,03	168,92	181,45	193,89	210,27	222,63
10	125,20	138,46	155,20	167,63	179,96	196,19	208,45
15	116,87	130,21	147,06	159,56	171,96	188,30	200,63
30	87,23	95,96	106,99	115,18	123,30	133,99	142,07

Cuadro 12. Estación 76-55. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	138,39	153,45	172,47	186,58	200,59	219,03	232,96
10	121,88	135,00	151,58	163,88	176,09	192,17	204,31
15	111,33	123,12	138,02	149,08	160,05	174,50	185,41
30	89,85	99,47	111,63	120,64	129,59	141,37	150,27

Cuadro 13. Estación 81-05. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	158,78	180,83	208,69	229,36	249,87	276,89	297,28
10	141,31	163,41	191,33	212,04	232,60	259,67	280,11
15	133,10	156,15	185,28	206,89	228,33	256,57	277,89
30	110,17	130,58	156,38	175,51	194,51	219,51	238,40

Cuadro 14. Estación 84-139. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	133,72	149,40	169,22	183,92	198,51	217,71	232,22
10	110,32	120,28	132,86	142,20	151,46	163,66	172,87
15	97,70	105,98	116,45	124,22	131,92	142,07	149,74
30	74,44	81,29	89,94	96,36	102,73	111,12	117,45

Cuadro 15. Estación 84-141. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	124,05	135,60	150,20	161,02	171,77	185,92	196,60
10	110,13	121,47	135,81	146,44	156,99	170,89	181,38
15	95,45	104,21	115,28	123,49	131,64	142,37	150,48
30	73,14	80,93	90,78	98,08	105,32	114,87	122,07

Cuadro 16. Estación 84-145. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	134,81	146,66	161,64	172,76	183,79	198,31	209,28
10	118,39	130,50	145,81	157,17	168,44	183,29	194,50
15	107,17	119,05	134,07	145,20	156,26	170,82	181,81
30	82,73	92,11	103,97	112,77	121,50	133,00	141,68

Cuadro 17. Estación 84-191. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	149,09	166,77	189,10	205,67	222,12	243,77	260,12
10	129,15	141,66	157,46	169,19	180,83	196,15	207,72
15	116,19	125,83	138,01	147,05	156,02	167,83	176,74
30	94,60	105,01	118,17	127,94	137,63	150,39	160,02

Cuadro 18. Estación 84-195. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	123,64	134,53	148,29	158,49	168,62	181,96	192,04
10	107,88	118,46	131,82	141,73	151,57	164,52	174,30
15	95,53	105,29	117,62	126,77	135,85	147,81	156,84
30	67,73	74,31	82,62	88,78	94,90	102,96	109,04

Cuadro 19. Estación 85-21. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	175,71	208,82	250,65	281,68	312,48	353,03	383,66
10	145,23	169,56	200,31	223,12	245,76	275,57	298,08
15	124,73	143,94	168,20	186,20	204,07	227,59	245,36
30	96,60	112,29	132,11	146,81	161,40	180,62	195,13

Cuadro 20. Estación 87-13. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	129,11	144,37	163,64	177,94	192,14	210,83	224,94
10	110,44	123,15	139,21	151,12	162,94	178,51	190,27
15	96,97	107,64	121,12	131,13	141,06	154,13	164,00
30	78,56	89,15	102,54	112,47	122,32	135,30	145,10

Cuadro 21. Estación 88-35. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	193,96	238,93	295,76	337,91	379,76	434,85	476,45
10	115,50	131,84	152,50	167,82	183,02	203,05	218,17
15	86,88	96,63	108,95	118,09	127,16	139,11	148,13
30	61,85	68,14	76,09	81,98	87,84	95,54	101,36

Cuadro 22. Estación 88-41. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	164,15	209,54	266,89	309,44	351,67	407,28	449,27
10	106,60	123,28	144,34	159,97	175,48	195,90	211,32
15	86,46	95,73	107,44	116,13	124,75	136,10	144,68
30	64,02	71,43	80,79	87,73	94,63	103,70	110,55

Cuadro 23. Estación 98-87. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	125,60	133,22	142,85	149,99	157,08	166,42	173,47
10	111,08	117,28	125,12	130,93	136,70	144,30	150,04
15	101,86	107,41	114,42	119,62	124,78	131,58	136,71
30	82,83	90,07	99,22	106,01	112,75	121,62	128,32

Cuadro 24. Estación 98-87. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno.

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	147,23	159,64	175,32	186,95	198,50	213,70	225,18
10	135,91	149,66	167,04	179,93	192,73	209,58	222,30
15	124,51	138,57	156,33	169,50	182,58	199,79	212,79
30	99,81	110,08	123,07	132,70	142,26	154,85	164,36

Cuadro 25. Estación 98-91. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	75,48	84,81	96,60	105,34	114,02	125,44	134,07
10	68,15	78,13	90,73	100,09	109,37	121,59	130,83
15	60,17	69,37	80,98	89,60	98,16	109,42	117,92
30	47,27	55,35	65,57	73,15	80,67	90,57	98,05

Cuadro 26. Estación 98-95. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	8457,67	10257,41	12531,38	14218,35	15892,85	18097,48	19762,36
10	6692,55	7972,00	9588,58	10787,85	11978,27	13545,55	14729,13
15	5696,34	6755,30	8093,29	9085,89	10071,17	11368,35	12347,97
30	4038,86	4767,49	5688,13	6371,11	7049,04	7941,60	8615,64

Cuadro 27. Estación 100-03. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	268,73	332,30	412,62	472,21	531,35	609,22	668,03
10	237,19	294,32	366,51	420,06	473,22	543,21	596,06
15	210,08	258,18	318,95	364,04	408,79	467,71	512,21
30	168,11	205,92	253,69	289,13	324,31	370,62	405,60

Cuadro 28. Estación 100-631. Intensidades de precipitación máxima (mm/h) por duración y período de retorno

Intensidades de precipitación para distintos períodos de retorno (mm/hr)							
Duración (min)	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 250	T 500
5	199,13	229,71	268,34	297,00	325,45	362,90	391,19
10	156,42	172,82	193,53	208,90	224,16	244,25	259,41
15	144,63	161,51	182,83	198,64	214,34	235,01	250,62
30	122,72	139,18	159,98	175,41	190,72	210,89	226,12

4.2. Pruebas de Bondad de Ajuste

Una vez ajustada la función de Gumbel para cada una de las estaciones, se determinaron las pruebas de bondad de ajuste, utilizándose el test de Kolmogorov-Smirnov (K-S) y el Coeficiente de Determinación (R^2). Los resultados del test K-S se muestran en el Cuadro 29, mientras que los resultados del Coeficiente de determinación por estación se muestran en el Cuadro 30.

Cuadro 29. Resultados del test Kolmogorov-Smirnov

Estación 69-633			Estación 69-661		
Duración (min)	Dc (*)	A juste	Duración (min)	Dc (*)	A juste
5	0,149	A	5	0,296	A
10	0,180	A	10	0,235	A
15	0,155	A	15	0,290	A
30	0,089	A	30	0,160	A
Dt (**)		0,317	Dt (**)		0,361
Estación 69-679			Estación 69-681		
Duración (min)	Dc (*)	A juste	Duración (min)	Dc (*)	A juste
5	0,134	A	5	0,188	A
10	0,188	A	10	0,116	A
15	0,199	A	15	0,129	A
30	0,165	A	30	0,139	A
Dt (**)		0,348	Dt (**)		0,375
Estación 71-15			Estación 72-157		
Duración (min)	Dc (*)	A juste	Duración (min)	Dc (*)	A juste
5	0,272	A	5	0,248	A
10	0,271	A	10	0,114	A
15	0,325	A	15	0,203	A
30	0,267	A	30	0,212	A
Dt (**)		0,327	Dt (**)		0,375
Estación 73-123			Estación 73-129		
Duración (min)	Dc (*)	A juste	Duración (min)	Dc (*)	A juste
5	0,131	A	5	0,145	A
10	0,149	A	10	0,127	A
15	0,14	A	15	0,155	A
30	0,16	A	30	0,146	A
Dt (**)		0,348	Dt (**)		0,361

Estación 74-51			Estación 74-53		
Duración (min)	Dc (*)	A juste	Duración (min)	Dc (*)	A juste
5	0,18	A	5	0,161	A
10	0,191	A	10	0,138	A
15	0,155	A	15	0,164	A
30	0,146	A	30	0,129	A
Dt (**)		0,361	Dt (**)		0,327
Estación 76-55			Estación 81-05		
Duración (min)	Dc (*)	A juste	Duración (min)	Dc (*)	A juste
5	0,208	A	5	0,269	A
10	0,280	A	10	0,299	A
15	0,190	A	15	0,250	A
30	0,186	A	30	0,266	A
Dt (**)		0,375	Dt (**)		0,348
Estación 84-139			Estación 84-141		
Duración (min)	Dc (*)	A juste	Duración (min)	Dc (*)	A juste
5	0,182	A	5	0,158	NA
10	0,192	A	10	0,153	A
15	0,108	A	15	0,153	A
30	0,156	A	30	0,098	A
Dt (**)		0,375	Dt (**)		0,337
Estación 84-145			Estación 84-191		
Duración (min)	Dc (*)	A juste	Duración (min)	Dc (*)	A juste
5	0,132	A	5	0,234	A
10	0,119	A	10	0,237	A
15	0,161	A	15	0,248	A
30	0,157	A	30	0,279	A
Dt (**)		0,327	Dt (**)		0,361
Estación 100-631					
Duración (min)	Dc (*)	A juste			
5	0,255	A			
10	0,176	A			
15	0,268	A			
30	0,212	A			
Dt (**)		0,361			

Cuadro 30. Resultados del Coeficiente de Determinación por estación

Estación	R ²
69-633	97,70
69-661	97,20
69-679	99,00
69-681	97,60
71-15	98,40
72-157	99,43
73-123	96,40
73-129	98,03
74-51	97,73
74-53	92,71
76-55	98,81
81-05	97,50
84-139	99,44
84-141	97,13
84-145	96,44
84-191	98,73
84-195	94,63
85-21	99,05
87-13	99,09
88-35	96,88
88-41	95,18
98-75	98,50
98-87	93,50
98-91	96,51
98-95	98,90
100-3	97,78
100-631	94,54

4.3. Diseño de las Curvas de Intensidad-Duración –Frecuencia para las estaciones en estudio

En los siguientes gráficos se muestran los resultados de las CIDF por estación.

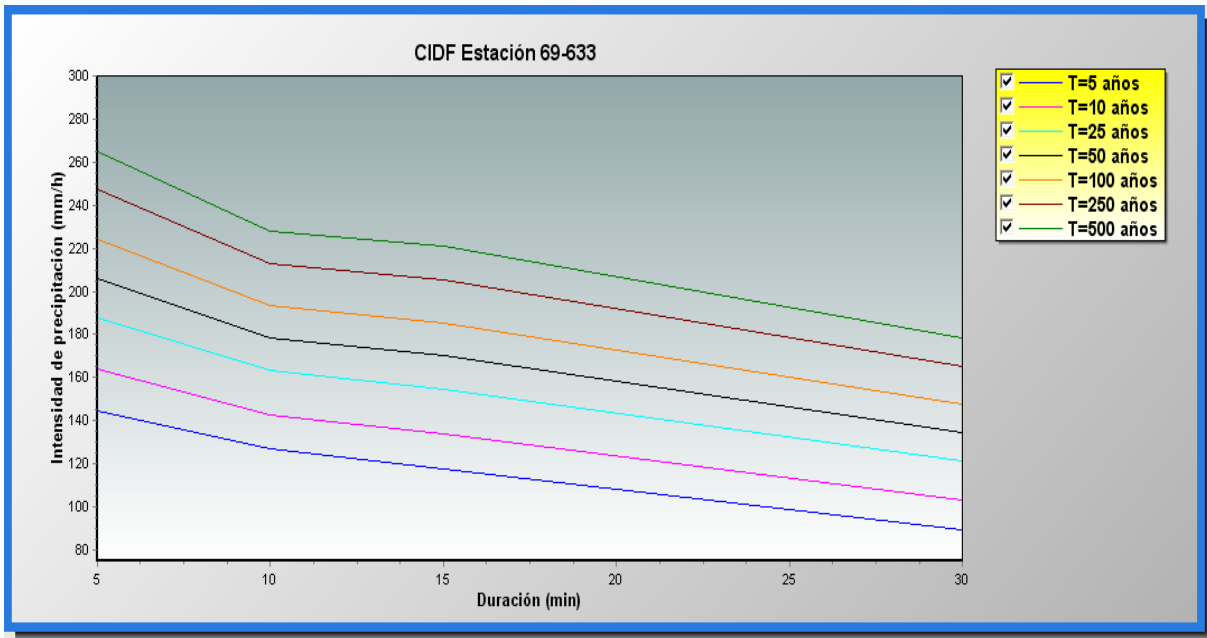


Figura 3. Curvas IDF. Estación 69-633

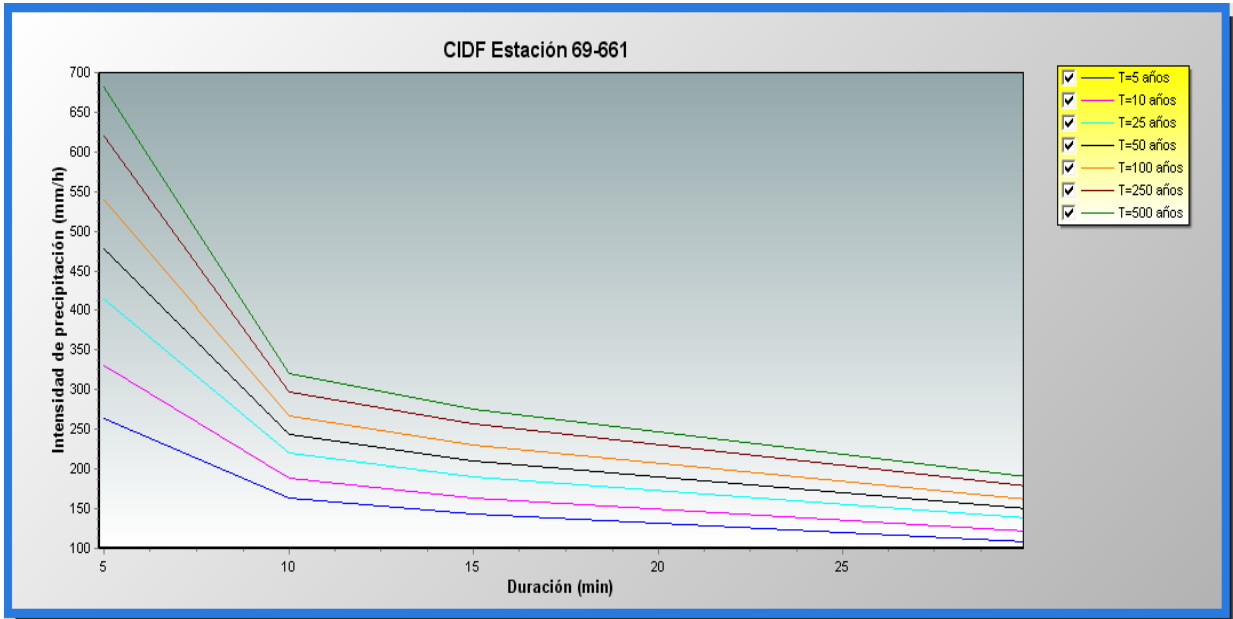


Figura 4. Curvas IDF. Estación 69-661

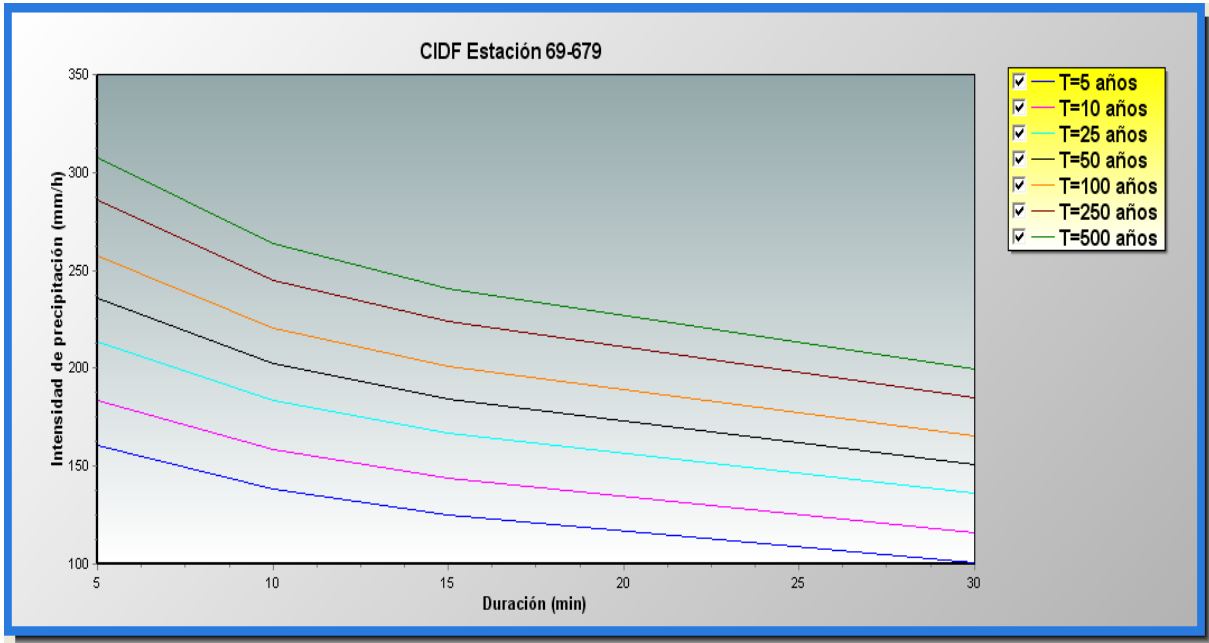


Figura 5. Curvas IDF. Estación 69-679

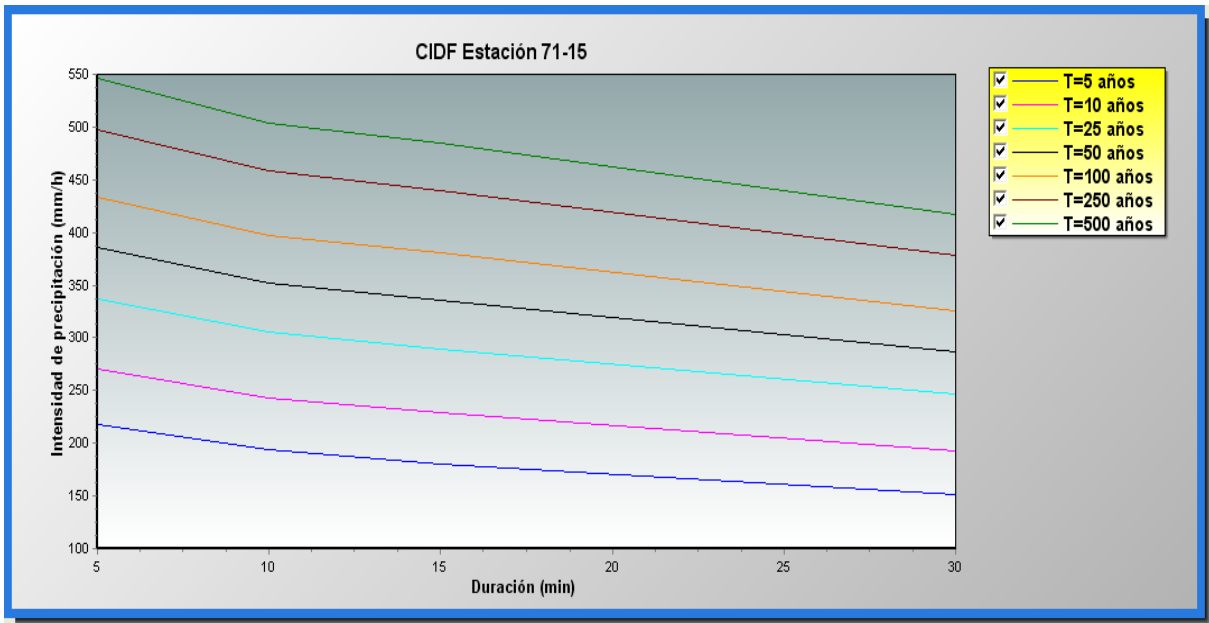


Figura 6. Curvas IDF. Estación 71-15

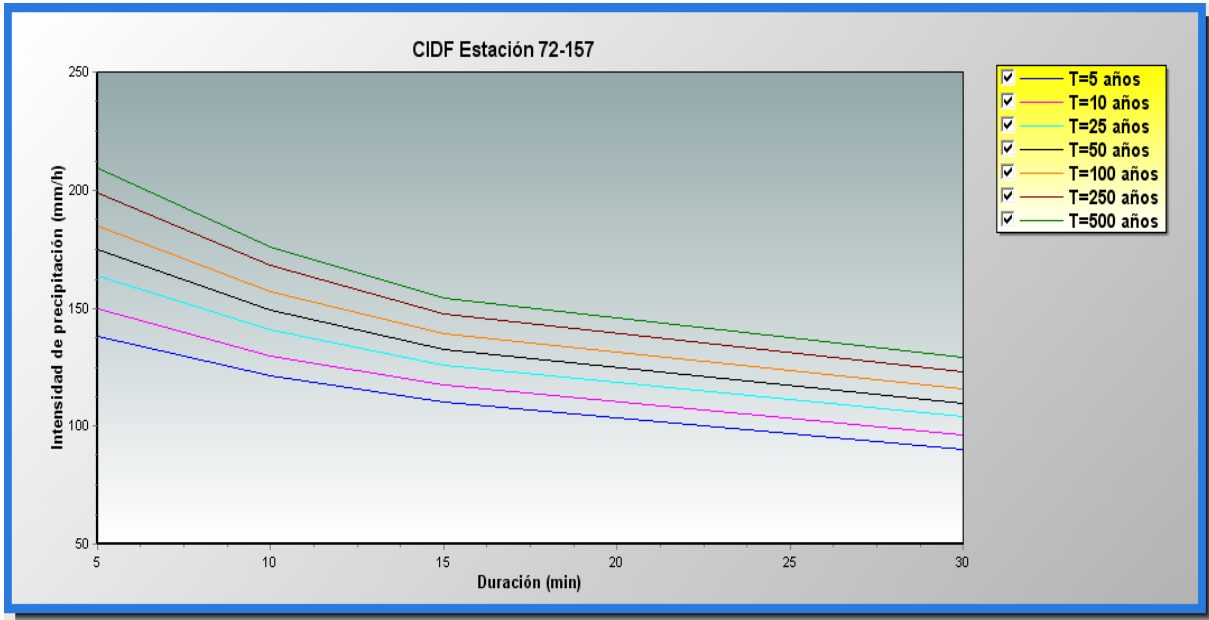


Figura 7. Curvas IDF. Estación 72-157

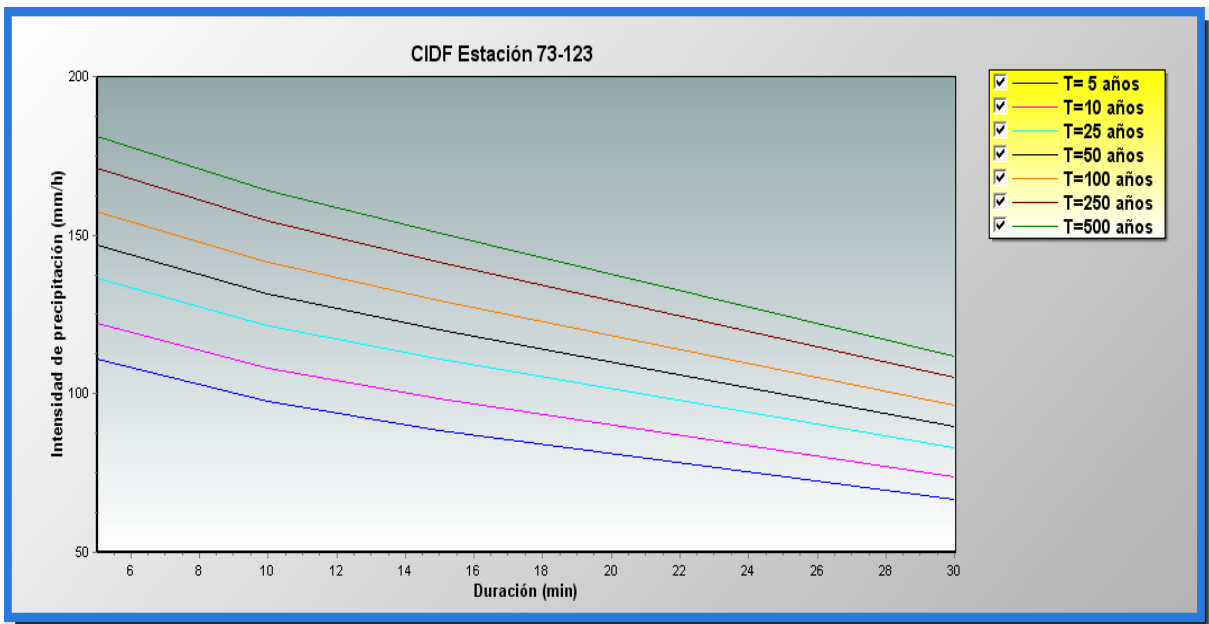


Figura 8. Curvas IDF. Estación 73-123

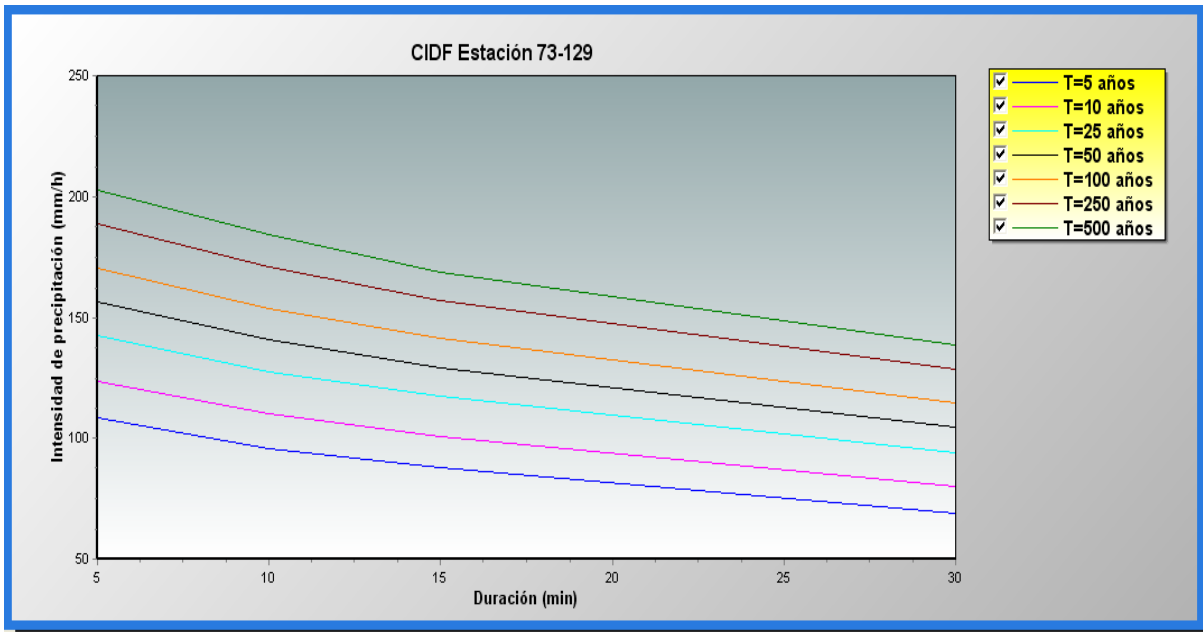


Figura 9. Curvas IDF. Estación 73-129

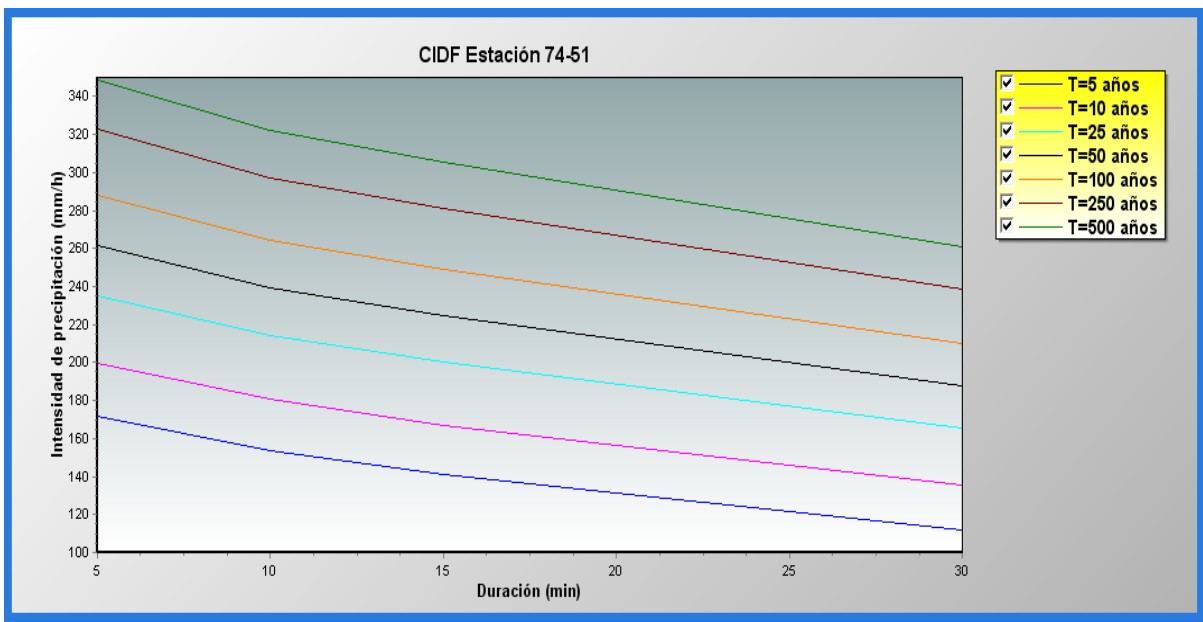


Figura 10. Curvas IDF. Estación 74-51

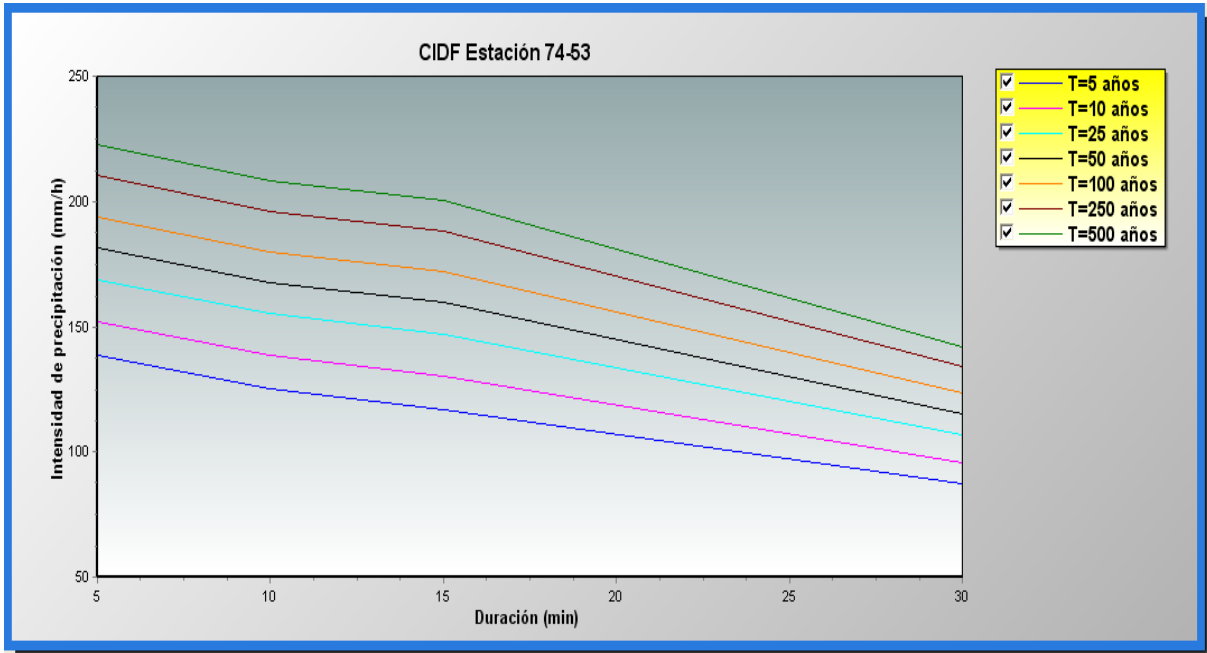


Figura 11. Curvas IDF. Estación 74-53

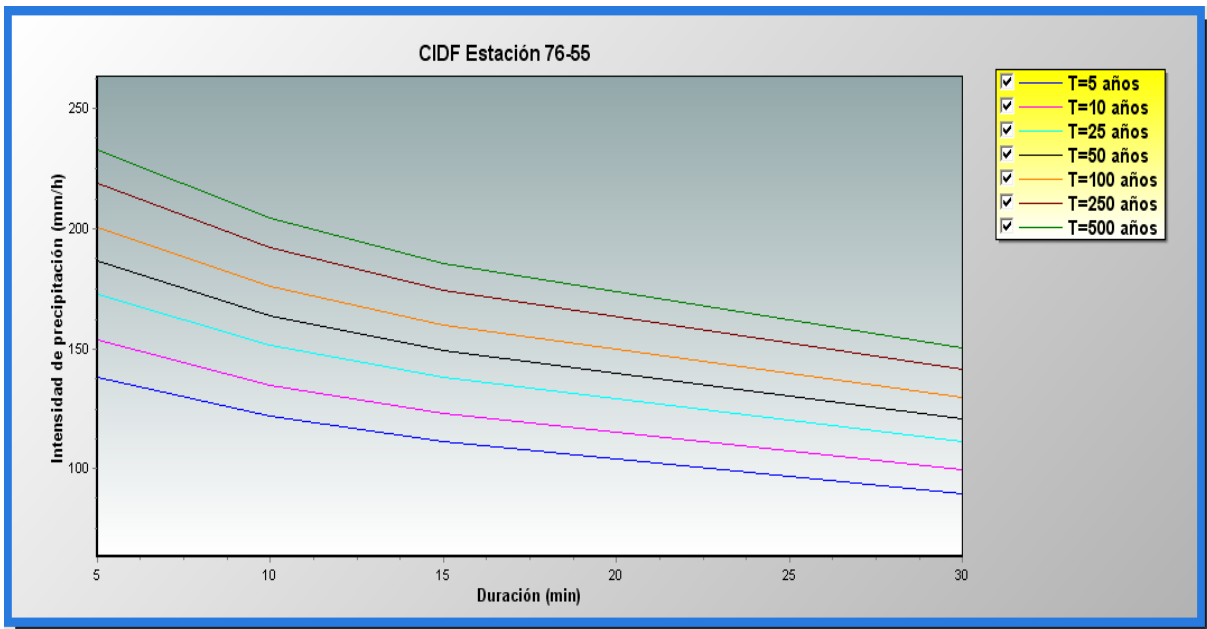


Figura 12. Curvas IDF. Estación 76-55

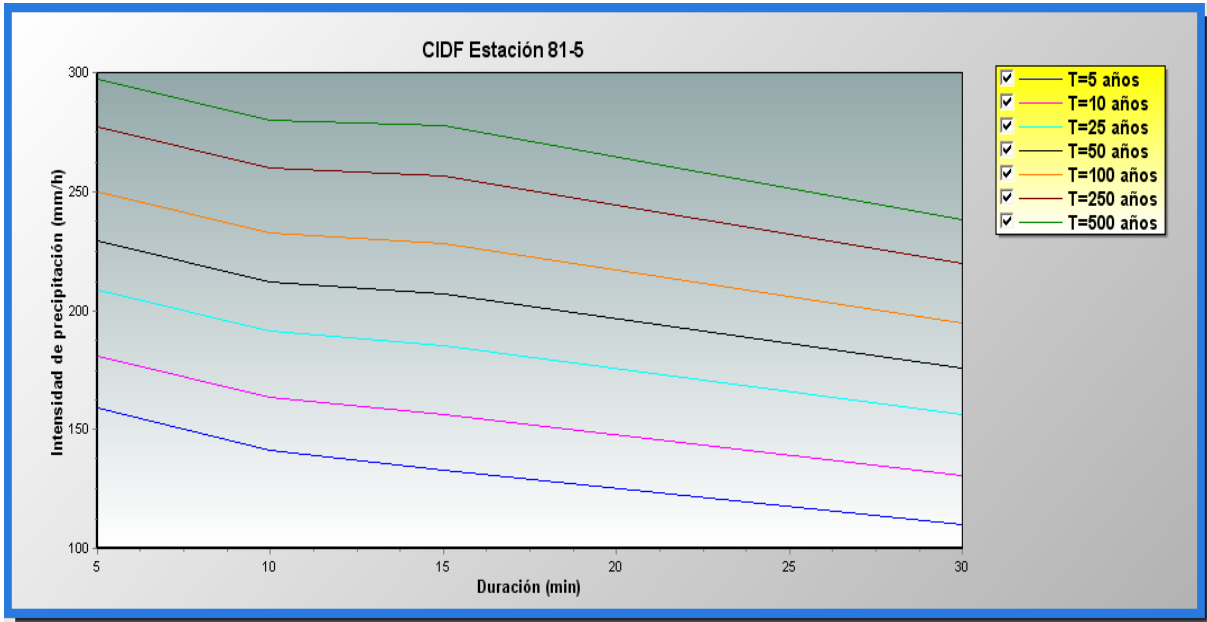


Figura 13. Curvas IDF. Estación 81-05

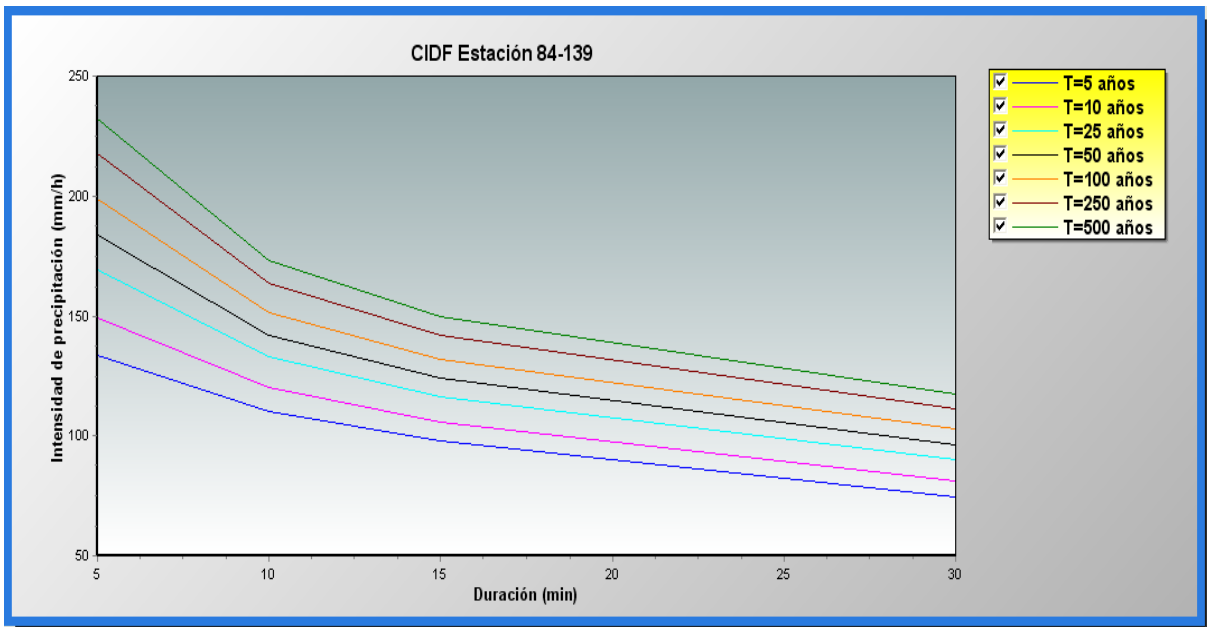


Figura 14. Curvas IDF. Estación 84-139

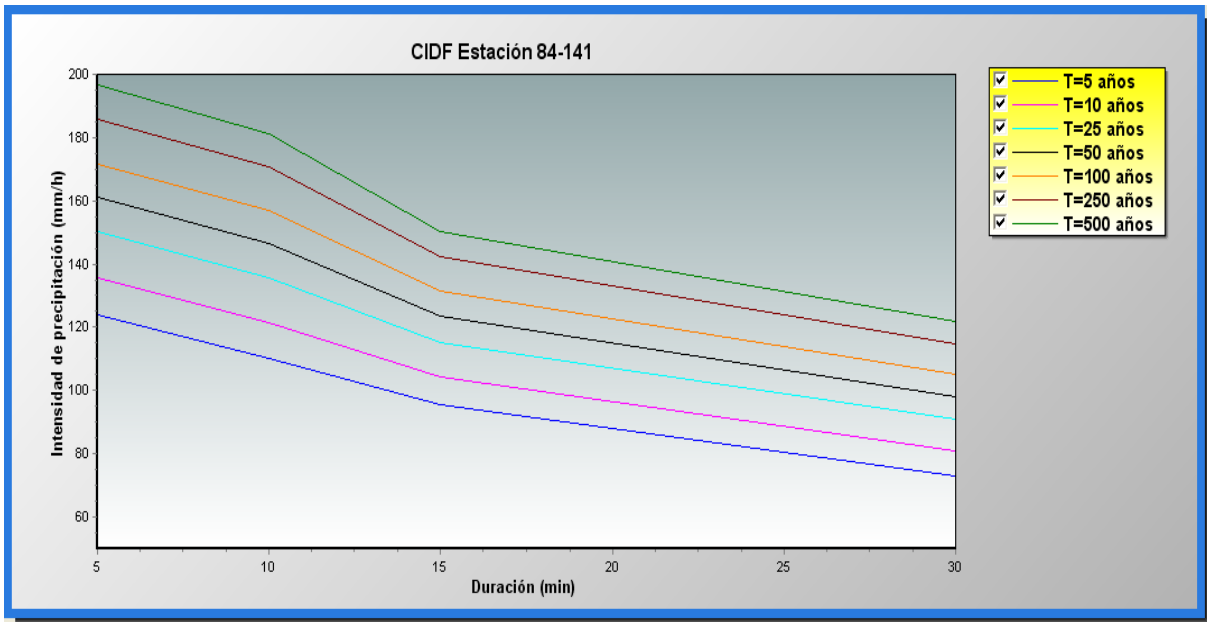


Figura 15. Curvas IDF. Estación 84-141

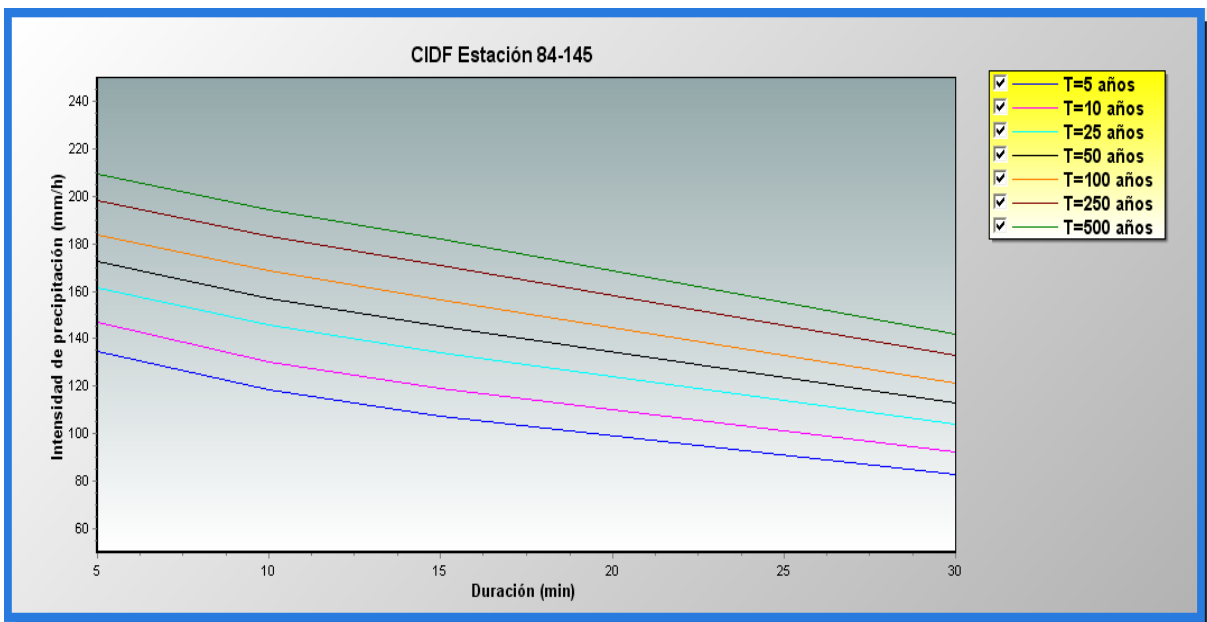


Figura 16. Curvas IDF. Estación 84-145

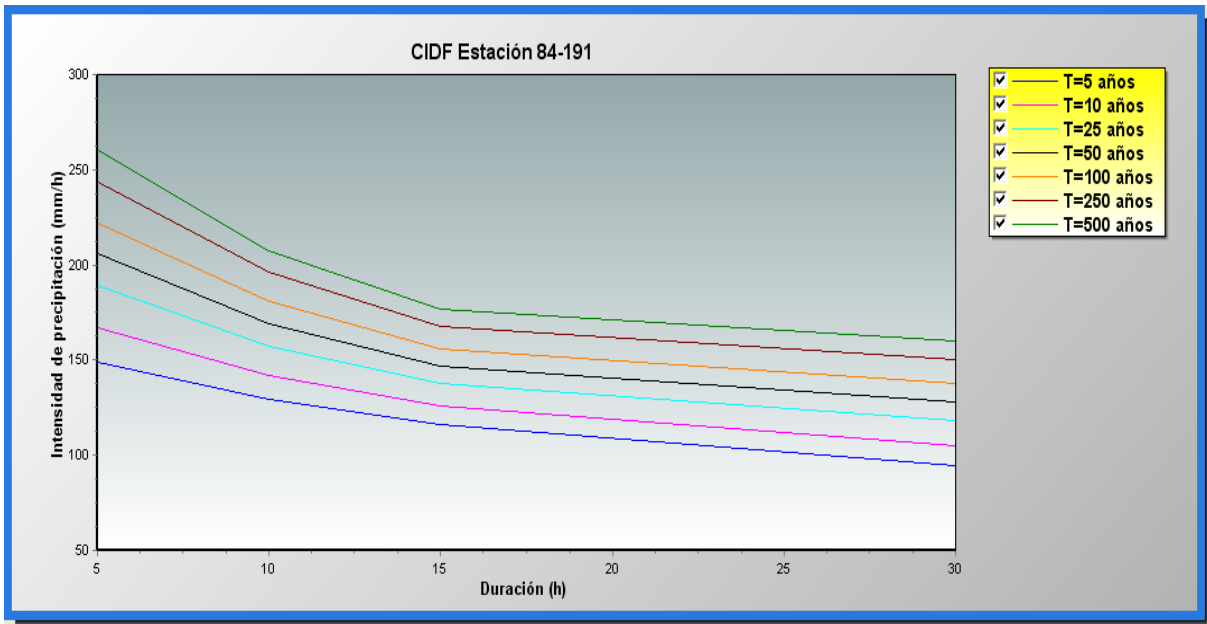


Figura 17. Curvas IDF. Estación 84-191

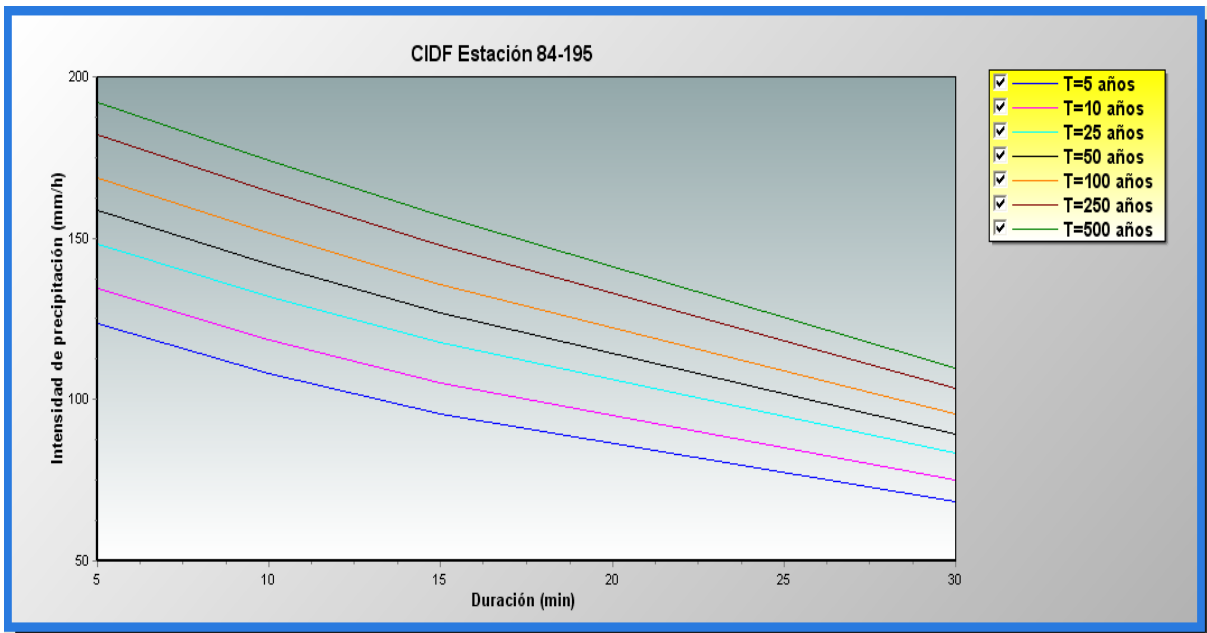


Figura 18. Curvas IDF. Estación 84-195

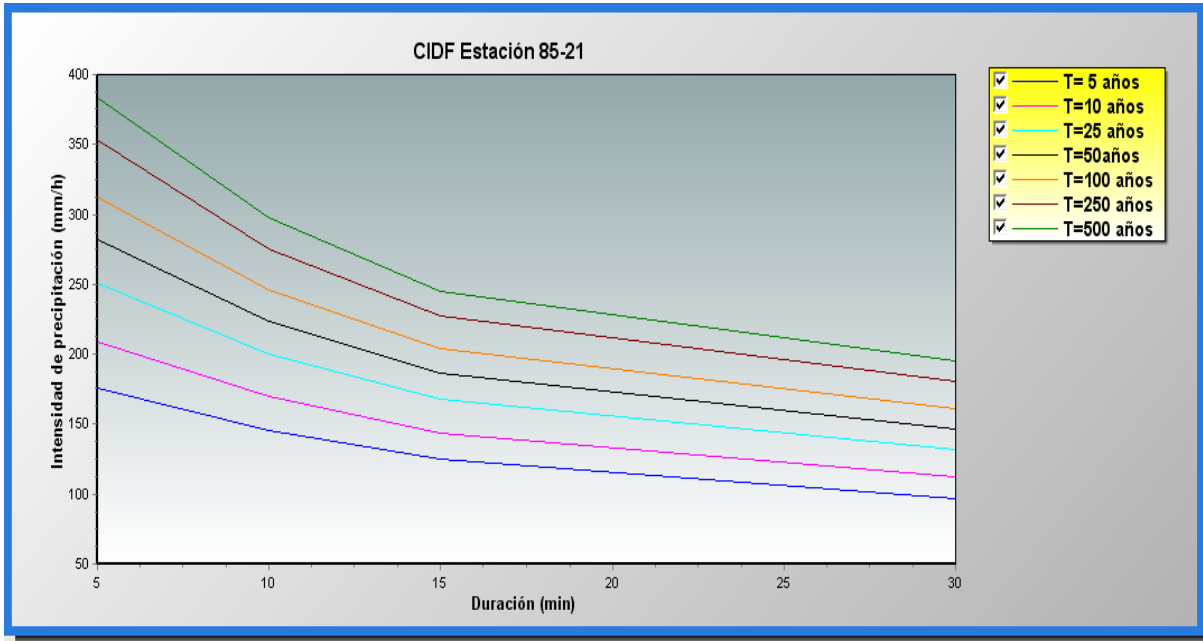


Figura 19. Curvas IDF. Estación 84-21

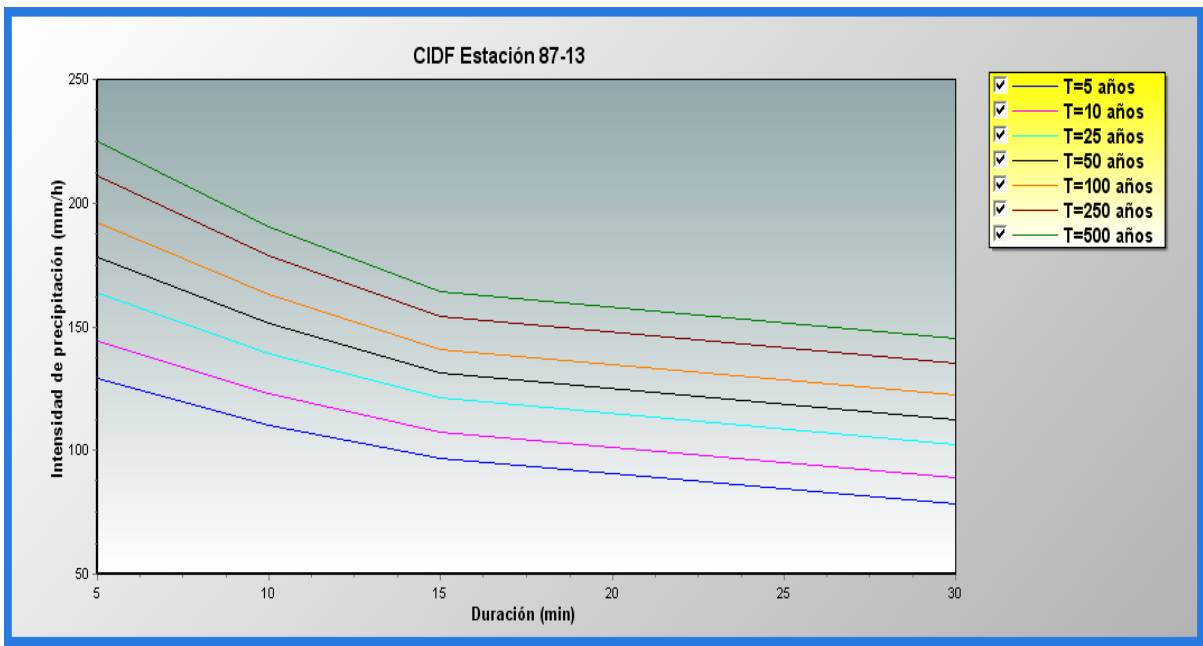


Figura 20. Curvas IDF. Estación 87-13

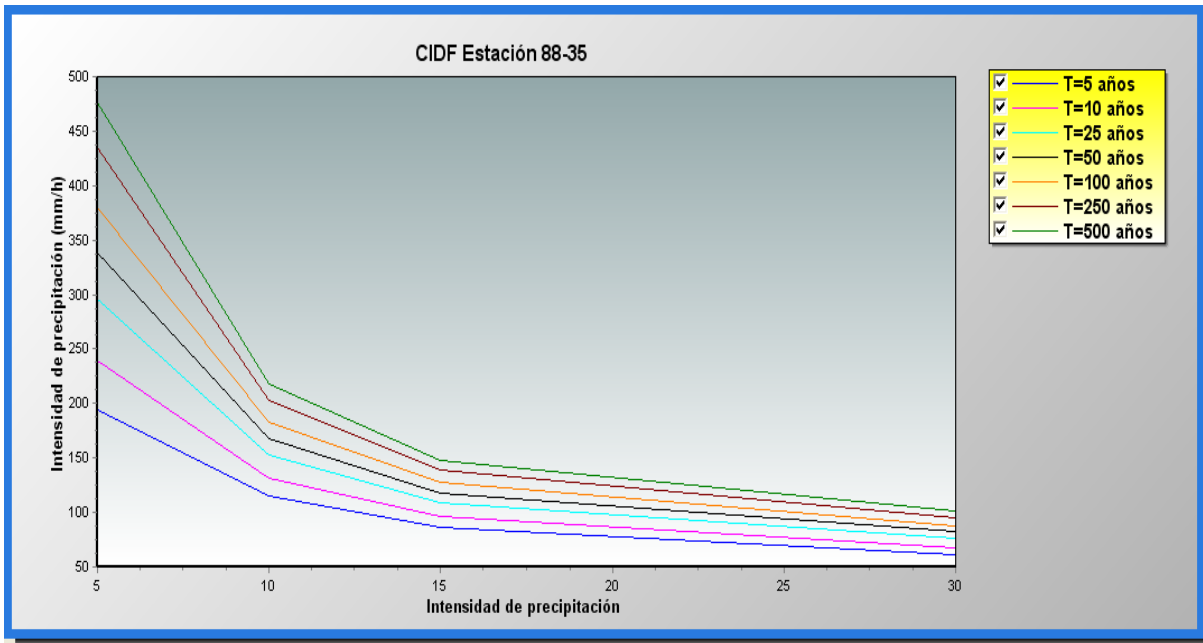


Figura 21. Curvas IDF. Estación 88-35

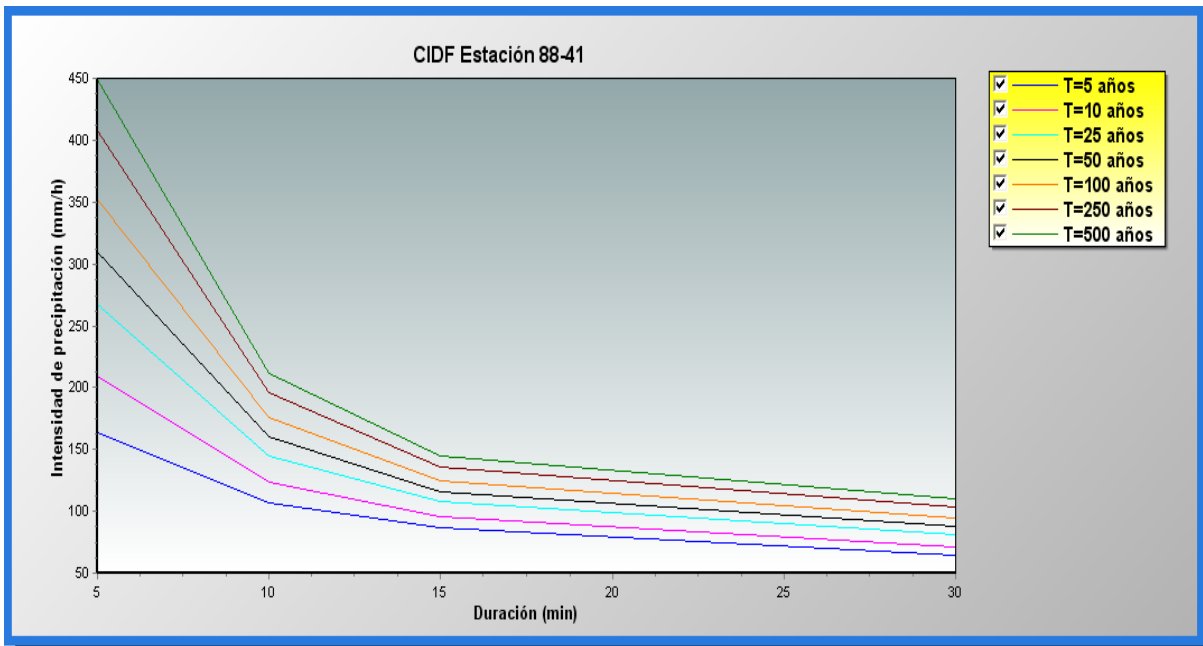


Figura 22. Curvas IDF. Estación 88-41

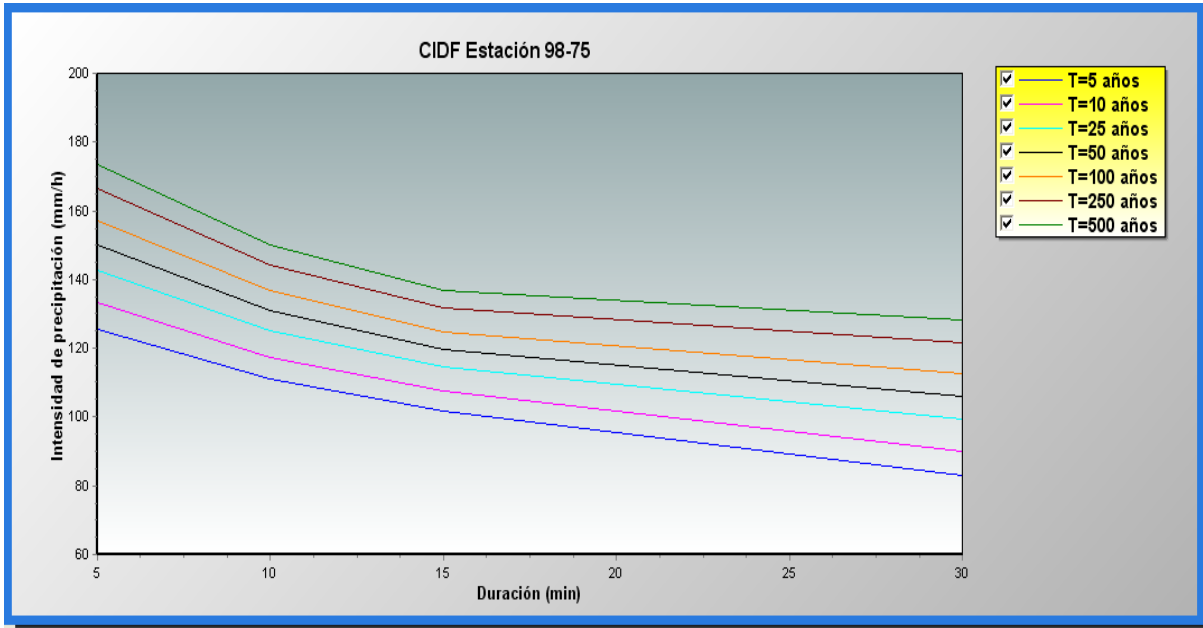


Figura 23. Curvas IDF. Estación 98-75

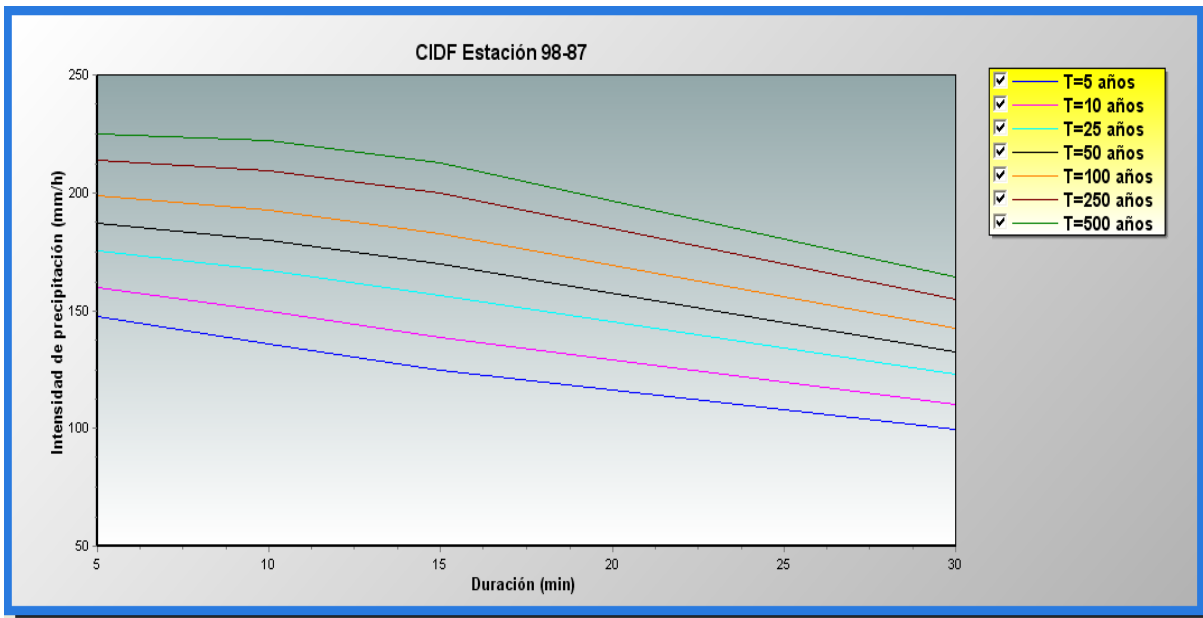


Figura 24. Curvas IDF. Estación 98-87

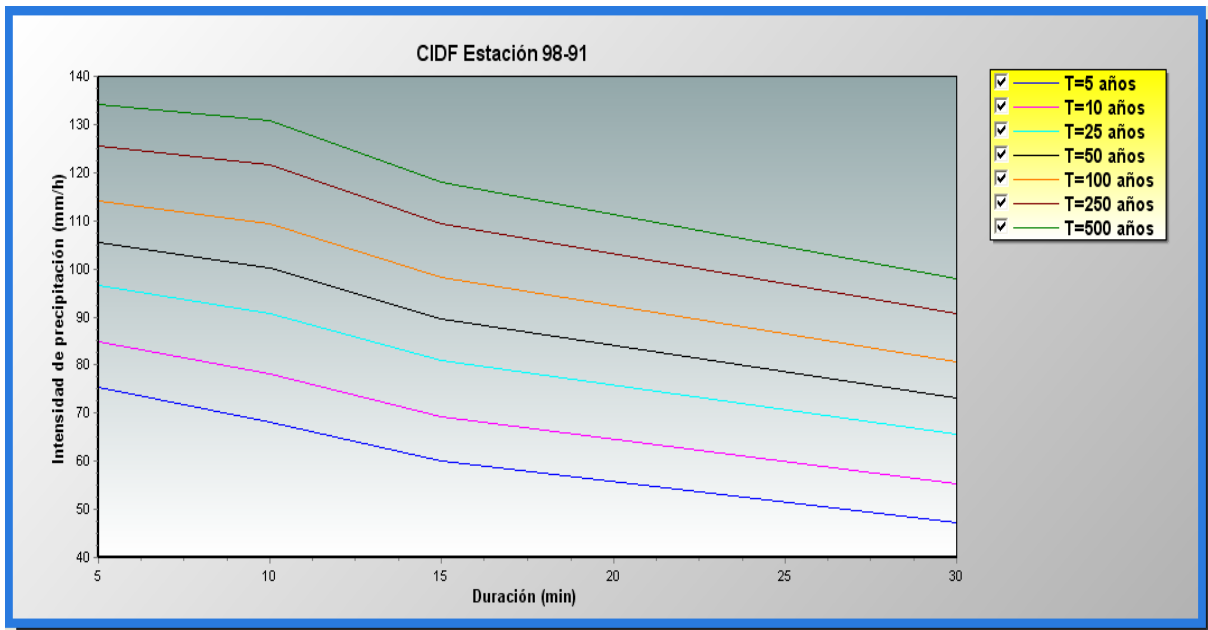


Figura 25. Curvas IDF. Estación 98-91

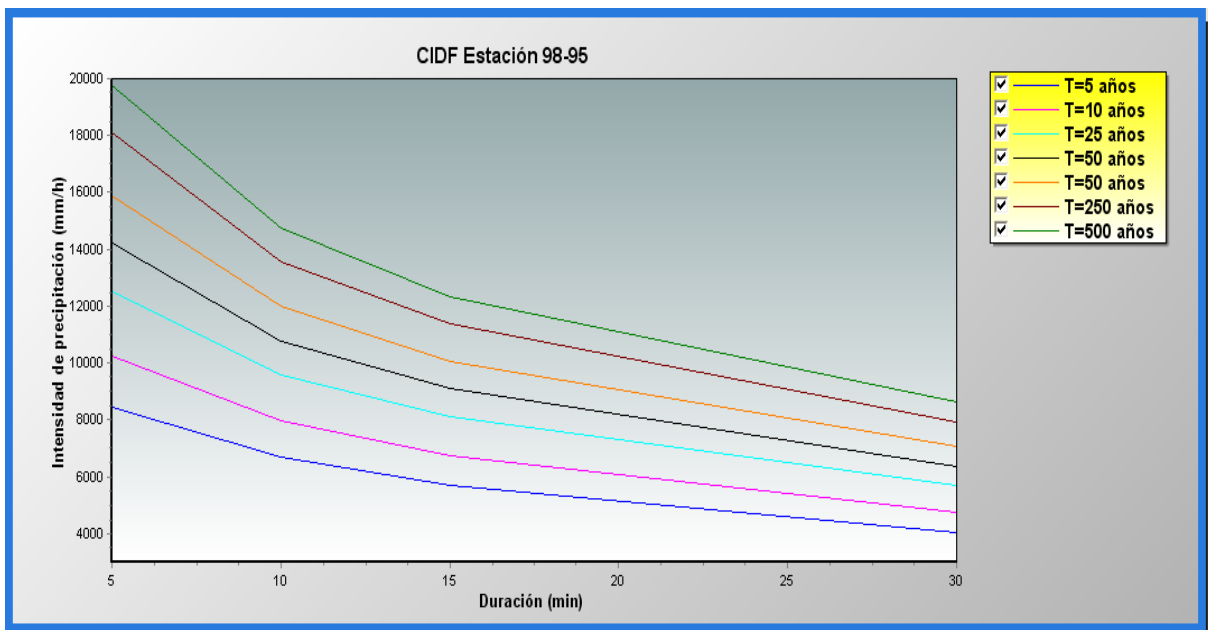


Figura 26. Curvas IDF. Estación 98-95

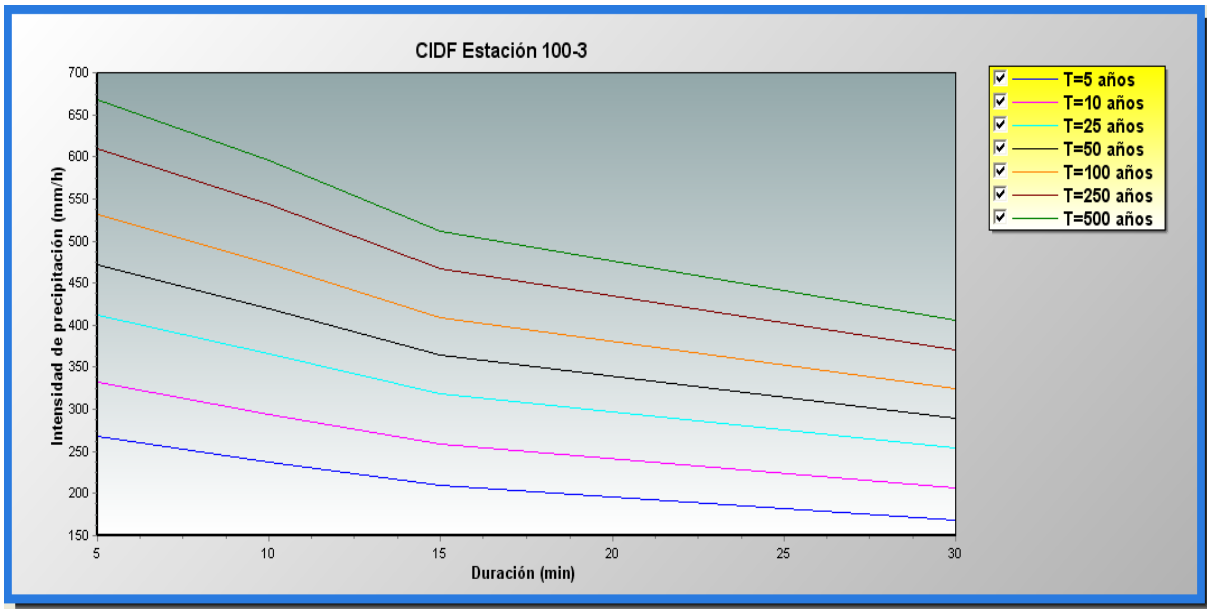


Figura 27. Curvas IDF. Estación 100-03

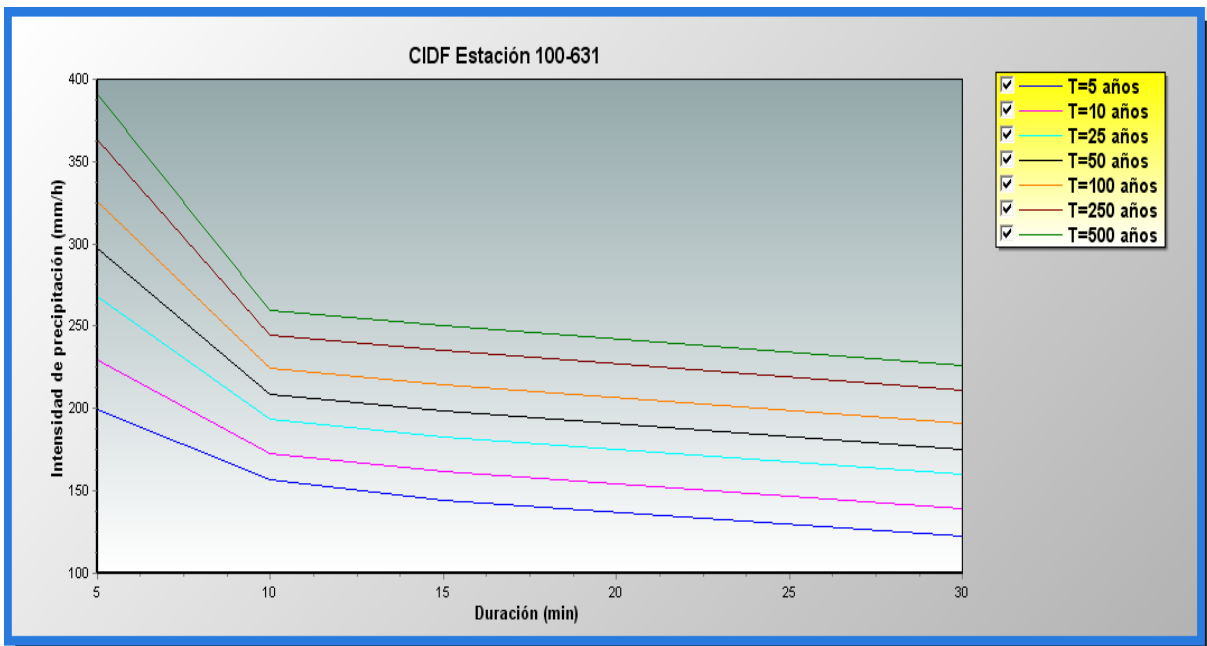


Figura 28. Curvas IDF. Estación 100-631

4.4. Diseño de las CIDF por el Método Analítico

De acuerdo con Aparicio (1997), las CIDF se generan mediante un modelo de regresión lineal, de este modo se puede extrapolar la ecuación generada a zonas que carezcan de registros pluviográficos y que se encuentren relativamente cerca. Las ecuaciones se generaron para resultados de la Distribución de Gumbel, que corresponde al método que mejor se aplica a las condiciones de país, luego de comparar los resultados mediante el método de Log Pearson III y el Método Gráfico.

Los resultados de los modelos por estación se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 31. Modelos ajustados por estación pluviográfica

Estación	Ecuación	Años de registro	R ²
69-633	$I = 176,82 * T^{0,135} / D^{0,235}$	17	97,70
69-661	$I = 1188,82 * T^{0,161} / D^{0,819}$	13	97,50
69-679	$I = 199,06 * T^{0,141} / D^{0,248}$	14	99,00
69-681	$I = 182,86 * T^{0,110} / D^{0,235}$	12	97,50
71-15	$I = 243,78 * T^{0,192} / D^{0,248}$	16	98,40
72-157	$I = 193,28 * T^{0,079} / D^{0,258}$	12	99,43
73-123	$I = 152,08 * T^{0,111} / D^{0,274}$	14	96,40
73-129	$I = 130,31 * T^{0,140} / D^{0,227}$	13	98,03
74-51	$I = 186,06 * T^{0,163} / D^{0,190}$	13	97,73
74-53	$I = 184,40 * T^{0,108} / D^{0,247}$	16	92,71
76-55	$I = 179,23 * T^{0,110} / D^{0,242}$	12	98,81
81-05	$I = 161,07 * T^{0,151} / D^{0,151}$	14	97,50
84-139	$I = 215,33 * T^{0,101} / D^{0,356}$	12	99,44
84-141	$I = 174,33 * T^{0,104} / D^{0,285}$	16	97,13
84-145	$I = 170,69 * T^{0,107} / D^{0,239}$	16	96,44
84-191	$I = 203,05 * T^{0,106} / D^{0,268}$	12	98,73
84-195	$I = 187,08 * T^{0,101} / D^{0,322}$	16	94,63
85-21	$I = 268,84 * T^{0,154} / D^{0,364}$	13	99,05
87-13	$I = 166,90 * T^{0,120} / D^{0,262}$	15	99,09
88-35	$I = 610,71 * T^{0,137} / D^{0,777}$	15	96,88
88-41	$I = 456,14 * T^{0,147} / D^{0,686}$	11	95,18
98-75	$I = 153,69 * T^{0,073} / D^{0,197}$	14	98,50
98-87	$I = 175,04 * T^{0,105} / D^{0,192}$	16	93,50
98-91	$I = 87,27 * T^{0,140} / D^{0,213}$	12	96,51
98-95	$I = 14622,03 * T^{0,169} / D^{0,443}$	12	98,90
100-3	$I = 341,82 * T^{0,192} / D^{0,276}$	13	97,78
100-631	$I = 262,60 * T^{0,126} / D^{0,284}$	13	94,54

4.5. Medida de bondad de ajuste

Para cada uno de los modelos ajustados de cada estación se probó la medida de bondad de ajuste, correspondiente al Coeficiente de Determinación (R^2) ambas utilizadas para validar los modelos obtenidos para cada una de las estaciones pluviográficas.

En el Cuadro 31 se muestran los resultados del Coeficiente de Determinación para los modelos de las estaciones.

4.6. Análisis de varianza

Dentro del análisis de varianza de la regresión lineal múltiple, se realizó la prueba de Distribución de Fisher o F con un nivel de confianza de 95% para determinar si se rechaza la hipótesis nula aceptando la ecuación de regresión lineal múltiple.

Cuadro 32. Resultados de la Prueba de Distribución F por estación

Estación	Prueba Distribución F
69-633	Se rechaza Ho
69-661	Se rechaza Ho
69-679	Se rechaza Ho
69-681	Se rechaza Ho
71-15	Se rechaza Ho
72-157	Se rechaza Ho
73-123	Se rechaza Ho
73-129	Se rechaza Ho
74-51	Se rechaza Ho
74-53	Se rechaza Ho
76-55	Se rechaza Ho
81-05	Se rechaza Ho
84-139	Se rechaza Ho
84-141	Se rechaza Ho
84-145	Se rechaza Ho
84-191	Se rechaza Ho
84-195	Se rechaza Ho
85-21	Se rechaza Ho
87-13	Se rechaza Ho
88-35	Se rechaza Ho
88-41	Se rechaza Ho
98-75	Se rechaza Ho
98-87	Se rechaza Ho
98-91	Se rechaza Ho
98-95	Se rechaza Ho
100-3	Se rechaza Ho
100-631	Se rechaza Ho

Del análisis de varianza se verificó la tendencia lineal entre las variables período de retorno, duración e intensidad de precipitación, para cada uno de los modelos por estación. Por lo que para cada una de las estaciones en análisis, se acepta la ecuación correspondiente para el cálculo de la Intensidad de Precipitación, obtenida mediante regresión lineal múltiple

5. Referencias

Aparicio, F. 1997. Fundamentos de Hidrología de Superficie. Balderas, México: Limusa

Kazmier, L., Díaz, A. 1993. Estadística Aplicada a la Administración y a la Economía. Segunda Edición. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana de México , S.A. de C.V. México

Pizarro, R., Flores, J., Sangüesa, C. et. al. S.F. Modulo 1. Leyes de distribución de procesos. hidrológicos.

http://eias.utralca.cl/Docs/pdf/Publicaciones/manuales/a_modulo_leyes.pdf

Ramírez, M., Ghanem, A., Lárez, H. 2006. Estudio comparativo de los diferentes métodos utilizados para la predicción de intensidades máximas de precipitación para el diseño adecuado de estructuras hidráulicas. Revista Saber Volumen 18. N°2: 189-196. Universidad de Oriente. Venezuela.

Rojas, N. 2004. Análisis de Regresión para el cálculo del caudal máximo anual, con diferentes probabilidades de excedencia. Tesis. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

U.S. Department of the interior Geological Survey. 1982. Guidelines for determining flood flow frequency. Bulletin # 17B of the Hydrology Subcommittee.

6. Anexos

Anexo 1

Valor de K_N para el test de datos salidos
10% de nivel de significancia

Fuente: U.S. Department of the interior Geological Survey, 1982

Sample size	K_N value	Sample size	K_N value	Sample size	K_N value	Sample size	K_N value
10	2.036	45	2.727	80	2.940	115	3.064
11	2.088	46	2.736	81	2.945	116	3.067
12	2.134	47	2.744	82	2.949	117	3.070
13	2.175	48	2.753	83	2.953	118	3.073
14	2.213	49	2.760	84	2.957	119	3.075
15	2.247	50	2.768	85	2.961	120	3.078
16	2.279	51	2.775	86	2.966	121	3.081
17	2.309	52	2.783	87	2.970	122	3.083
18	2.335	53	2.790	88	2.973	123	3.086
19	2.361	54	2.798	89	2.977	124	3.089
20	2.385	55	2.804	90	2.981	125	3.092
21	2.408	56	2.811	91	2.984	126	3.095
22	2.429	57	2.818	92	2.989	127	3.097
23	2.448	58	2.824	93	2.993	128	3.100
24	2.467	59	2.831	94	2.996	129	3.102
25	2.486	60	2.837	95	3.000	130	3.104
26	2.502	61	2.842	96	3.003	131	3.107
27	2.519	62	2.849	97	3.006	132	3.109
28	2.534	63	2.854	98	3.011	133	3.112
29	2.549	64	2.860	99	3.014	134	3.114
30	2.563	65	2.866	100	3.017	135	3.116
31	2.577	66	2.871	101	3.021	136	3.119
32	2.591	67	2.877	102	3.024	137	3.122
33	2.604	68	2.883	103	3.027	138	3.124
34	2.616	69	2.888	104	3.030	139	3.126
35	2.628	70	2.893	105	3.033	140	3.129
36	2.639	71	2.897	106	3.037	141	3.131
37	2.650	72	2.903	107	3.040	142	3.133
38	2.661	73	2.908	108	3.043	143	3.135
39	2.671	74	2.912	109	3.046	144	3.138
40	2.682	75	2.917	110	3.049	145	3.140
41	2.692	76	2.922	111	3.052	146	3.142
42	2.700	77	2.927	112	3.055	147	3.144
43	2.710	78	2.931	113	3.058	148	3.146
44	2.719	79	2.935	114	3.061	149	3.148

Anexo 2

Valores de Y_T , Y_n y S_n para distintos períodos de retorno para ser utilizados en el análisis de distribución de frecuencia de Gumbel.

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

N°datos	y_n	S_n	N°datos	y_n	S_n	N°datos	y_n	S_n
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			

Anexo 3

Test de Kolmogorov-Smirnov sobre Bondad de Ajuste

<i>n</i>	<i>Nivel de significación α</i>							
	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
1	0.90000	0.95000	0.97500	0.99000	0.99500	0.99750	0.99900	0.99950
2	0.68337	0.77639	0.84189	0.90000	0.92929	0.95000	0.96838	0.97764
3	0.56481	0.63604	0.70760	0.78456	0.82900	0.86428	0.90000	0.92065
4	0.49265	0.56522	0.62394	0.68887	0.73424	0.77639	0.82217	0.85047
5	0.44698	0.50945	0.56328	0.62718	0.66853	0.70543	0.75000	0.78137
6	0.41037	0.46799	0.51926	0.57741	0.61661	0.65287	0.69571	0.72479
7	0.38148	0.43607	0.48342	0.53844	0.57581	0.60975	0.65071	0.67930
8	0.35831	0.40962	0.45427	0.50654	0.54179	0.57429	0.61368	0.64098
9	0.33910	0.38746	0.43001	0.47960	0.51332	0.54443	0.58210	0.60846
10	0.32260	0.36866	0.40925	0.45562	0.48893	0.51872	0.55500	0.58042
11	0.30829	0.35242	0.39122	0.43670	0.46770	0.49539	0.53135	0.55588
12	0.29577	0.33815	0.37543	0.41918	0.44905	0.47672	0.51047	0.53422
13	0.28470	0.32549	0.36143	0.40362	0.43247	0.45921	0.49189	0.51490
14	0.27481	0.31417	0.34890	0.38970	0.41762	0.44352	0.47520	0.49753
15	0.26589	0.30397	0.33750	0.37713	0.40420	0.42934	0.45611	0.48182
16	0.25778	0.29472	0.32733	0.36571	0.39201	0.41644	0.44637	0.46750
17	0.25039	0.28627	0.31796	0.35528	0.38086	0.40464	0.43380	0.45540
18	0.24360	0.27851	0.30936	0.34569	0.37062	0.39380	0.42224	0.44234
19	0.23735	0.27136	0.30143	0.33685	0.36117	0.38379	0.41156	0.43119
20	0.23156	0.26473	0.29408	0.32866	0.35241	0.37451	0.40165	0.42085
21	0.22517	0.25858	0.28724	0.32104	0.34426	0.36588	0.39243	0.41122
22	0.22115	0.25283	0.28087	0.31394	0.33666	0.35782	0.38382	0.40223
23	0.21646	0.24746	0.27491	0.30728	0.32954	0.35027	0.37575	0.39380
24	0.21205	0.24242	0.26931	0.30104	0.32286	0.34318	0.36787	0.38588
25	0.20790	0.23768	0.26404	0.29518	0.31657	0.33651	0.36104	0.37743
26	0.20399	0.23320	0.25908	0.28962	0.30963	0.33022	0.35431	0.37139
27	0.20030	0.22898	0.25438	0.28438	0.30502	0.32425	0.34794	0.36473
28	0.19680	0.22497	0.24993	0.27942	0.29971	0.31862	0.34190	0.35842
29	0.19348	0.22117	0.24571	0.27471	0.29466	0.31327	0.33617	0.35242
30	0.19032	0.21756	0.24170	0.27023	0.28986	0.30818	0.33072	0.34672
31	0.18732	0.21412	0.23788	0.26596	0.28529	0.30333	0.32553	0.34129
32	0.18445	0.21085	0.23424	0.26189	0.28094	0.29870	0.32058	0.33611
33	0.18171	0.20771	0.23076	0.25801	0.27577	0.29428	0.31584	0.33115
34	0.17909	0.21472	0.22743	0.25429	0.27271	0.29005	0.31131	0.32641
35	0.17659	0.20185	0.22425	0.25073	0.26897	0.28600	0.30597	0.32187
36	0.17418	0.19910	0.22119	0.24732	0.26532	0.28211	0.30281	0.31751
37	0.17188	0.19646	0.21826	0.24404	0.26180	0.27838	0.29882	0.31333
38	0.16966	0.19392	0.21544	0.24089	0.25843	0.27483	0.29498	0.30931
39	0.16753	0.19148	0.21273	0.23785	0.25518	0.27135	0.29125	0.30544

<i>n</i>	<i>Nivel de significación α</i>							
	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
40	0.16547	0.18913	0.21012	0.23494	0.25205	0.26803	0.28772	0.30171
41	0.16349	0.18687	0.20760	0.23213	0.24904	0.26482	0.28429	0.29811
42	0.16158	0.18468	0.20517	0.22941	0.24613	0.26173	0.28097	0.29465
43	0.15974	0.18257	0.20283	0.22679	0.24332	0.25875	0.27778	0.29130
44	0.15795	0.18051	0.20056	0.22426	0.24060	0.25587	0.27468	0.28806
45	0.15623	0.17856	0.19837	0.22181	0.23798	0.25308	0.27169	0.28493
46	0.15457	0.17665	0.19625	0.21944	0.23544	0.25038	0.26880	0.28190
47	0.15295	0.17481	0.19420	0.21715	0.23298	0.24776	0.26600	0.27896
48	0.15139	0.17301	0.19221	0.21493	0.23059	0.24523	0.26328	0.27611
49	0.14987	0.17128	0.19028	0.21281	0.22832	0.24281	0.26069	0.27339
50	0.14840	0.16959	0.18841	0.21068	0.22604	0.24039	0.25809	0.27067
<i>n</i> > 50	$\frac{1.07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.52}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.63}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.73}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.85}{\sqrt{n}}$	$\frac{1.95}{\sqrt{n}}$

Anexo 4

Valores de F excedidos con probabilidades de cinco y uno por ciento
 Fuente: http://www.fagro.edu.uy/~biometria/mmccii/Matcurso/2007/tabla_estad.pdf

n ₂	5 % (normal) y 1 % (negritas) puntos para la distribución de F																			n ₂					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50		75	100	200	500	∞
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	246	248	249	250	251	252	253	253	254	254	254	254
2	4052	4999	5404	5624	5764	5859	5928	5981	6022	6056	6083	6107	6143	6170	6209	6234	6260	6286	6302	6324	6334	6350	6360	6366	6366
3	98.50	99.00	99.16	99.25	99.30	99.33	99.36	99.38	99.39	99.40	99.41	99.42	99.43	99.44	99.45	99.46	99.47	99.48	99.48	99.48	99.49	99.49	99.50	99.50	99.50
4	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.71	8.69	8.66	8.64	8.62	8.59	8.58	8.56	8.55	8.54	8.53	8.53	8.53
5	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.34	27.23	27.13	27.05	26.92	26.83	26.69	26.60	26.50	26.41	26.35	26.28	26.24	26.18	26.15	26.13	26.13
6	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.87	5.84	5.80	5.77	5.75	5.72	5.70	5.68	5.66	5.65	5.64	5.63	5.63
7	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66	14.55	14.45	14.37	14.25	14.15	14.02	13.93	13.84	13.75	13.69	13.61	13.58	13.52	13.49	13.46	13.46
8	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.64	4.60	4.56	4.53	4.50	4.46	4.44	4.42	4.41	4.39	4.37	4.37	4.37
9	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16	10.05	9.96	9.89	9.77	9.68	9.55	9.47	9.38	9.29	9.24	9.17	9.13	9.08	9.04	9.02	9.02
10	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.96	3.92	3.87	3.84	3.81	3.77	3.75	3.73	3.71	3.69	3.68	3.67	3.67
11	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	7.79	7.72	7.60	7.52	7.40	7.31	7.23	7.14	7.09	7.02	6.99	6.93	6.90	6.88	6.88
12	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.53	3.49	3.44	3.41	3.38	3.34	3.32	3.29	3.27	3.25	3.24	3.23	3.23
13	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	6.54	6.47	6.36	6.28	6.16	6.07	5.99	5.91	5.86	5.79	5.75	5.70	5.67	5.65	5.65
14	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.24	3.20	3.15	3.12	3.08	3.04	3.02	2.99	2.97	2.95	2.94	2.93	2.93
15	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.73	5.67	5.56	5.48	5.36	5.28	5.20	5.12	5.07	5.00	4.96	4.91	4.88	4.86	4.86
16	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.03	2.99	2.94	2.90	2.86	2.83	2.80	2.77	2.76	2.73	2.72	2.71	2.71
17	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	5.18	5.11	5.01	4.92	4.81	4.73	4.65	4.57	4.52	4.45	4.41	4.36	4.33	4.31	4.31
18	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.86	2.83	2.77	2.74	2.70	2.66	2.64	2.60	2.59	2.56	2.55	2.54	2.54
19	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.77	4.71	4.60	4.52	4.41	4.33	4.25	4.17	4.12	4.05	4.01	3.96	3.93	3.91	3.91

5% (normal) y 1% (negritas) puntos para la distribución de F
n1 grados de libertad (para el mayor cuadrado medio)

n2	5% (normal) y 1% (negritas) puntos para la distribución de F																															n2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞								
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.74	2.70	2.65	2.61	2.57	2.53	2.51	2.47	2.46	2.43	2.42	2.40	11							
12	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.46	4.40	4.29	4.21	4.10	4.02	3.94	3.86	3.81	3.74	3.71	3.66	3.62	3.60	12							
13	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.64	2.60	2.54	2.51	2.47	2.43	2.40	2.37	2.35	2.32	2.31	2.30	13							
14	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.22	4.16	4.05	3.97	3.86	3.78	3.70	3.62	3.57	3.50	3.47	3.41	3.38	3.36	14							
15	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.56	2.51	2.46	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23	2.22	2.21	15							
16	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	4.02	3.96	3.86	3.78	3.66	3.59	3.51	3.43	3.38	3.31	3.27	3.22	3.19	3.17	16							
17	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.48	2.44	2.39	2.35	2.31	2.27	2.24	2.21	2.19	2.16	2.14	2.13	17							
18	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.86	3.80	3.70	3.62	3.51	3.43	3.35	3.27	3.22	3.15	3.11	3.06	3.03	3.00	18							
19	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.42	2.38	2.33	2.29	2.25	2.20	2.18	2.14	2.12	2.10	2.08	2.07	19							
20	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.73	3.67	3.56	3.49	3.37	3.29	3.21	3.13	3.08	3.01	2.98	2.92	2.89	2.87	20							
21	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.37	2.33	2.28	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.07	2.04	2.02	2.01	21							
22	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.62	3.55	3.45	3.37	3.26	3.18	3.10	3.02	2.97	2.90	2.86	2.81	2.78	2.75	22							
23	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.33	2.29	2.23	2.19	2.15	2.10	2.08	2.04	2.02	1.99	1.97	1.96	23							
24	8.40	6.11	5.19	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.52	3.46	3.35	3.27	3.16	3.08	3.00	2.92	2.87	2.80	2.76	2.71	2.68	2.65	24							
25	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.29	2.25	2.19	2.15	2.11	2.06	2.04	2.00	1.98	1.95	1.93	1.92	25							
26	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.43	3.37	3.27	3.19	3.08	3.00	2.92	2.84	2.78	2.71	2.68	2.62	2.59	2.57	26							
27	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.26	2.21	2.16	2.11	2.07	2.03	2.00	1.96	1.94	1.91	1.89	1.88	27							
28	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.36	3.30	3.19	3.12	3.00	2.92	2.84	2.76	2.71	2.64	2.60	2.55	2.51	2.49	28							
29	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.22	2.18	2.12	2.08	2.04	1.99	1.97	1.93	1.91	1.88	1.86	1.84	29							
30	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.29	3.23	3.13	3.05	2.94	2.86	2.78	2.69	2.64	2.57	2.54	2.48	2.44	2.42	30							
31	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.20	2.16	2.10	2.05	2.01	1.96	1.94	1.90	1.88	1.84	1.83	1.81	31							
32	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40	3.31	3.24	3.17	3.07	2.99	2.88	2.80	2.72	2.64	2.58	2.51	2.48	2.42	2.38	2.36	32							
33	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.17	2.13	2.07	2.03	1.98	1.94	1.91	1.87	1.85	1.82	1.80	1.78	33							
34	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.18	3.12	3.02	2.94	2.83	2.75	2.67	2.58	2.53	2.46	2.42	2.36	2.33	2.31	34							
35	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.15	2.11	2.05	2.01	1.96	1.91	1.88	1.84	1.82	1.79	1.77	1.76	35							
36	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30	3.21	3.14	3.07	2.97	2.89	2.78	2.70	2.62	2.54	2.48	2.41	2.37	2.32	2.28	2.26	36							
37	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.13	2.09	2.03	1.98	1.94	1.89	1.86	1.82	1.80	1.77	1.75	1.73	37							
38	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	3.09	3.03	2.93	2.85	2.74	2.66	2.58	2.49	2.44	2.37	2.33	2.27	2.24	2.21	38							
39	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.11	2.07	2.01	1.96	1.92	1.87	1.84	1.80	1.78	1.75	1.73	1.71	39							
40	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22	3.13	3.06	2.99	2.89	2.81	2.70	2.62	2.54	2.45	2.40	2.33	2.29	2.23	2.19	2.17	40							
41	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.09	2.05	1.99	1.95	1.90	1.85	1.82	1.78	1.76	1.73	1.71	1.69	41							
42	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	3.02	2.96	2.86	2.78	2.66	2.58	2.50	2.42	2.36	2.29	2.25	2.19	2.16	2.13	42							
43	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.08	2.04	1.97	1.93	1.88	1.84	1.81	1.76	1.74	1.71	1.69	1.67	43							
44	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15	3.06	2.99	2.93	2.82	2.75	2.63	2.55	2.47	2.38	2.33	2.26	2.22	2.16	2.12	2.10	44							
45	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.06	2.02	1.96	1.91	1.87	1.82	1.79	1.75	1.73	1.69	1.67	1.65	45							
46	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.96	2.90	2.79	2.72	2.60	2.52	2.44	2.35	2.30	2.23	2.19	2.13	2.09	2.06	46							
47	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.05	2.01	1.94	1.90	1.85	1.81	1.77	1.73	1.71	1.67	1.65	1.64	47							
48	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09	3.00	2.93	2.87	2.77	2.69	2.57	2.49	2.41	2.33	2.27	2.20	2.16	2.10	2.06	2.03	48							
49	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.04	1.99	1.93	1.89	1.84	1.79	1.76	1.72	1.70	1.66	1.64	1.62	49							
50	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.91	2.84	2.74	2.66	2.55	2.47	2.39	2.30	2.25	2.17	2.13	2.07	2.03	2.01	50							
51	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14	2.10	2.07	2.01	1.97	1.91	1.86	1.82	1.77	1.74	1.69	1.67	1.63	1.61	1.59	51							
52	7.50	5.34	4.46	3.97	3.65	3.43	3.26	3.13	3.02	2.93	2.86	2.80	2.70	2.62	2.50	2.42	2.34	2.25	2.20	2.12	2.08	2.02	1.98	1.96	52							

