

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“GENERACIÓN DE INTENSIDADES DE PRECIPITACIÓN
MÁXIMA EN ESTACIONES SIN INFORMACIÓN
PLUVIOGRÁFICA (CUENCA DEL RIO ILLPA – PUNO)”**

TESIS

PRESENTADO POR:

RONALD ERNESTO PAREDES PINTO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO – PERÚ

2015

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

TESIS

**“GENERACIÓN DE INTENSIDADES DE PRECIPITACIÓN
MÁXIMA EN ESTACIONES SIN INFORMACIÓN
PLUVIOGRÁFICA (CUENCA DEL RIO ILLPA – PUNO)”**

**PRESENTADO POR:
RONALD ERNESTO PAREDES PINTO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
INGENIERO AGRÍCOLA**

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE


.....
M.Sc. OSCAR MAMANI LUQUE

PRIMER MIEMBRO


.....
Mg. ROBERTO ALFARO ALEJO

SEGUNDO MIEMBRO


.....
Mg. BERNARDO COLOMA PAXI

DIRECTOR DE TESIS


.....
M.Sc. LORENZO GABRIEL CIEZA CORONEL

ASESOR DE TESIS


.....
M.Sc. HECTOR ALFREDO HUAMAN GUTIERREZ

ÁREA : Ingeniería y Tecnología
TEMA: Modelamiento hidrológico
LÍNEA: Recursos Hídricos

DEDICATORIA

*A mis adorados padres Fabián y Mercedes
por brindarme el apoyo incondicional e
ideales que me inculcaron.*

*A mi amor y mi hija Rossi Analí, para ser
mi mayor inspiración y fuerza en la vida.*

*A mis queridos hermanos(as) Patricia,
Walter, Angélica Doris y Juan Carlos por
el cariño y por estar pendiente.*

*A mis abuelitos(as) (+) paternales y
maternales; Ernesto y Dominga, Anselmo y
Josefa, por haberme brindado los buenos
consejos de la vida.*

*A mi tía abuelita (+) Justa por haberme
transmitido la importancia de estudiar.*

*A todos mis familiares, tíos(as) y a mis
primos(as) por haber compartido la alegría
y el aliento moral.*

AGRADECIMIENTO

*A Dios todo poderoso, por todo para
cumplir mis metas.*

*A la Universidad Nacional del Altiplano
Puno, por ser mi alma mater, por haberme
dado la oportunidad de formación
profesional.*

*A todos los Docentes de la Facultad de
Ingeniería Agrícola, quienes contribuyeron
con mi formación académica, que
compartieron sus conocimientos y
experiencias.*

*A los honorables miembros del jurado
revisor, por sus comentarios y revisión de
esta tesis.*

*A mis amigos y compañeros, por haber
compartido los momentos de estudio y
alegría.*

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del Problema	2
1.2 Antecedentes	3
1.3 Objetivos de la Investigación.....	4
1.3.1 Objetivo General	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
CAPITULO II.....	5
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 Marco Teórico	5
2.1.1 Cuenca Hidrológica	5
2.1.2 Características Físicas de una Cuenca Hidrográfica	6
2.1.3 Ciclo Hidrológico	6
2.1.4 Precipitación.....	7
2.1.5 Análisis de los Datos Pluviométricos	11
2.1.6 Análisis de Frecuencia	18
2.1.7 Selección de la Función de Distribución de Probabilidad.....	25
2.1.8 Estudio de una Tormenta	29
2.1.9 Hietograma de Precipitación de Diseño Utilizando las Relaciones IDF	33
2.1.10 Curva de Intensidad – Duración – Frecuencia	34
2.1.11 Ecuación que Relaciona la Intensidad-Duración-Frecuencia	37
2.1.12 Caudal Máximo	38
2.2 Marco Conceptual.....	39
2.2.1 Hidrología.....	39
2.2.2 Sistema Hidrológico.....	39
2.2.3 Modelo Hidrológico.....	39
2.2.4 Hietograma.....	40
2.2.5 Intensidad de lluvia.....	40

2.3 Hipótesis de la Investigación.....	40
2.3.1 Hipótesis General	40
2.3.2 Hipótesis Específica	40
 CAPITULO III.....	41
MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	41
3.1 Materiales e Instrumentos	41
3.1.1 Material de Información Pluviométrica	41
3.1.2 Instrumentos y Equipos	42
3.2 Metodología.....	42
3.2.1 Recopilación de Información Histórica de Precipitación Máxima en 24 horas	42
3.2.2 Selección de la Precipitación Máxima en 24 horas	42
3.2.3 Análisis de la Información Pluviométrica.....	42
3.2.4 Análisis de Frecuencia de las Series Hidrológicas.....	43
3.2.5 Selección de la Distribución de Probabilidades Teóricas	44
3.2.6 Estimación de Precipitación Máxima en 24 horas.....	44
3.2.7 Distribución de Intensidad de Lluvia Máxima	45
3.2.8 Determinación de la Ecuación de Intensidad-Duración- Frecuencia.....	46
 CAPITULO IV	47
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.....	47
4.1 Características Generales de la Zona de Estudio.....	47
4.1.1 Ubicación Política	47
4.1.2 Ubicación Hidrográfica	48
4.1.3 Límites Hidrográficos	48
4.1.4 Descripción del Ámbito de Estudio	50
 CAPITULO V	51
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	51
5.1 Selección de Precipitación Máxima en 24 horas	51

5.2	Análisis de la Información Pluviométrica	53
5.2.1	Pruebas de Homogeneidad	53
5.2.2	Pruebas de Independencia	59
5.2.3	Pruebas de Estacionalidad	65
5.3	Análisis de Frecuencia de las Series Hidrológicas	68
5.4	Selección de la Distribución de Probabilidades Teóricas	69
5.4.1	Análisis Gráfico	69
5.4.2	Método del Error Cuadrático Mínimo	73
5.4.3	Prueba de Smirnov-Kolmogorov	78
5.5	Estimación de Precipitación Máxima en 24 horas	82
5.6	Distribución de Intensidad de Lluvia Máxima	82
5.6.1	Modelo de Dick Peschke	82
5.6.2	Modelo de Frederick C. Bell	88
5.6.3	Método Basado en los Perfiles de Lluvia (SCS)	94
5.7	Ecuaciones IDF de las Estaciones Mañazo, Illpa, Umayo y Puno	110
5.8	Ecuación IDF de Registro Pluviográfico de la Estación Puno	111
5.9	Comparación de Intensidad mediante Ecuaciones IDF Pluviográficas y Pluviométricas de la Estación Puno	113
CONCLUSIONES		119
RECOMENDACIONES		120
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....		121
ANEXOS.....		123

ÍNDICE DE TABLA Y CUADROS

Tabla 2.1 Distribuciones de lluvia según el SCS.....	33
Cuadro 3.1 Estaciones meteorológicas.....	41
Cuadro 5.1 Precipitación máxima en 24 horas estación Mañazo.....	51
Cuadro 5.2 Precipitación máxima en 24 horas estación Illpa.....	52
Cuadro 5.3 Precipitación máxima en 24 horas estación Umayo.....	52
Cuadro 5.4 Precipitación máxima en 24 horas estación Puno.....	53
Cuadro 5.5 Prueba de Helmerst estación Mañazo.....	54
Cuadro 5.6 Prueba de t de Student estación Mañazo.....	54
Cuadro 5.7 Prueba de Cramer estación Mañazo.....	54
Cuadro 5.8 Prueba de Helmerst estación Illpa.....	55
Cuadro 5.9 Prueba de t de Student estación Illpa.....	55
Cuadro 5.10 Prueba de Cramer estación Illpa.....	56
Cuadro 5.11 Prueba de Helmerst estación Umayo.....	56
Cuadro 5.12 Prueba de t de Student estación Umayo.....	57
Cuadro 5.13 Prueba de Cramer estación Umayo.....	57
Cuadro 5.14 Prueba de t de Student estación Puno.....	58
Cuadro 5.15 Prueba de Cramer estación Puno.....	58
Cuadro 5.16 Prueba de Helmerst estación Puno.....	59
Cuadro 5.17 Prueba de Anderson estación Mañazo.....	60
Cuadro 5.18 Coeficiente de autocorrelación serial de retraso k estación Mañazo.....	60
Cuadro 5.19 Prueba de Anderson estación Illpa.....	61
Cuadro 5.20 Coeficiente de autocorrelación serial de retraso k estación Illpa...	61
Cuadro 5.21 Prueba de Anderson estación Umayo.....	62
Cuadro 5.22 Coeficiente de autocorrelación serial de retraso k estación Umayo.....	63
Cuadro 5.23 Prueba de Anderson estación Puno.....	64
Cuadro 5.24 Coeficiente de autocorrelación serial de retraso k estación Puno.....	64
Cuadro 5.25 Prueba de Mann Kendall estación Mañazo.....	65
Cuadro 5.26 Prueba de Mann Kendall estación Illpa.....	66

Cuadro 5.27 Prueba de Mann Kendall estación Umayo.....	67
Cuadro 5.28 Prueba de Mann Kendall estación Puno.....	67
Cuadro 5.29 Precipitación máxima diaria estación Mañazo.....	68
Cuadro 5.30 Precipitación máxima diaria estación Illpa.....	68
Cuadro 5.31 Precipitación máxima diaria estación Umayo.....	69
Cuadro 5.32 Precipitación máxima diaria estación Puno.....	69
Cuadro 5.33 Orden de ajuste del análisis gráfico estación Mañazo.....	70
Cuadro 5.34 Orden de ajuste del análisis gráfico estación Illpa.....	71
Cuadro 5.35 Orden de ajuste del análisis gráfico estación Umayo.....	72
Cuadro 5.36 Orden de ajuste del análisis gráfico estación Puno.....	73
Cuadro 5.37 Prueba de error cuadrático mínimo estación Mañazo.....	74
Cuadro 5.38 Prueba de error cuadrático mínimo estación Illpa.....	75
Cuadro 5.39 Prueba de error cuadrático mínimo estación Umayo.....	76
Cuadro 5.40 Prueba de error cuadrático mínimo estación Puno.....	77
Cuadro 5.41 Parámetros estadísticos estación Mañazo.....	78
Cuadro 5.42 Parámetros estadísticos estación Illpa.....	78
Cuadro 5.43 Parámetros estadísticos estación Umayo.....	79
Cuadro 5.44 Parámetros estadísticos estación Puno.....	79
Cuadro 5.45 Valor máximo de prueba de Smirnov-Kolmogorov estación Mañazo.....	79
Cuadro 5.46 Valor máximo de prueba de Smirnov-Kolmogorov estación Illpa..	80
Cuadro 5.47 Valor máximo de prueba de Smirnov-Kolmogorov estación Umayo.....	80
Cuadro 5.48 Valor máximo de prueba de Smirnov-Kolmogorov estación Puno.....	80
Cuadro 5.49 Selección de la función de distribución estación Mañazo.....	81
Cuadro 5.50 Selección de la función de distribución estación Illpa.....	81
Cuadro 5.51 Selección de la función de distribución estación Umayo.....	81
Cuadro 5.52 Selección de la función de distribución estación Puno.....	82
Cuadro 5.53 Precipitación máxima diaria.....	82
Cuadro 5.54 Precipitación máxima modelo Dick Peschke estación Mañazo.....	83
Cuadro 5.55 Intensidad máxima modelo Dick Peschke estación Mañazo.....	83

Cuadro 5.56 Precipitación máxima modelo Dick Peschke estación Illpa.....	84
Cuadro 5.57 Intensidad máxima modelo Dick Peschke estación Illpa.....	85
Cuadro 5.58 Precipitación máxima modelo Dick Peschke estación Umayo.....	86
Cuadro 5.59 Intensidad máxima modelo Dick Peschke estación Umayo.....	86
Cuadro 5.60 Precipitación máxima modelo Dick Peschke estación Puno.....	87
Cuadro 5.61 Intensidad máxima modelo Dick Peschke estación Puno.....	88
Cuadro 5.62 Precipitación máxima modelo F.C. Bell estación Mañazo.....	89
Cuadro 5.63 Intensidad máxima modelo F.C. Bell estación Mañazo.....	89
Cuadro 5.64 Precipitación máxima modelo F.C. Bell estación Illpa.....	90
Cuadro 5.65 Intensidad máxima modelo F.C. Bell estación Illpa.....	91
Cuadro 5.66 Precipitación máxima modelo F.C. Bell estación Umayo.....	92
Cuadro 5.67 Intensidad máxima modelo F.C. Bell estación Umayo.....	92
Cuadro 5.68 Precipitación máxima modelo F.C. Bell estación Puno.....	93
Cuadro 5.69 Intensidad máxima modelo F.C. Bell estación Puno.....	94
Cuadro 5.70 Distribución SCS para Tr de 2 años estación Mañazo.....	96
Cuadro 5.71 Distribución SCS para Tr de 5 años estación Mañazo.....	97
Cuadro 5.72 Distribución SCS para Tr de 10 años estación Mañazo.....	98
Cuadro 5.73 Distribución SCS para Tr de 20 años estación Mañazo.....	99
Cuadro 5.74 Distribución SCS para Tr de 50 años estación Mañazo.....	100
Cuadro 5.75 Distribución SCS para Tr de 100 años estación Mañazo.....	101
Cuadro 5.76 Precipitación máxima de duración 1 a 24 horas estación Mañazo.....	102
Cuadro 5.77 Intensidad máxima de duración 1 a 24 horas estación Mañazo.....	103
Cuadro 5.78 Precipitación máxima de duración 1 a 24 horas estación Illpa.....	104
Cuadro 5.79 Intensidad máxima de duración 1 a 24 horas estación Illpa.....	105
Cuadro 5.80 Precipitación máxima de duración 1 a 24 horas estación Umayo.....	106
Cuadro 5.81 Intensidad máxima de duración 1 a 24 horas estación Umayo....	107
Cuadro 5.82 Precipitación máxima de duración 1 a 24 horas estación Puno...	108
Cuadro 5.83 Intensidad máxima de duración 1 a 24 horas estación Puno.....	109
Cuadro 5.84 Ecuaciones de Intensidad – Duración – Frecuencia.....	111

Cuadro 5.85 Resumen de intensidades máximas (mm/hr) de la estación Puno.....	112
Cuadro 5.86 Orden decreciente de valores de intensidades máximas estación Puno.....	112
Cuadro 5.87 Comparación de intensidades obtenidos mediante el modelo Dyck Peschke y datos pluviográficos estación Puno.....	117
Cuadro 5.88 Comparación de intensidades obtenidos mediante el modelo F.C. Bell y datos pluviográficos estación Puno.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Cuenca hidrológica.....	6
Figura 2.2 Ciclo hidrológico.....	7
Figura 2.3 a) Distribución temporal de tormentas de primer cuartil.	
b) Histograma seleccionados de tormentas del primer cuartil.....	31
Figura 2.4 Localización de los EE.UU. para la aplicación de los hietogramas de lluvia de 24 horas del SCS.....	32
Figura 2.5 Hietogramas de lluvia de 24 horas del Soil Conservation Service....	32
Figura 2.6 Hietograma del método de bloques alternos.....	34
Figura 2.7 Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia.....	35
Figura 4.1 Ubicación del área de estudio.....	47
Figura 4.2 Cuenca del río Illpa.....	48
Figura 4.3 Ubicación hidrográfica de la cuenca del río Illpa.....	49
Figura 5.1 Correlograma de la serie de datos estación Mañazo.....	60
Figura 5.2 Correlograma de la serie de datos estación Illpa.....	62
Figura 5.3 Correlograma de la serie de datos estación Umayo.....	63
Figura 5.4 Correlograma de la serie de datos estación Puno.....	65
Figura 5.5 Análisis gráfico de las distribuciones estación Mañazo.....	70
Figura 5.6 Análisis gráfico de las distribuciones estación Illpa.....	71
Figura 5.7 Análisis gráfico de las distribuciones estación Umayo.....	72
Figura 5.8 Análisis gráfico de las distribuciones estación Puno.....	73
Figura 5.9 Curvas de IDF modelo Dick Peschke estación Mañazo.....	84
Figura 5.10 Curvas de IDF modelo Dick Peschke estación Illpa.....	85
Figura 5.11 Curvas de IDF modelo Dick Peschke estación Umayo.....	87
Figura 5.12 Curvas de IDF modelo Dick Peschke estación Puno.....	88
Figura 5.13 Curvas IDF modelo F.C. Bell estación Mañazo.....	90
Figura 5.14 Curvas IDF modelo F.C. Bell estación Illpa.....	91
Figura 5.15 Curvas IDF modelo F.C. Bell estación Umayo.....	93
Figura 5.16 Curvas IDF modelo F.C. Bell estación Puno.....	94
Figura 5.17 Hietograma Tipo II para Tr de 2 años estación Mañazo.....	96

Figura 5.18 Hietograma Tipo II para Tr de 5 años estación Mañazo.....	97
Figura 5.19 Hietograma Tipo II para Tr de 10 años estación Mañazo.....	98
Figura 5.20 Hietograma Tipo II para Tr de 20 años estación Mañazo.....	99
Figura 5.21 Hietograma Tipo II para Tr de 50 años estación Mañazo.....	100
Figura 5.22 Hietograma Tipo II para Tr de 100 años estación Mañazo.....	101
Figura 5.23 Curvas de IDF método SCS estación Mañazo.....	103
Figura 5.24 Curvas de IDF método SCS estación Illpa.....	105
Figura 5.25 Curvas de IDF método SCS estación Umayo.....	107
Figura 5.26 Curvas de IDF método SCS estación Puno.....	109
Figura 5.27 Comparación de curvas IDF para Tr de 2 años.....	114
Figura 5.28 Comparación de curvas IDF para Tr de 5 años.....	114
Figura 5.29 Comparación de curvas IDF para Tr de 10 años.....	115
Figura 5.30 Comparación de curvas IDF para Tr de 20 años.....	115
Figura 5.31 Comparación de curvas IDF para Tr de 50 años.....	116
Figura 5.32 Comparación de curvas IDF para Tr de 100 años.....	116

RESUMEN

Este estudio contempla generar las intensidades de precipitación para diferentes periodos de retorno ubicadas en la cuenca del río Illpa. Para la obtención de las curvas intensidad – duración – frecuencia (IDF), se emplearon los datos de precipitación máxima en 24 horas de las estaciones Mañazo, Illpa, Umayo y Puno. Con los datos de precipitación máxima, se efectuó el análisis estadístico de la precipitación máxima en 24 horas, mediante las pruebas de homogeneidad resultando series hidrológicas homogéneas, de las pruebas de independencia de Anderson, se encontró que las variables de datos son independientes y de la prueba de estacionalidad de Mann Kendall, se obtuvieron que en las series de análisis no existe tendencia. Luego de efectuar el análisis estadístico, se realiza el análisis de frecuencia mediante las distribuciones de probabilidad Log Normal de 2 Parámetros, Log Normal de 3 Parámetros, Log Pearson Tipo III y Gumbel para diversos periodos de retorno. Para contrastar la función de distribución de mejor ajuste se utiliza los métodos de análisis gráfico, error cuadrático mínimo y Smirnov – Kolmogorov, obteniéndose mejores ajustes en la estación Mañazo Log Normal de 3 Parámetros, en la estación Illpa Log Normal de 2 Parámetros, en la estación Umayo Gumbel y en la estación Puno Log Pearson Tipo III. Para el cálculo de intensidades, curvas IDF y sus respectivas ecuaciones, se utiliza los modelos de F.C. Bell, Dick Peschke y el método de Servicio de Conservación de Suelos (SCS). Los resultados de estos modelos presentan variaciones entre los modelos de F.C. Bell y Dick Peschke para intensidades menores a una hora. Por lo tanto, el presente trabajo contribuirá en la planificación y diseño de estructuras hidráulicas que puedan proyectarse.

Palabras clave: análisis estadístico, curvas IDF, intensidad de precipitación.

ABSTRACT

This study contemplate generate the rainfall intensities for different periods of return located in the basin of the river Illpa. To obtain the curves intensity - duration - frequency (IDF), we used the data of maximum precipitation in 24 hours of the stations Manazo, Illpa, Umayo and Puno. With the data of maximum precipitation, was carried out the statistical analysis of the maximum precipitation in 24 hours, through the homogeneity tests proving series hydrological homogeneous, of evidence of independence of Anderson, it was found that the data of variables are independent and the test of seasonality of Mann Kendall, it was observed that in the series of analysis not exist trend. After to carry statistical analysis, to carry out the analysis of frequency through the probability distributions Log Normal 2 parameters, Log Normal 3 parameters, Log Pearson Type III and Gumbel for various periods of return. To contrast the distribution function of best fit is used the methods of analysis graph, root mean squared error minimum and Smirnov - Kolmogorov, to obtaining best settings in the station Mañazo Log Normal 3 parameters, in the station Illpa Log Normal 2 parameters, in the station Umayo Gumbel and station Puno Log Pearson Type III. For the calculation of intensities, curves IDF and their respective equations, they used the models of F. C. Bell, Dick Peschke and the method of Soil Conservation Service (SCS). The results of these models present variations between the models of F. C. Bell and Dick Peschke for intensities minors than one hour. Therefore, the present work will contribute to the planning and design of hydraulic structures that can be projected.

Key Words: statistical analysis, curves IDF, intensity of precipitation.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Estudiar la precipitación es de suma importancia en el campo hidrológico, para un adecuado diseño y dimensionamiento de las obras civiles. Para esto, es necesario conocer la intensidad de precipitación, para distintos periodos de retorno.

En este estudio se presentan la aplicación de las ecuaciones de precipitación propuestas por Dick Peschke y F. C. Bell, donde el primero relaciona la duración de la tormenta con la precipitación máxima en 24 horas y el segundo obtuvo una ecuación generalizada de intensidad – duración – periodo de retorno, después de analizar los datos de lluvia de la mayoría de los países del mundo que contaban con la mejor información pluviométrica, la ecuación esta originalmente acotada para usarse solo para duraciones de lluvia entre 5 y 120 minutos, para tiempos de retorno entre 2 y 100 años.

También se utilizó la metodología de Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, actualmente Servicio de Conservación de Recursos Naturales, desarrolló hietogramas sintéticos de tormentas para utilizarse en los Estados Unidos con duraciones de tormentas de 6 a 24 horas. Estos hietogramas se dedujeron al utilizar la información presentada por Hesrhfield 1961 y Miller, Frederick y Tracey 1973 y datos de tormentas adicionales. Existen cuatro tormentas de 24 horas de duración, llamadas Tipo I, IA, II y III, respectivamente.

Finalmente, se elaboró las curvas y sus ecuaciones que relacionan la intensidad, duración y frecuencia de las estaciones de Mañazo, Illpa, Umayo y Puno. El cual ayuda a conocer la cantidad de agua precipitada por unidad de tiempo siendo esta una variable aplicada en la ecuación racional para obtener el caudal que permitirá en el futuro poder planificar y diseñar obras de estructuras hidráulicas para evitar costos económicos elevados.

1.1 Planteamiento del Problema

En la actualidad uno de los problemas fundamentales, que se observa en los últimos años eventos máximos de precipitación, los cuales causan problemas como inundaciones en las partes bajas y en las orillas del río, causando daños y pérdidas económicas en el diseño de infraestructuras hidráulicas.

El problema fundamental es la falta de información pluviográfica en la cuenca del río Illpa para el pronóstico de caudal de diseño, el cual permite el subdimensionamiento o sobredimensionamiento de una obra hidráulica implicando costos excesivos a lo largo del tiempo. Para el diseño adecuado de las instalaciones hidráulicas como puentes, estructuras para el control de avenidas, sistemas de drenaje para poblaciones, carreteras y sistemas de abastecimiento de agua. Sin excepción, estos diseños requieren de análisis hidrológicos cuantitativos para la selección del evento de diseño necesario.

Formulación del problema que se plantea es el siguiente:

¿Cuál es la importancia de generar la intensidad de precipitación máxima, para contribuir en el diseño de obras hidráulicas en el río Illpa?

1.2 Antecedentes

Para desarrollar el presente trabajo se ha considerado como base algunos textos y tesis:

Según Chow et ál. (1994), las curvas intensidad – duración – frecuencia de la lluvia permite calcular la intensidad promedio para cierta probabilidad de excedencia y duración.

Por otra parte Campos (1998), se refiere a las curvas IDF como graficas en las cuales se concentran las características de las tormentas de la zona o región, con respecto a sus variables principales como: la magnitud, duración y frecuencia.

Aparicio, F. (2003), para la determinación de las curvas i-d-t relaciona simultáneamente las tres variables en una familia de curvas para elaborar la ecuación, mediante un análisis de correlación lineal múltiple.

Mamani, C. (2006). Tesis de “Estimación de intensidades de lluvia en zonas sin información pluviográficas”, determinó las intensidades de precipitación a partir de la precipitación máxima en 24 horas y la precipitación total máxima mensual de las estaciones de Azangaro, Muñani y Putina.

Ugarte, H. I. (2012). Tesis de “Análisis de precipitaciones máximas diarias para la deducción de fórmulas de intensidad de lluvia, y curvas IDF para las estaciones de Huancané, Moho y Putina”, el cual estimó la intensidad y curvas para las precipitaciones menores a 1 hora mediante el método de Dick Peschke y para duraciones de 1 a 24 horas mediante el método de Servicio de Conservación de Suelos (SCS) obteniendo la intensidad, curvas y ecuación a partir de la precipitación máxima en 24 horas.

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Generar la intensidad a partir de la precipitación máxima en 24 horas en zonas sin información pluviográfica, para contribuir en el diseño de obras hidráulicas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar el análisis estadístico de datos de precipitación máxima en 24 horas.
- Realizar el análisis de frecuencia de la precipitación máxima en 24 horas, empleando los métodos probabilísticos y sus respectivos ajustes.
- Generar la intensidad de precipitación para diferentes duraciones y periodos de retorno.
- Determinar la ecuación de intensidad en función de la duración y periodo de retorno para la zona en estudio.

CAPITULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Marco Teórico

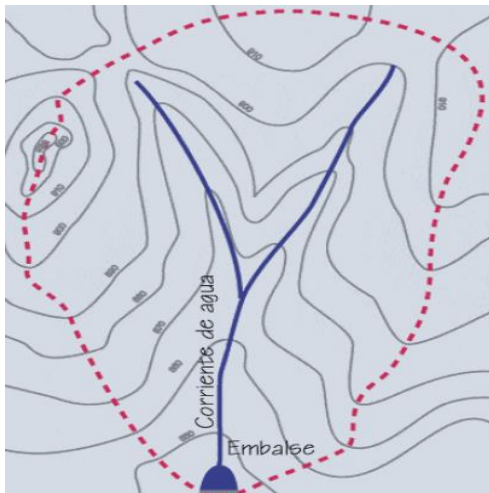
2.1.1 Cuenca Hidrológica

Breña y Jacobo (2005), afirman que la cuenca es aquella superficie en la cual el agua precipitada se transfiere a las partes topográficas bajas por medio del sistema de drenaje, concentrándose generalmente en un colector que descarga a otras cuencas aledañas, o finalmente al océano. La cuenca hidrológica, junto con los acuífero, son unidades fundamentales de la hidrología.

Villón (2002), define la cuenca de la siguiente manera es el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación, se unen para formar un solo curso de agua.

Aparicio (2003), define que una cuenca es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida.

Monsalve (1995), define una hoya hidrográfica es un área definida topográficamente, drenada por un curso de agua o un sistema conectado de cursos de agua, tal que todo el caudal efluente es descargado a través de una salida simple.

**Figura 2.1**

Cuenca hidrológica.

2.1.2 Características Físicas de una Cuenca Hidrográfica

Monsalve (1995), menciona que estas características dependen de la morfología (forma relieve, red de drenaje, etc.), los tipos de suelos, la capa vegetal, la geología, las practicas, etc. Estos elementos físicos proporcionan la más conveniente probabilidad de conocer la variación en el espacio de los elementos del régimen hidrológico.

Villón (2002), menciona entre los parámetros fisiográficos principales de una cuenca tenemos como: el área de la cuenca, perímetro de la cuenca, longitud del río principal, forma de la cuenca (ancho promedio de la cuenca, coeficiente de compacidad, factor de forma y rectángulo equivalente), sistema de drenaje (grado de ramificación, densidad de drenaje, frecuencia de ríos), pendiente de la cuenca (pendiente media del río principal) y la altura media del río principal.

2.1.3 Ciclo Hidrológico

Chow et ál. (1994), definen que el ciclo hidrológico es el foco central de la hidrología. El ciclo no tiene principio ni fin y sus diversos procesos ocurren en forma continua.

Villón (2002), denomina al conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado (sólido, líquido y gaseoso), como en su forma (agua superficial, agua subterránea, etc).

Breña y Jacobo (2005), afirman que el ciclo hidrológico está compuesto por diferentes variables, las cuales se relacionan entre sí por medio de los procesos hidrológicos. En general, se entiende por proceso a una serie de acciones que se producen un cambio o desarrollo en un sistema y para el caso particular de la hidrología, los procesos están asociados con aquellos fenómenos que intervienen tanto en el movimiento del agua como en los cambios que sufre esta en sus características físicas, químicas y biológicas al desplazarse por diversos medios.

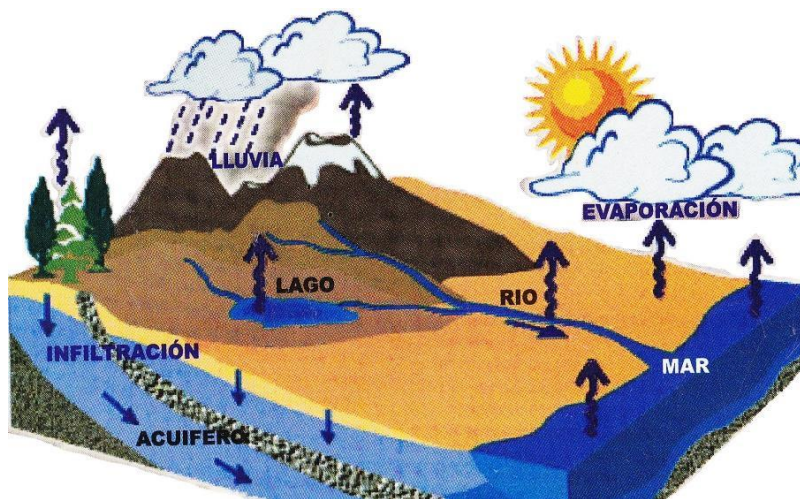


Figura 2.2

Ciclo hidrológico.

2.1.4 Precipitación

Villón (2002), define sobre la precipitación afirma que es toda forma de humedad que originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo.

Aparicio (2003), menciona que la precipitación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre, y sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de los estudios concernientes al uso y control del agua.

Monsalve (1995), menciona la precipitación es, en general, el termino que se refiere a todas las formas de humedad emanadas de la atmosfera y depositadas en la superficie terrestre, tales como lluvia, granizo, rocío, neblina, nieve o helada.

Chereque (1989), define la precipitación a toda forma de humedad, que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie terrestre. De acuerdo a esta definición, las lluvias, las granizadas, las garúas, y las nevadas son formas distintas del mismo fenómeno de la precipitación.

2.1.4.1 Origen de la Precipitación

Villón (2002), menciona que una nube está constituida por pequeñísimas gotas de agua, que se mantienen estables gracias a su pequeño tamaño, algunas características de las gotitas de las nubes son:

- Diámetro aproximado de las gotitas 0.02 mm.
- Espaciamiento entre gotitas 1 mm.
- Masa 0.5 a 1 gr/m³.

Por el contrario, las gotas de lluvia, tienen un diámetro de 0.5 a 2 mm, es decir, un aumento en el volumen de las gotitas de las nubes, de 100,000 a 1'000,000 de veces.

En este sorprendente aumento, está el origen de las precipitaciones y se asume principalmente gracias a dos fenómenos:

- Unión entre sí de numerosas gotitas.
- Engrosamiento de una gota por la fusión y condensación de otras.

2.1.4.2 Formas de Precipitación

Villón (2002), menciona las siguientes formas de precipitación:

- Llovizna, pequeñas gotas de agua, cuyo diámetro varia 0.1 y 0.5 mm, las cuales tienen velocidades de caída muy bajas.
- Lluvia, gotas de agua con diámetro mayor 0.5 mm.

- Escarcha, capa de hielo por lo general transparente y suave, pero que usualmente contiene bolsas de aire.
- Nieve, compuesta de cristales de hielo blanco, traslucido, principalmente en forma compleja.
- Granizo, precipitación en forma de bolas o formas irregulares de hielo, que se producen por nubes conectivas, pueden ser esféricos, cónicos o forma irregular, su diámetro varía entre 5 y 125 mm.

2.1.4.3 Tipos de Precipitación

Chereque (1989), menciona las precipitaciones se clasifican en tres grupos, según el factor responsable del levantamiento del aire que favorece el enfriamiento necesario para que se produzcan cantidades significativas de precipitación.

a. Precipitación Convectiva

Villón (2002), menciona que en tiempo caluroso se produce una abundante evaporación a partir de la superficie del agua, formando grandes masas de vapor de agua que por estar más caliente, se elevan sufriendo un enfriamiento de acuerdo a la adiabática seca o húmeda. En el curso de su ascenso, se enfrían según el gradiente adiabático seco ($1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$), o saturada ($0.5^{\circ}\text{C}/100\text{m}$).

Son precipitaciones propias de las regiones tropicales, donde las mañanas son muy calurosas, el viento es calmo y hay una predominancia de movimiento vertical del aire.

Chereque (1989), afirma que son causas por el ascenso de aire cálido más liviano que el aire frío de los alrededores. Las diferencias de temperatura pueden ser sobre todo el resultado de calentamientos diferenciales en la superficie o en la capa superior de la capa de aire. La precipitación convectiva es puntual y su intensidad puede variar entre aquella correspondiente a lloviznas ligeras y aguaceros.

b. Precipitación Orográfica

Villón (2002), afirma que se producen el vapor de agua que se forma sobre la superficie es empujada por el viento hacia las montañas, aquí las nubes siguen por las laderas de las montañas, y ascienden a grandes alturas, hasta encontrar condiciones para la condensación y la consiguiente precipitación.

Chereque (1989), menciona que resulta del ascenso del aire cálido hacia una cadena de montañas. Las regiones que quedan del otro lado de las montañas pueden sufrir la ausencia de lluvias, puesto que todas las nubes son interceptadas y precipitadas en el de donde ellas provienen.

Es el caso de la selva alta de nuestro país, la región más lluviosa, donde las nubes provienen de la selva baja.

c. Precipitación Ciclónica

Villón (2002), afirma que se producen cuando hay un encuentro de dos masas de aire, con diferente temperatura y humedad, las nubes más calientes son violentamente impulsadas a las partes más altas, donde pueden producirse la condensación y precipitación. Están asociados con el paso de ciclones o zonas de baja presión.

Chereque (1989), afirma que se producen cuando hay un encuentro de nubes de diferentes temperaturas; las más calientes son impulsadas a las partes más altas donde precipitan.

2.1.4.4 Medición de la Precipitación

Villón (2002), menciona que la precipitación se mide en términos de la altura de lámina de agua (hp), y se expresa comúnmente en milímetros. Esta altura de lámina de agua, indica la altura del agua que se acumularía en una superficie horizontal, si la precipitación permaneciera donde cayó.

a. Pluviómetro

Consiste en un recipiente cilíndrico de lámina, de aproximadamente 20cm de diámetro y de 60 cm de alto. La tapa del cilindro es un embudo receptor, el cual se comunica con una probeta de sección 10 veces menor que la tapa.

Esto permite medir la altura de lluvia en la probeta, con una aproximación hasta decimos de milímetro, ya que cada centímetro medido en la probeta, corresponde a un milímetro de altura de lluvia; para medirla se saca la probeta y se introduce una regla graduada, con la cual se toma lectura; generalmente se acostumbra hacer una lectura cada 24 horas.

b. Pluviógrafo

Es un instrumento, que se registra la altura de lluvia en función del tiempo, lo cual permite determinar la intensidad de la precipitación, dato importante para el diseño de estructuras hidráulicas.

Los pluviógrafos más comunes son de forma cilíndrica, el embudo receptor está ligado a un sistema de flotadores, que originan el movimiento de una aguja sobre un papel registrador, montado en un sistema de reloj. Como el papel registrador tiene un cierto rango en cuanto a la altura de registro, una vez que la aguja llega al borde superior, automáticamente regresa al borde inferior y sigue registrando. El grafico resultante recibe el nombre de pluviograma.

2.1.5 Análisis de los Datos Pluviométricos

Chereque (1989), menciona que las precipitaciones en altura de agua medidas con pluviómetros varían de un lugar a otro y en un mismo lugar, de un tiempo a otro. Estas medidas constituyen un conjunto numeroso de datos, que es necesario analizar y sintetizar en unos pocos valores más manuable y fáciles de utilizar en proyectos hidráulicos. Se recurre para ello a la estadística, escogiendo un modelo matemático que represente el comportamiento de la lluvia en el lugar en estudio. Se utiliza para ello la experiencia acumulada sobre el particular.

2.1.5.1 Pruebas de Homogeneidad

Escalante y Reyes (2002), afirman las características estadísticas de las series hidrológicas, como la media, desviación estándar y los coeficientes de correlación serial, se afectan cuando la serie presenta tendencia en la media o en la varianza, o cuando ocurren saltos negativos o positivos, tales anomalías son producidos por la pérdida de homogeneidad y la inconsistencia.

En general la falla de homogeneidad de los datos es inducida por las actividades humanas como la deforestación, apertura de nuevas áreas de cultivo, rectificación de cauces, construcción de embalses y reforestación. También es producto de los procesos naturales súbitos, como incendios forestales, terremotos, deslizamiento de laderas y erupciones volcánicas.

Las pruebas estadísticas que miden la homogeneidad de una serie de datos presentan una hipótesis nula y una regla para aceptarla o rechazarla.

a. Prueba Estadística de Helmer

Esta prueba es sencilla y consiste en analizar el signo de las desviaciones de cada evento P_i^j de la serie j para $i = 1, 2, \dots, n_j$, con respecto a su valor medio \bar{P}^j . Si una desviación de un cierto signo es seguida por otra del mismo signo, entonces se dice que se forma una secuencia S , de lo contrario se considera como un cambio C .

La serie se considera homogénea si se cumple:

$$-\sqrt{n_j - 1} \leq (S - C) \leq \sqrt{n_j - 1} \quad (2.1)$$

b. Prueba Estadística de t de Student

Si se considera una serie P_i^j para $i = 1, 2, \dots, n_j$, del sitio j , la cual se divide en dos conjuntos en tamaño $n_1 = n_2 = \frac{n_j}{2}$, entonces, el estadístico de prueba se define con la expresión.

$$t_d = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\left[\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \right]^{1/2}} \quad (2.2)$$

Dónde:

\bar{X}_1, s_1^2 = son la media y la varianza de la primera parte del registro de tamaño n_1 .

\bar{X}_2, s_2^2 = son la media y la varianza de la segunda parte del registro de tamaño n_2 .

El valor absoluto de t_d se compara con el valor de la distribución t de Student de dos colas y con $\nu = n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad y para un nivel $\alpha = 0.05$.

Si y solo si el valor absoluto de t_d es mayor que el de la distribución t de Student se concluye que la diferencia entre las medidas es evidencia de inconsistencia, y por lo tanto la serie P_i^j se considera no homogénea. En caso contrario la serie es homogénea.

c. Prueba Estadística de Cramer

Esta prueba se utiliza con el propósito de verificar homogeneidad en el registro P_i^j de la serie j para $i = 1, 2, \dots, n_j$, y también para determinar si el valor medio no varía significativamente de un periodo de tiempo a otro. Con este propósito se consideran tres bloques, el primero, del tamaño total de la muestra

n_j , el segundo de tamaño n_{60} (60% de los últimos valores de la muestra n_j); y el tercero de tamaño n_{30} (30% de los últimos valores de la muestra n_j).

La prueba compara el valor de \bar{P}^j del registro total con cada una de las medias de los bloques elegidos \bar{P}_{60}^j y \bar{P}_{30}^j . Para que se considere la serie analizada como estacionaria en la media, se deberá cumplir que no existe una diferencia significativa entre las medias de los bloques.

$$\bar{P}^j = \sum_{i=1}^{n_j} \frac{P_i^j}{n_j} \quad (2.3)$$

Para una sola muestra analizada $j = 1$.

$$S_P^j = \left[\frac{1}{(n_j - 1)} \sum_{i=1}^{n_j} (P_i^j - \bar{P}^j)^2 \right]^{1/2} \quad (2.4)$$

$$\bar{P}_{60}^j = \sum_{k=1}^{n_{60}} \frac{P_k^j}{n_{60}} \quad (2.5)$$

$$\bar{P}_{30}^j = \sum_{k=1}^{n_{30}} \frac{P_k^j}{n_{30}} \quad (2.6)$$

$$\tau_{60}^j = \frac{\bar{P}_{60}^j - \bar{P}^j}{S_P^j} \quad (2.7)$$

$$\tau_{30}^j = \frac{\bar{P}_{30}^j - \bar{P}^j}{S_P^j} \quad (2.8)$$

$$t_w = \left\{ \frac{n_w(n_j - 2)}{n_j - n_w[1 + (\tau_w^j)^2]} \right\} |\tau_w^j|, \text{ para } w = 60 \text{ y } w = 30 \quad (2.9)$$

Dónde:

$\overline{P^j}$ = valor medio de la serie analizada.

S_p^j = desviación típica.

$\overline{P_{60}^j}, \overline{P_{30}^j}$ = medias de las submuestras de 60% y 30% de los datos.

τ_{60}^j, τ_{30}^j = estadísticos de cada una de las submuestras.

t_w = estadístico de la prueba para cada una de las submuestras
(30 y 60%).

El estadístico t_w tiene distribución t de Student de dos colas con $v = n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad y para un nivel $\alpha = 0.05$.

Si y solo si el valor absoluto de t_w para $w = 60$ y $w = 30$, es mayor que el de la distribución t de Student se concluye que la diferencia entre las medias es evidencia de inconsistencia y por lo tanto la serie P_i^j se considera no homogénea. En caso contrario la serie es homogénea.

2.1.5.2 Prueba de Independencia

a. Test de Anderson

Escalante y Reyes (2002), afirman para que se pueda llevar a cabo el análisis de frecuencia se requiere que la muestra P_i^j de la serie para $i = 1, 2, \dots, n_j$, este compuesta por variables aleatorias. Para probarlo se aplica la prueba de independencia de Anderson (Salas et al, 1988), la cual hace uso del coeficiente de autocorrelación serial r_k^j para diferentes tiempos de retraso k . Si se analiza un solo registro, entonces $j = 1$.

La expresión para obtener el coeficiente de autocorrelación serial de retraso k es:

Para: $k = 1, 2, \dots, \frac{n_j}{3}$

$$r_k^j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j-k} (P_i^j - \bar{P}^j)(P_{i+k}^j - \bar{P}^j)}{\sum_{i=1}^{n_j} (P_i^j - \bar{P}^j)^2} \quad (2.10)$$

Dónde:

$$\bar{P}^j = \sum_{i=1}^{n_j} \frac{P_i^j}{n_j} \quad (2.11)$$

Ademas, los limites al 95% de confianza para r_k^j se puede obtener como

$$r_k^j = \frac{-1 \pm 1.96\sqrt{(n_j - k - 1)}}{n_j - k} \quad (2.12)$$

La grafica de los valores estimados para r_k^j (ordenadas) contra los tiempos de retraso k (abscisas), junto con sus correspondientes límites de confianza, se llama cerrelograma de la muestra.

Si solo el 10% de los valores r_k^j sobrepasan los límites de confianza se dice que la serie P_i^j es independiente y por lo tanto es una variable que sigue las leyes de la probabilidad.

2.1.5.3 Prueba de Estacionalidad

a. Test de Mann Kendall

Muños (2008), menciona para la evaluación de tendencia se ha utilizado el test no paramétrico de Mann Kendall. Este test ha sido ampliamente aplicado en estudios de identificación de tendencias en series hidrometeorológicas y otras series ambientales.

Su desarrollo se resume como:

1. Se listan los valores de las variables (precipitación por ejemplo), de forma ordenada (x_1, x_2, \dots, x_n) .
2. Se obtiene el signo de la diferencia de cada par de valores al comparar sus magnitudes $(x_j - x_k)$ con $(j > k)$ de acuerdo con lo siguiente:

$$\text{signo}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & \text{si } (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & \text{si } (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & \text{si } (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad (2.13)$$

3. Obtención del estadístico S de Mann Kendall, mediante la ecuación:

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{signo}(x_j - x_k) \quad (2.14)$$

Si S es positivo se infiere de forma subjetiva que la tendencia es creciente, cuando S es negativo se infiere que hay tendencia decreciente.

4. Con base a los indicadores se estima una varianza para el estadístico S de Mann Kendall, que considera el caso de los empates ($\text{signo } x_j - x_k = 0$) obtenidos en el paso 2, mediante la ecuación:

$$\text{Var}[S] = \frac{1}{18} \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^q t_p(t_p-1)(t_p+5) \right] \quad (2.15)$$

5. Cálculo del estadístico Z_{MK} mediante:

$$Z = \begin{cases} \frac{S - 1}{[Var(S)]^{1/2}} & si \ S > 0 \\ 0 & si \ S = 0 \\ \frac{S + 1}{[Var(S)]^{1/2}} & si \ S < 0 \end{cases} \quad (2.16)$$

6. A partir del estadístico Z se evalúa la hipótesis de interés, que puede ser:

H_0 : No hay tendencia en las observaciones.

H_1 : Hay tendencia en las observaciones.

El test de Mann-Kendall nos proporciona un valor de significancia $p - value$, así un valor de $p - value$ inferior a 0.05-0.1 nos garantiza que la hipótesis adoptada tiene unas altas garantías de veracidad; a medida que este valor se hace más grande las probabilidades van disminuyendo, hasta que llegando a un valor de 1, la probabilidad es nula.

2.1.6 Análisis de Frecuencia

Chow et ál. (1994), mencionan que el objetivo del análisis de frecuencia de información hidrológica es relacionar la magnitud de los eventos extremos con su frecuencia de ocurrencia mediante el uso de distribuciones de probabilidad.

El análisis de frecuencia comienza con el cálculo de los parámetros estadísticos requeridos para una distribución de probabilidad propuesta, utilizando el método de los momentos en la información dada.

La magnitud x_T de un evento hidrológico extremo puede representarse como la media μ más una desviación Δx_T de la variable con respecto a la media.

$$x_T = \mu + \Delta x_T \quad (2.17)$$

Esta desviación con respecto a la media puede igualarse al producto de la desviación estándar σ y el factor de frecuencia K_T ; es decir, $\Delta x_T = K_T \sigma$. La desviación Δx_T y el factor de frecuencia C son funciones del periodo de retorno y del tipo de distribución de probabilidad a utilizarse en el análisis. Expresándose como:

$$x_T = \mu + K_T \sigma \quad (2.18)$$

La cual puede aproximarse por

$$x_T = \bar{x} + K_T S \quad (2.19)$$

En el evento de que la variable analizada sea $y = \log x$, entonces se aplica el mismo método a las estadísticas para los logaritmos de los datos, utilizando

$$y_T = \bar{y} + K_T S_y \quad (2.20)$$

A continuación se presenta el marco teórico de cada una de las distribuciones:

2.1.6.1 Distribución Log Normal de 2 Parámetros

Función densidad

$$f(x) = \frac{1}{x\sqrt{2\pi}\sigma_y} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{\ln x - \mu_y}{\sigma_y}\right]^2}, \text{ para } 0 < x < \infty \quad (2.21)$$

Cuando $x < 0$, $f(x) = 0$

$$y = \ln x$$

Dónde:

x = variable hidrológica en estudio.

μ_y = parámetro de escala.

σ_y = parámetro de forma.

Estimación de los parámetros

$$\mu_y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln x_i \quad (2.22)$$

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\ln x_i - \mu_y)^2 \quad (2.23)$$

El factor de frecuencia puede expresarse utilizando la ecuación como:

$$K_T = \frac{X_T - \mu}{\sigma} \quad (2.24)$$

$$X_T = \mu + K_T \sigma \quad (2.25)$$

De la ecuación anterior para la estimación de la precipitación se tiene:

$$X_T = e^{(\mu + K_T \sigma)} \quad (2.26)$$

El valor de z correspondiente a una probabilidad de excedencia de p ($p = 1/T$) puede calcularse encontrando el valor de una variable intermedia w :

Cuando ($0 < p \leq 0.5$):

$$w = \left[\ln \left(\frac{1}{p^2} \right) \right]^{1/2} \quad (2.27)$$

$$z = w - \frac{2.515517 + 0.802853w + 0.010328w^2}{1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3} \quad (2.28)$$

Cuando $p > 0.5$:

$$w = \left[\ln \left(\frac{1}{1-p^2} \right) \right]^{1/2} \quad (2.29)$$

$$z = - \left(w - \frac{2.515517 + 0.802853w + 0.010328w^2}{1 + 1.432788w + 0.189269w^2 + 0.001308w^3} \right) \quad (2.30)$$

El factor de $K_T = z$; y el error de esta fórmula es menor que 0.00045 en z según (Abramowitz y Stegun, 1995).

2.1.6.2 Distribución Log Normal de 3 Parámetros

Función densidad

$$f(x) = \frac{1}{(x - x_0)\sigma_y \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left[\frac{\ln(x - x_0) - \mu_y}{\sigma_y} \right]^2}, \text{ para } x_0 \leq x \leq \infty \quad (2.31)$$

Dónde:

x_0 = parámetro de posición en el dominio x .

μ_y = parámetro de escala en el dominio x .

σ_y = parámetro de forma en el dominio x .

Estimación de parámetros

$$\mu_y = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \ln(x_i - x_0) \quad (2.32)$$

$$\sigma_y = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [\ln(x_i - x_0) - \mu_y]^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.33)$$

$$x_0 = \frac{x_1 x_n - x_{mediana}^2}{x_1 + x_n - 2x_{mediana}} \quad (2.34)$$

Dónde:

μ_y = parámetro de escala, igual al promedio de los $\ln(x - x_0)$.

σ_y = parámetro de forma, igual a la desviación estándar de los $\ln(x - x_0)$.

El factor de frecuencia para la distribución log normal 3 parámetros, se aplica el mismo procedimiento que la distribución log normal de 2 parámetros.

Para la estimación de la precipitación se tiene:

$$X_T = x_0 + e^{(\mu + K_T \sigma)} \quad (2.35)$$

2.1.6.3 Distribución Log Pearson Tipo III

La función densidad

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{\ln x - x_0}{\beta}}}{x \beta^\gamma \Gamma(\gamma)} \quad (2.36)$$

Para: $x_0 \leq x < \infty$, $-\infty < x_0 < \infty$, $0 < \beta < \infty$, $0 < \gamma < \infty$

Dónde:

x_0 = parámetro de posición.

β = parámetro de escala.

γ = parámetro de forma.

$\Gamma(\gamma)$ = función gamma completa.

Cálculo de parámetros con las siguientes ecuaciones:

Media:

$$\bar{X}_{\ln x} = \frac{\sum \ln x}{N} \quad (2.37)$$

Desviación estándar:

$$S_{\ln x} = \sqrt{\frac{\sum (\ln x - \bar{X}_{\ln x})^2}{N - 1}} \quad (2.38)$$

Sesgo:

$$C_{S \ln x} = \frac{N \sum (\ln x - \bar{X}_{\ln x})^3}{(N - 1)(N - 2)S_{\ln x}^3} \quad (2.39)$$

Estimación de parámetros, método de momentos

$$\gamma = \frac{4}{C_{S \ln x}^2} \quad (2.40)$$

$$\beta = \frac{C_{S \ln x} S_{\ln x}}{2} \quad (2.41)$$

$$x_0 = \bar{X}_{\ln x} - \frac{2S_{\ln x}}{C_{S \ln x}} \quad (2.42)$$

El factor de frecuencia depende del periodo de retorno T y del coeficiente de asimetría C_S . Cuando $C_S = 0$ el factor de frecuencia es igual a la variable normal estándar z . Cuando $C_S \neq 0$, K_T se aproxima por Kite (1977) como

$$K_T = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3}(z^3 - 6z)k^2 - (z^2 - 1)k^3 + zk^4 + \frac{1}{3}k^5 \quad (2.43)$$

Dónde:

$$k = \frac{C_s}{6} \quad (2.44)$$

2.1.6.4 Distribución Gumbel

Función densidad

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}} e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}}, \text{ para } -\infty < x < \infty \quad (2.45)$$

Dónde:

$0 < \alpha < \infty$, es el parámetro de escala.

$-\infty < \mu < \infty$, es el parámetro de posición, llamado también valor central o moda.

Función acumula

$$F(x) = e^{-e^{-\frac{(x-\mu)}{\alpha}}} \quad (2.46)$$

La variable aleatoria reducida Gumbel, se define como:

$$y = \frac{x - \mu}{\alpha} \quad (2.47)$$

Con lo cual, la función densidad reducida Gumbel es:

$$G(y) = e^{-e^{-y}} \quad (2.48)$$

Estimación de parámetros, método de momento

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} S = 0.78S \quad (2.49)$$

$$\mu = \bar{X} - 0.57721 \alpha = \bar{X} - 0.45S \quad (2.50)$$

El factor de frecuencia para la distribución de valor extremo Tipo I, Chow (1953) dedujo la siguiente expresión.

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \right\} \quad (2.51)$$

Para expresar T en términos de K_T , la anterior ecuación puede escribirse como:

$$T = \frac{1}{1 - \exp \left\{ -\exp \left[-\left(\gamma + \frac{\pi K_T}{\sqrt{6}} \right) \right] \right\}} \quad (2.52)$$

Donde $\gamma = 0.5772$. Cuando $x_T = \mu$, arroja $K_T = 0$ y resulta $T = 2.33$ años. Este es el periodo de retorno de la media de la distribución de Valor Extremo Tipo I. Para la distribución de Valor Extremo Tipo II, el logaritmo de la variable sigue EVI. Para este caso se utiliza para calcular y_T .

2.1.7 Selección de la Función de Distribución de Probabilidad

Aparicio (2003), menciona una selección apresurada de cualquiera de las funciones podría traducirse en una estructura sobrediseñada y costosa o subdiseñada y peligrosa. Por ello, se debe seleccionar la función con cuidado.

2.1.7.1 Análisis Gráfico

Un primer método que se usa para seleccionar la función consiste simplemente en inspeccionar una gráfica donde se haya dibujado cada una de las diferentes funciones junto con los puntos medidos. La función de distribución de probabilidad que se seleccione será la que se apegue visualmente mejor a los datos medidos.

Este método se usa a veces, incluso, para ajustar las funciones de distribución de probabilidad a los datos medidos, dibujando en un papel especial para cada función dichos datos, escogiendo la función para la que el conjunto de puntos sea semejante a una línea recta y finalmente trazado a ojo dicha línea recta para poder hacer las extrapolaciones necesarias.

Este es un método con un alto grado de subjetividad y, usando aisladamente, puede ser un tanto peligroso. Sin embargo, es muy ilustrativo y recomendable para ser usado con otros métodos. Si lo aplica un ingeniero con experiencia, puede resultar el mejor de todos.

2.1.7.2 Método del Error Cuadrático Mínimo

Consiste en calcular, para cada función de distribución, el error cuadrático:

$$C = \left[\sum_{i=1}^n (Xe_i - Xo_i)^2 \right]^{1/2} \quad (2.53)$$

Dónde:

Xe_i = es el i-ésimo dato estimado.

Xo_i = es el i-ésimo dato calculado con la función de distribución bajo análisis.

2.1.7.3 Prueba Smirnov-Kolmogorov

Es una prueba de ajuste aproximado, es decir, no es exacto. Es una prueba estadística que compara la probabilidad acumulada empírica con la probabilidad acumulada teórica de un determinado modelo de distribución.

La probabilidad teórica se calcula mediante la ecuación:

$$P(X \geq x) = \frac{m}{n+1} = P(x) \quad (2.54)$$

Dónde:

m = número de orden de los datos ordenados en forma descendente.

n = número total de datos de la muestra.

La probabilidad acumulada teórica correspondiente a una determinada distribución se calcula mediante la ecuación:

$$P(X \geq x) = 1 - P(X < x) = 1 - \int_{-\infty}^x f(x)dx = 1 - F(x) = G(x) \quad (2.55)$$

La probabilidad acumulada para cada valor de la variable aleatoria se obtiene resolviendo las ecuaciones de $F(x)$ de cada distribución de probabilidad.

El procedimiento recomendado para la prueba de ajuste de Smirnov-Kolmogorov es:

1. Ordenar los datos de mayor a menor.
2. Calcular la probabilidad empírica de los datos ordenados, mediante la ecuación:

$$P(X \geq x) = \frac{m}{n+1} = P(x) \quad (2.56)$$

3. Calcular la probabilidad acumulada teórica, mediante la ecuación $G(x)$ que calcula la probabilidad de que la variable aleatoria sea igual o superior a un valor dado.

Para estimar los diferentes valores de $G(x)$, es necesario estimar los parámetros de la distribución.

4. De los cálculos determinar o seleccionar el valor absoluto de la diferencia máxima que existe entre las ecuaciones $G(x)$ y $P(x)$ expresada mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta_c = \max |G(x) - P(x)| \quad (2.57)$$

Dónde:

Δ_c = diferencia máxima calculada.

5. Obtener Δ_t (diferencia tabular) de la tabla de prueba de bondad de ajuste de Smirnov-Kolmogorov. Para obtener Δ_t se necesita el nivel de significancia de la prueba que generalmente es $\alpha = 0.05$ y el número de datos de la muestra (n).

$$\Delta_t = \frac{1.36}{\sqrt{n}} \quad (2.58)$$

Donde:

Δ_t = es un estadístico de Smirnov-Kolmogorov.

Para tomar la decisión si el modelo en prueba es adecuado para el conjunto de datos, se comparan los valores de Δ_c y Δ_t :

Si $\Delta_c < \Delta_t$, entonces el ajuste es bueno, al nivel de significación, por lo que la distribución en prueba es adecuada para el conjunto de datos.

Si $\Delta_c \geq \Delta_t$, entonces el ajuste no es bueno, al nivel de significación, por lo que la distribución en prueba no es adecuada para el conjunto de datos. En este caso se debe realizar la prueba con otras distribuciones.

2.1.8 Estudio de una Tormenta

Villón (2002), define que se entiende por tormenta o borrasca, al conjunto de lluvias que obedecen a una misma perturbación meteorológica y de características bien definidas. De acuerdo a esta definición, una tormenta puede durar desde unos pocos minutos hasta varias horas y aun días, y puede abarcar extensiones de terrenos muy variables, desde pequeñas zonas, hasta vastas regiones.

Según Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, una tormenta de diseño es un patrón de precipitación definido para utilizarse en el diseño de un sistema hidrológico. Usualmente la tormenta de diseño conforma la entrada al sistema, y los caudales resultantes a través de éste se calculan utilizando procedimientos de lluvia-escorrentía y tránsito de caudales. Una tormenta de diseño puede definirse mediante un valor de profundidad de precipitación en un punto, mediante un hietograma de diseño que especifique la distribución temporal de la precipitación durante una tormenta.

2.1.8.1 Importancia del Análisis de una Tormenta

Villón (2002), menciona en el análisis de las tormentas, está íntimamente relacionado con los cálculos o estudios previos, al diseño de obras de ingeniería hidráulica, como son:

- ❖ Estudio de drenaje.
- ❖ Determinación de caudales máximo, que deben pasar por el aliviadero de una represa, o que deben encausarse, para impedir las inundaciones.
- ❖ Determinación de la luz de un puente.
- ❖ Conservación de suelos.
- ❖ Calculo de los diámetros de alcantarillas.

2.1.8.2 Elementos Fundamentales del Análisis de Tormenta

Durante el análisis de las tormentas hay que considerar:

a. Intensidad

Villón (2002), define que es la cantidad de agua caída por unidad de tiempo. Lo que interesa particularmente de cada tormenta, es la intensidad máxima que se haya presentado, ella es la altura máxima de agua caída por unidad de tiempo.

$$i_{m\acute{a}x.} = \frac{P}{t} \quad (2.59)$$

Dónde:

$i_{m\acute{a}x.}$ = intensidad máxima (mm/hora).

P = precipitación en altura de agua, en mm.

t = tiempo en horas.

b. Duración

Villón (2002), define que corresponde al tiempo que transcurre entre el comienzo y el fin de la tormenta. Aquí conviene definir el periodo de duración, que es determinado periodo de tiempo, tomando en minutos u horas, dentro del total que dura la tormenta. Tiene mucha importancia en la determinación de las intensidades máximas.

c. Frecuencia

Villón (2002), define que es el número de veces que se repite una tormenta, de características de intensidad y duración definidas en un periodo de tiempo más o menos largo, tomando generalmente en años.

d. Periodo de retorno

Villón (2002), menciona que el periodo de retorno es intervalo de tiempo promedio, dentro del cual un evento de magnitud x, puede ser igualado o excedido, por lo menos una vez en promedio.

$$T = \frac{1}{f} \quad (2.60)$$

2.1.8.3 Hietogramas de Diseño Utilizando Análisis de Eventos de Tormenta

Chow et ál. (1994), refieren que analizando los eventos de tormenta observados, puede determinarse la secuencia temporal de la precipitación en tormentas típicas. Huff (1967) desarrollo relaciones de distribución temporal para tormentas fuertes en áreas de hasta 400 mi² en Illinois. Los patrones de distribución temporal se desarrollaron para cuatro grupos de probabilidad, desde los más severos (primer cuartil) hasta los menos severos (cuarto cuartil).

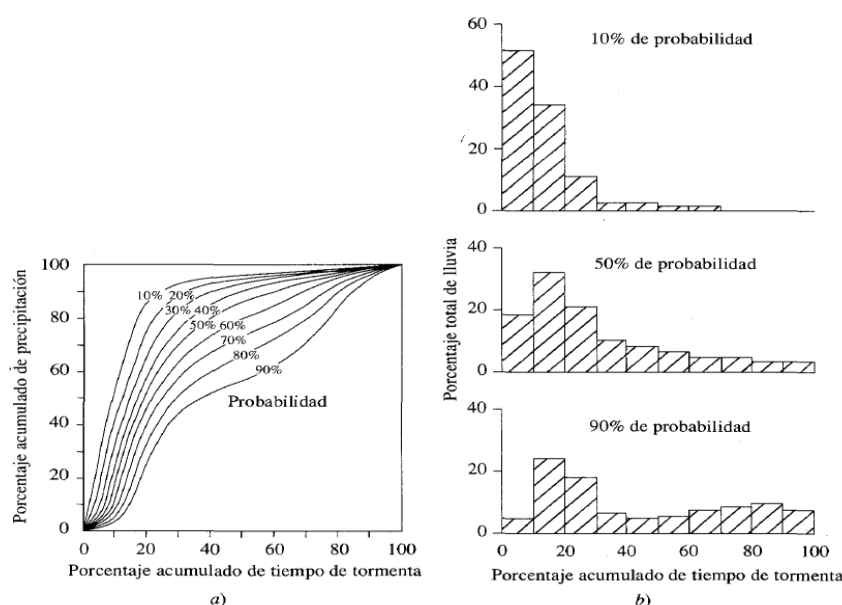


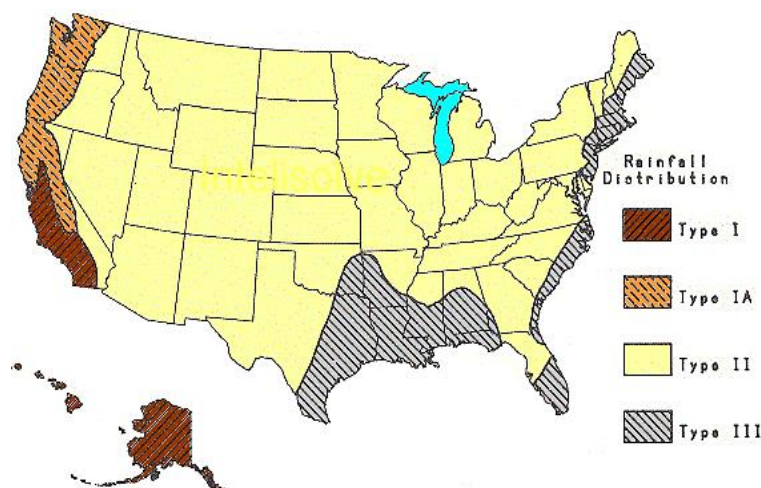
Figura 2.3

a) Distribución temporal de tormentas de primer cuartil

b) Histograma seleccionados de tormentas del primer cuartil.

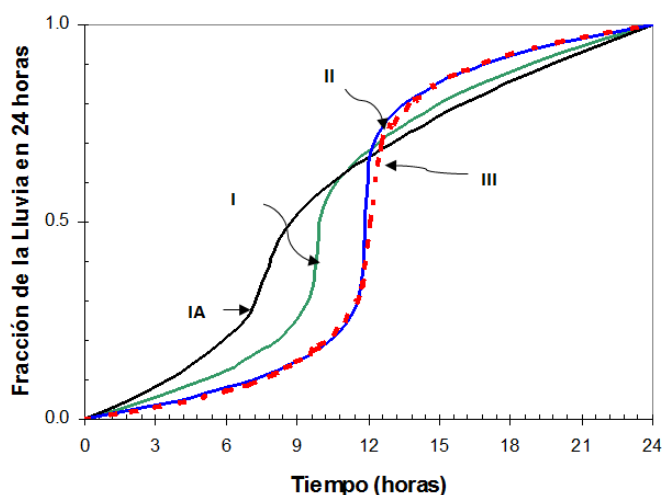
Fuente: Hidrología Aplicada (Chow, Maidment, Mays: 1994).

Chow et ál. (1994), mencionan que el Soil Conservation Service del U.S. Department of Agriculture (1986) desarrolló hietogramas sintéticos de tormentas para utilizarse en los Estados Unidos con duraciones de tormentas de 6 a 24 horas. Estos hietogramas se dedujeron al utilizar la información presentada por Hershfield (1961) y Miller, Frederick y Tracey (1973) y datos de tormentas adicionales. Existen cuatro tormentas de 24 horas de duración, llamadas Tipo I, IA, II y III, respectivamente.

**Figura 2.4**

Localización de los EE.UU. para la aplicación de los hietogramas de lluvia de 24 horas del SCS. *Fuente:* Hidrología Aplicada (Chow, Maidment, Mays: 1994).

Los tipos I y IA corresponden al clima marítimo del Pacífico con inviernos húmedos y veranos secos. El tipo III corresponde al golfo de México y las áreas costeras del Atlántico, donde las tormentas tropicales producen lluvias de 24 horas muy grades. El tipo II corresponde al resto del país americana.

**Figura 2.5**

Hietogramas de lluvia de 24 horas del Soil Conservation Service. *Fuente:* Hidrología Aplicada (Chow, Maidment, Mays: 1994).

Tabla 2.1

Distribuciones de lluvia según el SCS.

Tormenta de 24 horas						Tormenta de 6 horas		
P_t/P_{24}								
Hora t	$t/24$	Tipo I	Tipo IA	Tipo II	Tipo III	Hora t	$t/6$	P_t/P_6
0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0	0.083	0.035	0.050	0.022	0.020	0.60	0.10	0.04
4.0	0.167	0.076	0.116	0.048	0.043	1.20	0.20	0.10
6.0	0.250	0.125	0.206	0.080	0.072	1.50	0.25	0.14
7.0	0.292	0.156	0.268	0.098	0.089	1.80	0.30	0.19
8.0	0.333	0.194	0.425	0.120	0.115	2.10	0.35	0.31
8.5	0.354	0.219	0.480	0.133	0.130	2.28	0.38	0.44
9.0	0.375	0.254	0.520	0.147	0.148	2.40	0.40	0.53
9.5	0.396	0.303	0.550	0.163	0.167	2.52	0.42	0.60
9.75	0.406	0.362	0.564	0.172	0.178	2.64	0.44	0.63
10.0	0.417	0.515	0.577	0.181	0.189	2.76	0.46	0.66
10.5	0.438	0.583	0.601	0.204	0.216	3.00	0.50	0.70
11.0	0.459	0.624	0.624	0.235	0.250	3.30	0.55	0.75
11.5	0.479	0.654	0.645	0.283	0.298	3.60	0.60	0.79
11.75	0.489	0.669	0.655	0.357	0.339	3.90	0.65	0.83
12.0	0.500	0.682	0.664	0.663	0.500	4.20	0.70	0.86
12.5	0.521	0.706	0.683	0.735	0.702	4.50	0.75	0.89
13.0	0.542	0.727	0.701	0.772	0.751	4.80	0.80	0.91
13.5	0.563	0.748	0.719	0.799	0.785	5.40	0.90	0.96
14.0	0.583	0.767	0.736	0.820	0.811	6.00	1.0	1.00
16.0	0.667	0.830	0.800	0.880	0.886			
20.0	0.833	0.926	0.906	0.952	0.957			
24.0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			

Fuente: Hidrología Aplicada (Chow, Maidment, Mays: 1994).

2.1.9 Hietograma de Precipitación de Diseño Utilizando las Relaciones IDF

Chow et ál. (1994), definen en los métodos de diseño de hidrología desarrollados hace muchos años, tal como el método racional, solo se utilizaba el caudal pico. No existía consideración alguna sobre el tiempo de distribución del caudal (el hidrograma de caudal) o sobre la distribución temporal de la precipitación (el hietograma de precipitación). Sin embargo, los métodos de diseño desarrollados más recientemente, los cuales utilizan el análisis de flujo no permanente, requieren de predicciones confiables de hietograma de diseño para obtener los hidrogramas de diseño.

2.1.9.1 Método del Bloque Alterno

Según Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, el método de bloque alternativo es una forma simple para desarrollar un hietograma de diseño utilizando

una curva de intensidad – duración y frecuencia. El hietograma de diseño producido por este método especifica la profundidad de precipitación que ocurre en n intervalos de tiempo sucesivos de duración Δt sobre una duración total de $T_d = n\Delta t$. Después de seleccionar el periodo de retorno de diseño, la intensidad es leída en una curva IDF para cada una de las duraciones Δt , $2\Delta t$, $3\Delta t$, ..., y la profundidad de precipitación correspondiente se encuentra al multiplicar la intensidad y la duración. Tomando diferencias entre valores sucesivos de profundidad de precipitación, se encuentra la cantidad de precipitación que debe añadirse por cada unidad adicional de tiempo Δt . Estos incrementos o bloques se reordenan en una secuencia temporal de modo que la intensidad máxima ocurra en el centro de la duración requerida T_d y que los demás bloques queden en orden descendente alternativamente hacia la derecha y hacia la izquierda del bloque central para formar el hietograma de diseño.

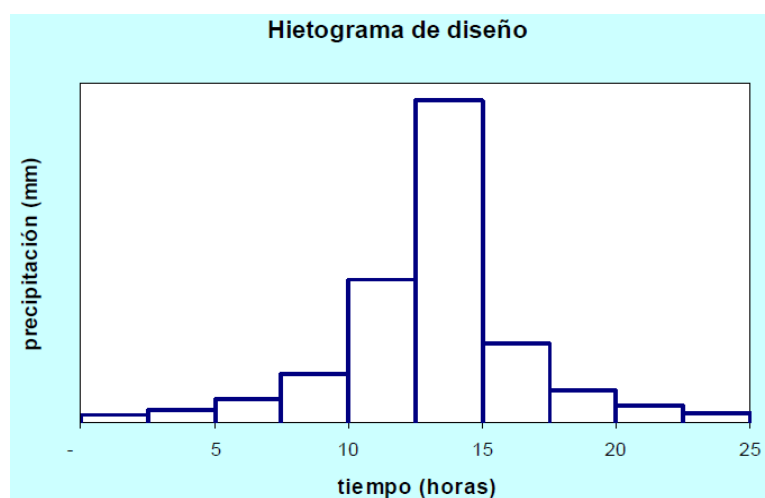


Figura 2.6

Hietograma del método de bloques alternos.

Fuente: manual de hidrología, hidráulica y drenaje (MTC – 2009).

2.1.10 Curva de Intensidad – Duración – Frecuencia

Chow et ál. (1994), mencionan que uno de los primeros pasos que debe seguirse en muchos proyectos de diseño hidrológico, como el diseño de un drenaje urbano, es la determinación del evento o los eventos de lluvia que deben usarse. La forma más común de hacerlo es utilizar una tormenta de diseño o un

evento que involucre una relación entre la intensidad de lluvia (o profundidad), la duración y las frecuencias o periodos de retorno apropiados para la obra y el sitio.

Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, las curvas intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno.

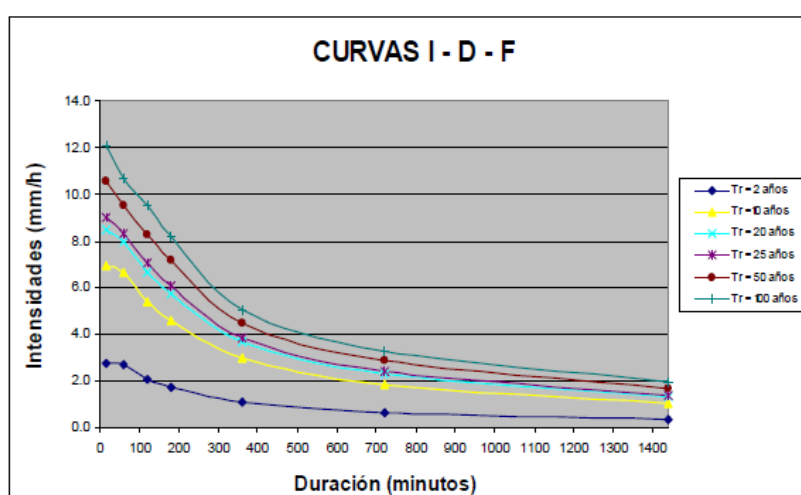


Figura 2.7

Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia.

Fuente: manual de hidrología, hidráulica y drenaje (MTC – 2009).

2.1.10.1 Modelo Dick Peschke

Según Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, para el caso de duraciones de tormenta menores a 1 hora, o no se cuente con registros pluviográficos que permitan obtener las intensidades máximas, estas pueden ser calculadas mediante la metodología de Dick Peschke (Guevara, 1991) que relaciona la duración de la tormenta con la precipitación máxima en 24 horas. La expresión es la siguiente:

$$P_d = P_{24hr} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25} \quad (2.61)$$

Dónde:

P_d = precipitación total (mm).

d = duración en minutos.

P_{24hr} = precipitación máxima en 24 horas (mm).

La intensidad se halla dividiendo la precipitación P_d entre la duración.

2.1.10.2 Modelo de Frederick Bell

Campos (1998), menciona que Bell combinó las relaciones duración – lluvia y los cocientes frecuencia – lluvia, para obtener una relación general de precipitación – duración – periodo de retorno.

Permite calcular la lluvia máxima en función del periodo de retorno, la duración de la tormenta en minutos y la precipitación máxima de una hora de duración y periodo de retorno de 10 años.

La expresión es la siguiente:

$$P_T^t = (0.21 \ln T + 0.52)(0.54t^{0.25} - 0.50)P_{10}^{60} \quad (2.62)$$

Donde:

P_T^t = precipitación de duración t minutos y periodo de retorno T , en milímetros.

P_{10}^{60} = precipitación de duración 60 minutos (una hora) y período de retorno 10 años, en milímetros.

Finalmente, tomando en cuenta que se han realizado un gran número de investigaciones para obtener la lluvia de duración de una hora y periodo de retorno 2 años (P_2^{60}), Bell presenta la siguiente ecuación:

$$P_T^t = (0.35 \ln T + 0.76)(0.54t^{0.25} - 0.50)P_2^{60} \quad (2.63)$$

Donde:

P_T^t = precipitación de duración t minutos y periodo de retorno T en años, en milímetros.

2.1.11 Ecuación que Relaciona la Intensidad-Duración-Frecuencia

Aparicio (2003), menciona que la ecuación de intensidad-duración-frecuencia, es el siguiente:

$$I = \frac{KxT^m}{(D + C)^n} \quad (2.64)$$

Dónde:

I = intensidad (mm/min).

T = periodo de retorno (años).

D = duración de la lluvia (min).

K, m, n, C = son constantes que se calculan mediante un análisis de correlación múltiple.

Si los datos se agrupan lo suficiente en torno a líneas rectas, el valor de C puede tomarse como cero; entonces la anterior, toma la forma siguiente:

$$I = \frac{KxT^m}{D^n} \quad (2.65)$$

Si se toman logaritmos se tiene:

$$\log I = \log K + m \log T - n \log D \quad (2.66)$$

O bien

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 \quad (2.67)$$

Dónde:

$$Y = \log I, \quad a_0 = \log K, \quad a_1 = m, \quad X_1 = \log T, \quad a_2 = -n, \quad X_2 = \log D$$

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

$$\sum Y = Na_0 + a_1 \sum X_1 + a_2 \sum X_2 \quad (2.68)$$

$$\sum X_1 Y = a_0 \sum X_1 + a_1 \sum (X_1^2) + a_2 \sum (X_1 X_2) \quad (2.69)$$

$$\sum X_2 Y = a_0 \sum X_2 + a_1 \sum (X_1 X_2) + a_2 \sum (X_2^2) \quad (2.70)$$

Dónde:

N = número de datos.

$a_0, a_1, a_2, X_1, X_2, Y$ = son incógnitas para determinar los parámetros de
(K, m y n).

2.1.12 Caudal Máximo

Villon (2002), define la magnitud del caudal de diseño, es función directa del periodo de retorno que se le asigne, el que a su vez depende de la importancia de la obra y de la vida útil de esta.

2.1.12.1 Método Racional

Villon (2002), menciona el uso de este método, tienen una antigüedad de más de 100 años, se ha generalizado en todo el mundo.

El método puede ser aplicado a pequeñas cuencas de drenaje agrícola, aproximadamente si no exceden a 1300 has o 13 km².

$$Q = \frac{CIA}{360} \quad (2.71)$$

Dónde:

Q = caudal máximo, en m³/seg.

C = coeficiente de escorrentía, que depende de la cobertura vegetal, la pendiente y el tipo de suelo, sin dimensiones.

I = intensidad máxima de la lluvia, para una duración igual al tiempo de concentración, y para un periodo de retorno dado, en mm/hr.

A = área de la cuenca, en has.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Hidrología

Villón (2002), define la hidrología como ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos.

Aparicio (2003), afirma que es la ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos.

2.2.2 Sistema Hidrológico

Chow et ál. (1994), mencionan los fenómenos hidrológicos son extremadamente complejos y es posible que nunca se les entienda en su totalidad. Sin embargo, en ausencia de un conocimiento perfecto, pueden representarse en forma simplificada por medio del concepto de sistema. Un sistema es un conjunto de partes conectadas entre sí, que forman un todo. El ciclo hidrológico puede tratarse como un sistema cuyos componentes son precipitación, evaporación, escorrentía y otras fases del ciclo hidrológico. Estos componentes pueden agruparse en subsistemas del ciclo total; para analizar el sistema total, estos subsistemas más simples pueden analizarse separadamente y combinarse los resultados de acuerdo con las interacciones entre los sistemas.

2.2.3 Modelo Hidrológico

Chow et ál. (1994), mencionan el objetivo del análisis hidrológico es estudiar la operación del sistema y predecir su salida. Un modelo de sistema hidrológico es una aproximación al sistema real; sus entrantes y salidas son variables hidrológicas mensurables y su estructura es un conjunto de ecuaciones que conectan las entradas y salidas. Central a la estructura del modelo está el concepto de transformación del sistema.

2.2.4 Hietograma

Según Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), la distribución temporal de la lluvia usualmente expresada en forma grafica. En el eje de las abcisas se anota el tiempo y en el eje de las ordenadas la intensidad de la lluvia.

2.2.5 Intensidad de Lluvia

Según Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), es el caudal de la precipitación pluvial de la superficie por unidad de tiempo. Se mide en milímetros por hora (mm/hr) y tambien en litros por segundo por hectarea (l/s/Ha).

2.3 Hipótesis de la Investigación

2.3.1 Hipótesis General

La generación de intensidad a partir de la precipitación máxima en 24 horas en zonas sin información pluviográfica, permitirá contribuir en el diseño de obras hidráulicas.

2.3.2 Hipótesis Específica

- El análisis estadístico de datos de precipitación máxima en 24 horas permitirá determinar la homogeneidad, independencia y tendencia.
- El análisis de frecuencia permitirá relacionar la magnitud de los eventos con su frecuencia de ocurrencia, mediante el uso de las distribuciones de probabilidad y sus ajustes.
- La generación de intensidad de precipitación para diferentes duraciones y periodos de retorno permitirá determinar las curvas y ecuaciones de IDF.
- La determinación de ecuación IDF permitirá el cálculo de intensidad de las estaciones en estudio.

CAPITULO III

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Materiales e Instrumentos

3.1.1 Material de Información Pluviométrica

La red de estaciones meteorológicas del área del proyecto de investigación, es relativamente escasa, habiéndose identificado las estaciones de Mañazo, Illpa, Umayo y Puno siendo esta una estación vecina de la cuenca del río Illpa.

La información empleada para el presente estudio son los registros históricos del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). Los registros de precipitación máxima en 24 horas, presentan periodos carentes de información, por lo que se emplearon los registros disponibles como series continuas. Con excepción de la estación Puno.

A continuación se presenta sus características de las estaciones meteorológicas y el tamaño de la muestra.

Cuadro 3.1

Estaciones meteorológicas.

Nº	Estación	Provincia	Ubicación		Altitud (m.s.n.m.)	Tipo	Código	Propietario	Periodo Registro	Total Datos
			Latitud	Longitud						
1	Mañazo	Puno	15°48'00.2"	70°20'41.6"	3920	CO	115051	SENAMHI	1993 - 2013	21
2	Illpa	Puno	15°41'14.5"	70°05'11.8"	3820	CP	S/N	SENAMHI	1979 - 1998	20
3	Umayo	Puno	15°44'	70°09'	3850	PLU	7412	SENAMHI	1964 - 1993	30
4	Puno	Puno	15°49'34.5"	70°00'43.5"	3812	CP	100110	SENAMHI	1964 - 2013	50

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2 Instrumentos y Equipos

Los programas o software computacionales para el cálculo de resultados utilizados son como Hidroesta 2, ArcGIS 9.3 y Microsoft Office 2013. Mientras tanto los equipos de trabajo utilizados son PC e impresora.

3.2 Metodología

En la presente investigación se detalla, el procedimiento de cada una de las etapas del proyecto para lograr los objetivos propuestos, el cual se resume en los siguientes puntos:

3.2.1 Recopilación de Información Histórica de Precipitación Máxima en 24 horas

La información correspondiente a este proyecto de tesis, se obtuvo de los registros históricos del SENAMHI.

3.2.2 Selección de la Precipitación Máxima en 24 horas

En esta etapa se extrae el máximo valor de los registros históricos de cada año, formando una serie de base de datos de precipitación máxima en 24 horas de las estaciones de Mañazo, Illpa, Umayo y Puno que a partir de estas se generarán la intensidad de precipitación máxima.

3.2.3 Análisis de la Información Pluviométrica

Una vez seleccionadas las estaciones pluviométricas y conformadas, para cada una de ellas, las series de precipitación máxima en 24 horas, se procedió a efectuar diferentes pruebas que demuestran la validez o no del empleo de las series conformadas.

a. Pruebas de Homogeneidad

Las pruebas utilizadas para determinar si las variables que integran cada una de las series de las estaciones seleccionadas pertenecen estadísticamente a una misma población, son las de:

- ❖ Helmert
- ❖ T de Student
- ❖ Cramer

Como criterio de decisión de los resultados que las pruebas de mayor peso son las pruebas t de Student y la de Cramer, quedando en un segundo lugar de importancia la prueba de Helmert. Esta interpretación es debida a que las dos pruebas indicadas, al dividir la muestra en dos sub grupos, determinando los parámetros para cada uno de ellos que permite compararlos entre si y con un estadístico de la tabla, dando una mayor consistencia a la prueba de homogeneidad. Mientras la prueba de Helmert, solo efectúa una comparación de cada valor con respecto a la media de toda la muestra.

b. Prueba de Independencia

La independencia implica que ninguna observación de la serie de datos influye en las observaciones posteriores.

La prueba de Anderson permite el uso del coeficiente de autocorrelación serial $r(k)$ para diferentes tiempos de retraso k , el cual debe estar dentro de los límites superior e inferior.

c. Prueba de Estacionalidad

El criterio del análisis de estacionalidad, implica que los datos deben estar libres de tendencia durante el periodo de observación.

Para la evaluación de la tendencia se ha utilizado la prueba de Mann Kendall que detecta cualquier forma de tendencia, basado en el número de orden de las variables.

3.2.4 Análisis de Frecuencia de las Series Hidrológicas

El análisis de frecuencia es una herramienta utilizada para, predecir el comportamiento futuro de la precipitación en un sitio de interés, a partir de la

información histórica de precipitación. Es un método basado en procedimientos estadísticos que permite calcular la magnitud de la precipitación asociado a un periodo de retorno, su confiabilidad depende de la longitud y calidad de la serie histórica. A partir de la serie de precipitación máxima en 24 horas, se determina la precipitación correspondiente a los periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años; mediante el análisis de frecuencia que permite determinar los parámetros de las distribuciones de probabilidad y con el factor de frecuencia se determina la magnitud del evento para un periodo de retorno dado.

A continuación se presenta las distribuciones:

- a. Distribución Log Normal de 2 Parámetros.
- b. Distribución Log Normal de 3 Parámetros.
- c. Distribución Log Pearson Tipo III.
- d. Distribución Valor Extremo Tipo I (Gumbel).

3.2.5 Selección de la Distribución de Probabilidades Teóricas

Para elegir una distribución de mejor ajuste a la serie de datos de precipitación máxima, se realizó una comparación entre cada una de las distribuciones para utilizarse en la predicción de eventos.

Para ello se utiliza los siguientes métodos:

- ❖ Análisis gráfico.
- ❖ Método del error cuadrático mínimo.
- ❖ Prueba de Smirnov-Kolmogorov.

Mediante el software de Hidroesta2, se determinará la prueba de Smirnov-Kolmogorov de las distribuciones utilizadas.

3.2.6 Estimación de Precipitación Máxima en 24 horas

Una vez procesado y ajustado las funciones de distribución de probabilidades teóricas de la serie de precipitación máxima en 24 horas de cada estación en estudio, se determina la precipitación máxima diaria para diferentes

periodos de retorno, los cuales permitirán estimar la intensidad de precipitación máxima.

3.2.7 Distribución de Intensidad de Lluvia Máxima

La lluvia es definida por tres variables que son: la magnitud o lámina, duración y frecuencia. La magnitud de la lluvia es la lámina total ocurrida (en milímetros), en la duración de la tormenta y la frecuencia de la lluvia es expresada por su periodo de retorno o intervalo de recurrencia, que es el tiempo promedio en años en el cual el evento puede ser igualado o excedido.

Las estaciones ubicadas dentro del área de la cuenca no cuentan con registros pluviográficos que permitan obtener la intensidad, estas pueden ser calculadas a partir de la precipitación máxima en 24 horas.

Teniendo la precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno, se procede a distribuir las lluvias en tiempos menores a 1 hora y de 1 a 24 horas, para obtener las curvas de intensidad-duración-frecuencia, utilizando los siguientes métodos:

a. Modelo de Dick Peschke

Para estimar la precipitación correspondiente a duraciones menores a 1 hora se utiliza el modelo Dick Peschke, que está en función de la duración de la tormenta y la precipitación máxima en 24 horas, mediante la ecuación 2.61.

La intensidad se determina dividiendo la precipitación P_d entre la duración.

b. Modelo de Frederick C. Bell

Permite calcular la precipitación máxima en función del periodo de retorno y la duración de la tormenta, usando como valor índice la lluvia de 1 hora de duración y 10 años de periodo de retorno. Para lo cual se utiliza la ecuación 2.62.

Para el cálculo de P_{10}^{60} se utilizó el Software Hidroesta2, el cual es determinado a partir de los datos de precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 10 años mediante la ecuación 2.61 de Dick Peschke.

La intensidad se determina dividiendo la precipitación P_T^t entre la duración.

c. Método Basado en los Perfiles de Lluvia SCS

Este método considera distribuciones sintéticas adimensionales de precipitación, que permite conocer la distribución temporal, para cada hora a lo largo del día, de acuerdo a los perfiles del Servicio de Conservación de Suelos (SCS). Para el presente estudio se utilizará el perfil de lluvia tipo II, que es utilizado en nuestro medio y se asemeja a nuestras condiciones climáticas similares de nuestro País de la tabla 2.1.

3.2.8 Determinación de la Ecuación de Intensidad-Duración-Frecuencia

La ecuación se determinará, teniendo la información de precipitación máxima estimada mediante las distribuciones Dick Peschke, F.C. Bell y SCS (Soil Conservation Service) para diferentes periodos de retorno, los cuales permite determinar la intensidad de donde se obtiene las ecuaciones de intensidad-duración-frecuencia para cada estación en estudio de la cuenca, aplicando las ecuaciones de ajuste de correlación lineal múltiple de una serie de tres tipos de datos siendo la intensidad, duración y el tiempo de retorno, se determina los parámetros para reemplazarlos en la ecuación 2.65.

CAPITULO IV

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

4.1 Características Generales de la Zona de Estudio

4.1.1 Ubicación Política

El área de estudio del presente trabajo de investigación se encuentra ubicado en el:

Departamento	: Puno
Provincia	: Puno, San Román.
Distritos	: Atuncolla, Paucarcolla, Mañazo, Vilque, Tiquillaca y Cabana.



Figura 4.1

Ubicación del área de estudio.

El acceso a la zona de estudio es la carretera Puno – Juliaca a 22.5 km, del desvío Sillustani – Atuncolla, Puno – Vilque – Mañazo.

4.1.2 Ubicación Hidrográfica

La cuenca del río Illpa, hidrográficamente se encuentra ubicada en la vertiente del Titicaca.

Vertiente	: Titicaca
Sistema hídrico	: TDPS

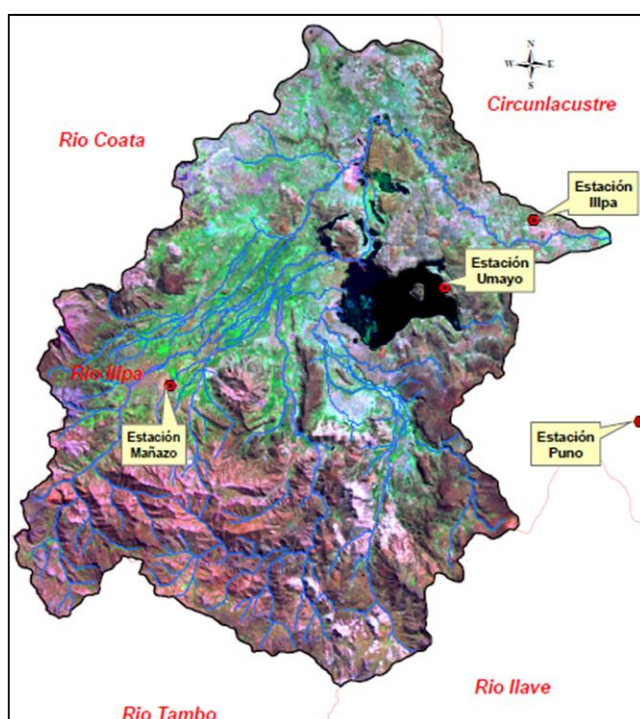


Figura 4.2

Cuenca del río Illpa.

4.1.3 Límites Hidrográficos

La cuenca del río Illpa, limita con las siguientes cuencas hidrográficas del Titicaca:

Norte	: Con la cuenca del río Coata.
Sur	: Con la cuenca del río Ilave.
Este	: Con el lago Titicaca.
Oeste	: Con la cuenca del río Coata.

**Figura 4.3**

Ubicación hidrográfica de la cuenca del río Illpa.

Fuente: Autoridades Administrativas del Agua.

4.1.4 Descripción del Ámbito de Estudio

a. Fisiografía

La cuenca del río Illpa, se encuentra localizada en la gran meseta del Altiplano y esta formada por terrenos con relieves accidentadas que presentan las altas montañas de la cordillera occidental de los Andes, hasta las formas mas moderadas, representadas por la áreas aluviales de relieve plano.

b. Climatología

El clima de la cuenca esta profundamente influenciado por la altitud, la proximidad al lago Titicaca y la topografía local. Las temperaturas mínimas medias anuales tienden a ser de 3°C a 6°C mas calientes que en otras zonas del altiplano. Donde el su clima es frío y seco, en las epocas de mayor frío (junio-agosto), hay fuerte incidencia de las heladas, en los cuales las temperaturas mínimas pueden registrarse a 15°C bajo cero.

c. Precipitación

La precipitación pluvial anual varia entre 550 mm y 606 mm, concentrándose en un 75%, entre los meses de diciembre a marzo.

CAPITULO V

ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Selección de Precipitación Máxima en 24 horas

La información correspondiente a este proyecto de tesis, se obtuvo de los registros históricos del SENAMHI seleccionado los valores máximos de cada año, que se presentan en los cuadros 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4:

Cuadro 5.1

Precipitación máxima en 24 horas estación Mañazo.

Nº	Años	Pp máx. 24 hrs (mm)	Nº	Años	Pp máx. 24 hrs (mm)
1	1993	24.8	12	2004	24.3
2	1994	49.0	13	2005	31.5
3	1995	30.9	14	2006	39.9
4	1996	53.0	15	2007	30.2
5	1997	29.1	16	2008	27.0
6	1998	43.8	17	2009	29.8
7	1999	31.9	18	2010	28.8
8	2000	24.6	19	2011	35.5
9	2001	54.0	20	2012	28.1
10	2002	30.1	21	2013	24.6
11	2003	24.1			

Fuente: Elaboración propia con datos del SENAMHI.

Cuadro 5.2

Precipitación máxima en 24 horas estación Illpa.

Nº	Años	Pp máx. 24 hrs (mm)	Nº	Años	Pp máx. 24 hrs (mm)
1	1979	18.2	11	1989	25.6
2	1980	25.0	12	1990	24.8
3	1981	25.6	13	1991	27.8
4	1982	41.8	14	1992	20.0
5	1983	18.2	15	1993	30.0
6	1984	30.2	16	1994	27.2
7	1985	35.6	17	1995	37.4
8	1986	35.7	18	1996	30.4
9	1987	44.5	19	1997	35.0
10	1988	28.6	20	1998	42.9

Fuente: Elaboración propia con datos del SENAMHI.**Cuadro 5.3**

Precipitación máxima en 24 horas estación Umayo.

Nº	Años	Pp máx. 24 hrs (mm)	Nº	Años	Pp máx. 24 hrs (mm)
1	1964	28.0	16	1979	40.3
2	1965	43.6	17	1980	33.1
3	1966	28.9	18	1981	40.3
4	1967	33.2	19	1982	33.2
5	1968	40.8	20	1983	29.7
6	1969	22.8	21	1984	33.5
7	1970	24.8	22	1985	40.9
8	1971	33.9	23	1986	29.0
9	1972	70.7	24	1987	22.8
10	1973	33.7	25	1988	42.2
11	1974	29.2	26	1989	30.6
12	1975	39.1	27	1990	29.1
13	1976	37.1	28	1991	52.8
14	1977	36.7	29	1992	27.2
15	1978	44.9	30	1993	37.7

Fuente: Elaboración propia con datos del SENAMHI.

Cuadro 5.4

Precipitación máxima en 24 horas estación Puno.

Nº	Años	Pp máx. 24 hrs (mm)	Nº	Años	Pp máx. 24 hrs (mm)
1	1964	39.7	26	1989	24.5
2	1965	34.3	27	1990	23.6
3	1966	49.5	28	1991	24.2
4	1967	36.2	29	1992	35.8
5	1968	28.0	30	1993	26.8
6	1969	29.9	31	1994	29.9
7	1970	31.7	32	1995	29.0
8	1971	45.2	33	1996	36.9
9	1972	36.8	34	1997	32.4
10	1973	41.0	35	1998	42.9
11	1974	40.2	36	1999	38.2
12	1975	33.7	37	2000	31.6
13	1976	33.4	38	2001	39.4
14	1977	36.9	39	2002	36.1
15	1978	34.5	40	2003	35.6
16	1979	26.4	41	2004	30.4
17	1980	25.0	42	2005	30.1
18	1981	27.6	43	2006	40.9
19	1982	51.8	44	2007	67.2
20	1983	38.6	45	2008	38.5
21	1984	71.6	46	2009	40.2
22	1985	48.5	47	2010	78.2
23	1986	38.7	48	2011	28.2
24	1987	55.7	49	2012	44.4
25	1988	31.4	50	2013	41.0

Fuente: Elaboración propia con datos del SENAMHI.**5.2 Análisis de la Información Pluviométrica**

Se presentan a continuación los resultados de aplicación de las pruebas a las series conformadas de cada una de las estaciones en estudio.

5.2.1 Pruebas de Homogeneidad**5.2.1.1 Prueba de Homogeneidad de la Estación Mañazo**

La aplicación de las pruebas de homogeneidad para la estación Mañazo, se obtiene, los siguientes resultados que se presentan en los siguientes cuadros:

Cuadro 5.5

Prueba de Helmer estación Mañazo.

$S =$	8	$\bar{X} =$	33.10
$C =$	12	$n =$	21
$S - C =$	-4	$-(n_j - 1)^{0.5} =$	-4.47
		$(n_j - 1)^{0.5} =$	4.47
Conclusión: El valor de (S-C) está comprendido entre $-(n_j - 1)^{0.5}$ y $(n_j - 1)^{0.5}$. Por lo tanto la serie ES HOMOGNEO			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.6

Prueba de t de Student estación Mañazo.

$n_1 =$	11	$n_2 =$	10
$\bar{X}_1 =$	35.94	$\bar{X}_2 =$	29.97
$S_1 =$	11.68	$S_2 =$	4.79
$S_1^2 =$	136.50	$S_2^2 =$	22.92
$n =$ 21 $t_d =$ 1.431 $\nu =$ 19 $\alpha =$ 0.05 $t =$ 2.093			
Conclusión: El valor absoluto del estadístico $t_d = 1.431$ es menor que el valor de tabla de $t = 2.093$ para 19 grados de libertad, para un nivel de significancia de 0.05. Por lo tanto la serie ES HOMOGNEO			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.7

Prueba de Cramer estación Mañazo.

$\bar{X} =$	33.10	$S =$	9.37
$n_{60} =$	13	$n_{30} =$	6
$\bar{X}_{60} =$	31.38	$\bar{X}_{30} =$	28.97
$\tau_{60} =$	0.183	$\tau_{30} =$	0.440
$t_{60} =$	1.047	$t_{30} =$	1.264
$\nu =$ 19 $\alpha =$ 0.05 $t =$ 2.093			
Conclusión: El valor absoluto de $t(60 \text{ y } 30)$ es menor que el valor de tabla de t para 19 G.L. y para un nivel de significancia 0.05. La serie ES HOMOGNEO			

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en los cuadros 5.5, 5.6 y 5.7; los resultados de las tres pruebas aplicadas a la serie de datos de precipitación máxima en 24 horas, muestran conclusiones idénticas de aceptación de la homogeneidad. Por lo tanto, se acepta la base de datos como homogénea.

5.2.1.2 Prueba de Homogeneidad de la Estación Illpa

La aplicación de las pruebas de homogeneidad para la estación Illpa, se obtiene, los siguientes resultados que se muestran en los siguientes cuadros:

Cuadro 5.8

Prueba de Helmer estaci3n Illpa.

S =	14	$\bar{X} =$	30.23
C =	5	n =	20
S - C =	9	$-(n_j-1)^{0.5} =$	-4.36
		$(n_j-1)^{0.5} =$	4.36
Conclusi3n: El valor de (S-C) no est3 comprendido entre - $(n_j-1)^{0.5}$ y $(n_j-1)^{0.5}$. Por lo tanto la serie NO ES HOMOGENEO			

Fuente: Elaboraci3n propia.

Cuadro 5.9

Prueba de t de Student estaci3n Illpa.

$n_1 =$	10	$n_2 =$	10
$\bar{X}_1 =$	30.34	$\bar{X}_2 =$	30.11
$S_1 =$	9.05	$S_2 =$	6.71
$S_1^2 =$	81.89	$S_2^2 =$	45.03
$n =$ 20 $t_d =$ 0.061 $\nu =$ 18 $\alpha =$ 0.05 $t =$ 2.101			
Conclusi3n: El valor absoluto del estadístico $t_d=0.061$ es menor que el valor de tabla de $t=2.101$ para 18 grados de libertad, para un nivel de significancia de 0.05. Por lo tanto la serie ES HOMOGENEO			

Fuente: Elaboraci3n propia.

Cuadro 5.10

Prueba de Cramer estación Illpa.

$\bar{X} =$	30.23	$S =$	7.75
$n_{60} =$	12	$n_{30} =$	6
$\bar{X}_{60} =$	31.18	$\bar{X}_{30} =$	33.82
$\tau_{60} =$	0.124	$\tau_{30} =$	0.463
$t_{60} =$	0.650	$t_{30} =$	1.350
$\nu =$ 18			
$\alpha =$ 0.05			
$t =$ 2.101			
Conclusión: El valor absoluto de t(60 y 30) es menor que el valor de tabla de t para 18 G.L. y para un nivel de significancia 0.05. La serie ES HOMOGNEO			

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en los cuadros 5.8, 5.9 y 5.10; los resultados de las tres pruebas de homogeneidad aplicadas a la precipitación máxima en 24 horas, presentan discrepancias entre sí. Sin embargo, por los criterios de aceptación planteados previamente, dos de las tres pruebas indican que la serie es homogénea, resultando además que ambas pruebas son las de mayor peso a la hora de decidir. Por esto se acepta que los valores que conforman la base de datos, provienen estadísticamente de una misma población.

5.2.1.3 Prueba de Homogeneidad de la Estación Umayo

La aplicación de las pruebas de homogeneidad para la estación Umayo, se obtiene los siguientes resultados que se presentan a continuación:

Cuadro 5.11

Prueba de Helmer estación Umayo.

$S =$	12	$\bar{X} =$	35.66
$C =$	17	$n =$	30
$S - C =$	-5	$-(n_j - 1)^{0.5} =$	-5.39
		$(n_j - 1)^{0.5} =$	5.39
Conclusión: El valor de (S-C) está comprendido entre $-(n_j - 1)^{0.5}$ y $(n_j - 1)^{0.5}$. Por lo tanto la serie ES HOMOGNEO			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.12

Prueba de t de Student estación Umayo.

$n_1 =$	15	$n_2 =$	15
$\overline{X}_1 =$	36.49	$\overline{X}_2 =$	34.83
$S_1 =$	11.49	$S_2 =$	7.58
$S_1^2 =$	132.12	$S_2^2 =$	57.40
$n =$		30	
$t_d =$		0.453	
$\nu =$		28	
$\alpha =$		0.05	
$t =$		2.048	
Conclusión:			
El valor absoluto del estadístico $t_d=0.453$ es menor que el valor de tabla de $t=2.048$ para 28 grados de libertad, para un nivel de significancia de 0.05. Por lo tanto la serie ES HOMOGNEO			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.13

Prueba de Cramer estación Umayo.

$\bar{X} =$	35.66	$S =$	9.60
$n_{60} =$	18	$n_{30} =$	9
$\bar{X}_{60} =$	35.62	$\bar{X}_{30} =$	34.70
$\tau_{60} =$	0.005	$\tau_{30} =$	0.100
$t_{60} =$	0.029	$t_{30} =$	0.347
$\nu =$		28	
$\alpha =$		0.05	
$t =$		2.048	
Conclusión:			
El valor absoluto de $t(60 \text{ y } 30)$ es menor que el valor de tabla de t para 28 G.L. y para un nivel de significancia 0.05. La serie ES HOMOGNEO			

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en los cuadros 5.11, 5.12 y 5.13; los resultados de las tres pruebas aplicadas a la base de datos de precipitación máxima en 24 horas, muestran conclusiones idénticas de aceptación de la homogeneidad. Por lo tanto, se acepta la base de datos como homogénea.

5.2.1.4 Prueba de Homogeneidad de la Estación Puno

La aplicación de las pruebas de homogeneidad para la estación Puno, se obtiene los siguientes resultados que se presentan en los siguientes cuadros:

Cuadro 5.14

Prueba de t de Student estación Puno.

$n_1 =$	25	$n_2 =$	25
$\bar{X}_1 =$	38.65	$\bar{X}_2 =$	37.04
$S_1 =$	10.54	$S_2 =$	12.40
$S_1^2 =$	111.09	$S_2^2 =$	153.80
$n =$ 50 $t_d =$ 0.485 $\nu =$ 48 $\alpha =$ 0.05 $t =$ 2.011 Dos colas			
Conclusión: El valor absoluto del estadístico $t_d=0.485$ es menor que el valor de tabla de $t=2.011$ para 48 grados de libertad, para un nivel de significancia de 0.05. Por lo tanto la serie ES HOMOGNEO			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.15

Prueba de Cramer estación Puno.

$\bar{X} =$	37.85	$S =$	11.42
$n_{60} =$	30	$n_{30} =$	15
$\bar{X}_{60} =$	39.06	$\bar{X}_{30} =$	41.33
$\tau_{60} =$	0.107	$\tau_{30} =$	0.305
$t_{60} =$	0.912	$t_{30} =$	1.414
$\nu =$ 48 $\alpha =$ 0.05 $t =$ 2.011 Dos colas			
Conclusión: El valor absoluto de $t(60 \text{ y } 30)$ es menor que el valor de tabla de t para 48 G.L. y para un nivel de significancia 0.05. La serie ES HOMOGNEO			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.16

Prueba de Helmer estación Puno.

S =	33	$\bar{X} =$	37.85
C =	16	n =	50
S - C =	17	$-(n_j-1)^{0.5} =$	-7.00
		$(n_j-1)^{0.5} =$	7.00
Conclusión: El valor de (S-C) no está comprendido entre - $(n_j-1)^{0.5}$ y $(n_j-1)^{0.5}$. Por lo tanto la serie NO ES HOMOGÉNEO			

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en los cuadros 5.14, 5.15 y 5.16; los resultados de las tres pruebas de homogeneidad aplicadas a la precipitación máxima en 24 horas, presentan discrepancias entre sí. Sin embargo, por los criterios de aceptación planteados previamente, dos de las tres pruebas indican que la serie es homogénea, resultando además que ambas pruebas son las de mayor peso a la hora de decidir.

Por esto, se acepta que los valores que conforman la base de datos, provienen estadísticamente de una misma población, indicando así que los datos son útiles para el proceso de ajuste de las distribuciones para el análisis de frecuencia.

5.2.2 Pruebas de Independencia**5.2.2.1 Prueba de Anderson de la Estación Mañazo**

La aplicación de la prueba de Anderson a los datos de la serie de precipitación máxima en 24 horas para la estación Mañazo, se obtiene los siguientes resultados que se presentan en los siguientes cuadros:

Cuadro 5.17

Prueba de Anderson estación Mañazo.

Nº de datos	$n =$	21
Media	$\bar{X} =$	33.10
$k = n/3$	$K =$	7.00
K adoptado	$Ka =$	7
Nº máximo de puntos tolerables fuera de bandas de aceptación		0.70
Nº de puntos fuera de bandas de aceptación		0.00
Conclusión:		
Se acepta la hipótesis de que las variables de la serie SON INDEPENDIENTES		

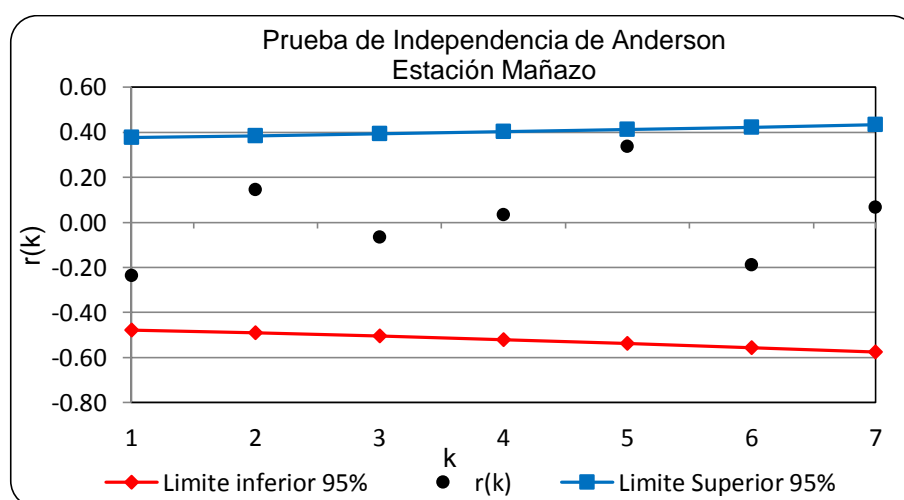
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.18

Coeficiente de autocorrelación serial de retraso k estación Mañazo.

k	Limite Inferior	r(k)	Limite Superior	Observación
1	-0.477	-0.236	0.377	Dentro de límite
2	-0.490	0.145	0.385	Dentro de límite
3	-0.505	-0.065	0.393	Dentro de límite
4	-0.520	0.034	0.402	Dentro de límite
5	-0.537	0.336	0.412	Dentro de límite
6	-0.556	-0.189	0.422	Dentro de límite
7	-0.576	0.065	0.433	Dentro de límite

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.1**

Correlograma de la serie de datos estación Mañazo.

5.2.2.2 Prueba de Anderson de la Estación Illpa

La aplicación de la prueba de Anderson a los datos de precipitación máxima en 24 horas para la estación Illpa, se obtiene los siguientes resultados que se presentan a continuación:

Cuadro 5.19

Prueba de Anderson estación Illpa.

Nº de datos	$n =$	20
Media	$\bar{X} =$	30.23
$k = n/3$	$K =$	6.67
K adoptado	$K_a =$	7
Nº máximo de puntos tolerables fuera de bandas de aceptación		0.70
Nº de puntos fuera de bandas de aceptación		0.00
Conclusión: Se acepta la hipótesis de que las variables de la serie SON INDEPENDIENTES		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.20

Coefficiente de autocorrelación serial de retraso k estación Illpa.

k	Limite Inferior	r(k)	Limite Superior	Observación
1	-0.490	0.082	0.385	Dentro de límite
2	-0.505	0.113	0.393	Dentro de límite
3	-0.520	-0.113	0.402	Dentro de límite
4	-0.537	-0.089	0.412	Dentro de límite
5	-0.556	-0.117	0.422	Dentro de límite
6	-0.576	-0.319	0.433	Dentro de límite
7	-0.599	-0.253	0.445	Dentro de límite

Fuente: Elaboración propia.

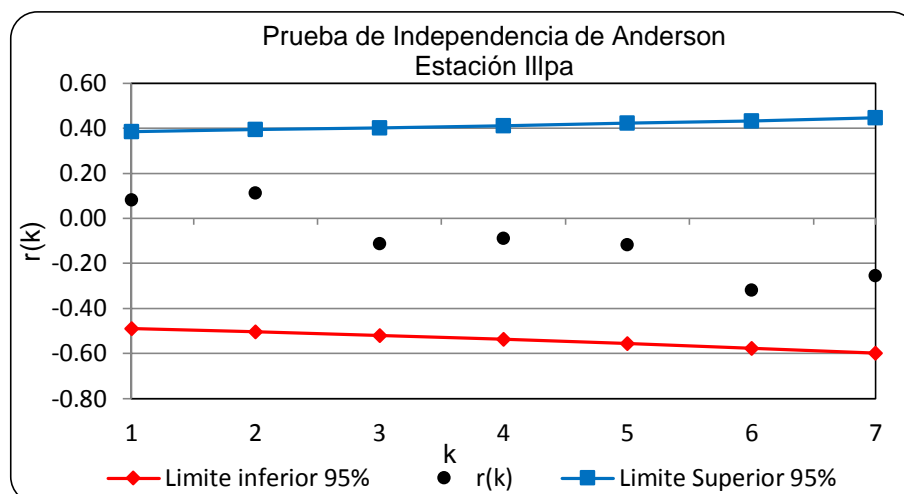


Figura 5.2

Correlograma de la serie de datos estación Illpa.

5.2.2.3 Prueba de Anderson de la Estación Umayo

La aplicación de la prueba de Anderson a la serie de datos de precipitación máxima en 24 horas para la estación Umayo, se obtiene los siguientes resultados que se presentan en los cuadros:

Cuadro 5.21

Prueba de Anderson estación Umayo.

Nº de datos	$n =$	30
Media	$\bar{X} =$	35.66
$k = n/3$	$K =$	10.00
K adoptado	$Ka =$	10
Nº máximo de puntos tolerables fuera de bandas de aceptación		1.00
Nº de puntos fuera de bandas de aceptación		0.00
Conclusión: Se acepta la hipótesis de que las variables de la serie SON INDEPENDIENTES		

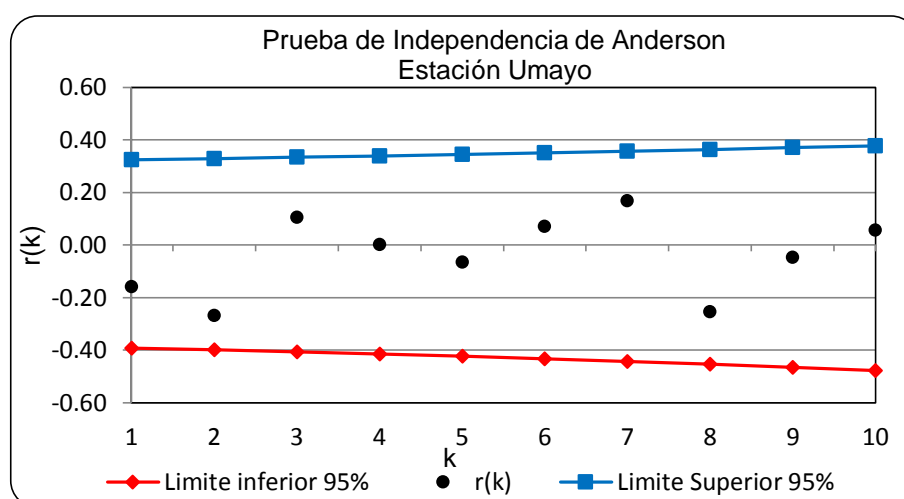
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.22

Coeficiente de autocorrelación serial de retraso k estación Umayo.

k	Limite Inferior	$r(k)$	Limite Superior	Observación
1	-0.392	-0.159	0.323	Dentro de límite
2	-0.399	-0.270	0.328	Dentro de límite
3	-0.407	0.104	0.333	Dentro de límite
4	-0.415	0.000	0.338	Dentro de límite
5	-0.424	-0.066	0.344	Dentro de límite
6	-0.433	0.071	0.350	Dentro de límite
7	-0.443	0.168	0.356	Dentro de límite
8	-0.454	-0.255	0.363	Dentro de límite
9	-0.465	-0.047	0.370	Dentro de límite
10	-0.477	0.055	0.377	Dentro de límite

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.3**

Correlograma de la serie de datos estación Umayo.

5.2.2.4 Prueba de Anderson de la Estación Puno

La aplicación de la prueba de Anderson a los datos de precipitación máxima en 24 horas para la estación Puno, se obtiene los siguientes resultados que se presentan en los cuadros:

Cuadro 5.23

Prueba de Anderson estación Puno.

Nº de datos	$n =$	50
Media	$\bar{X} =$	37.85
$k = n/3$	$K =$	16.67
K adoptado	$K_a =$	17
Nº máximo de puntos tolerables fuera de bandas de aceptación		1.70
Nº de puntos fuera de bandas de aceptación		0.00
Conclusión: Se acepta la hipótesis de que las variables de la serie SON INDEPENDIENTES		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.24

Coeficiente de autocorrelación serial de retraso k estación Puno.

k	Limite Inferior	r(k)	Limite Superior	Observación
1	-0.298	0.157	0.257	Dentro de límite
2	-0.301	0.168	0.259	Dentro de límite
3	-0.304	0.227	0.262	Dentro de límite
4	-0.308	-0.160	0.264	Dentro de límite
5	-0.311	-0.110	0.267	Dentro de límite
6	-0.315	-0.204	0.269	Dentro de límite
7	-0.319	-0.183	0.272	Dentro de límite
8	-0.323	-0.110	0.275	Dentro de límite
9	-0.327	-0.030	0.278	Dentro de límite
10	-0.331	-0.025	0.281	Dentro de límite
11	-0.335	0.113	0.284	Dentro de límite
12	-0.340	0.041	0.287	Dentro de límite
13	-0.345	-0.032	0.291	Dentro de límite
14	-0.350	0.039	0.294	Dentro de límite
15	-0.355	-0.090	0.298	Dentro de límite
16	-0.361	-0.103	0.302	Dentro de límite
17	-0.366	-0.200	0.306	Dentro de límite

Fuente: Elaboración propia.

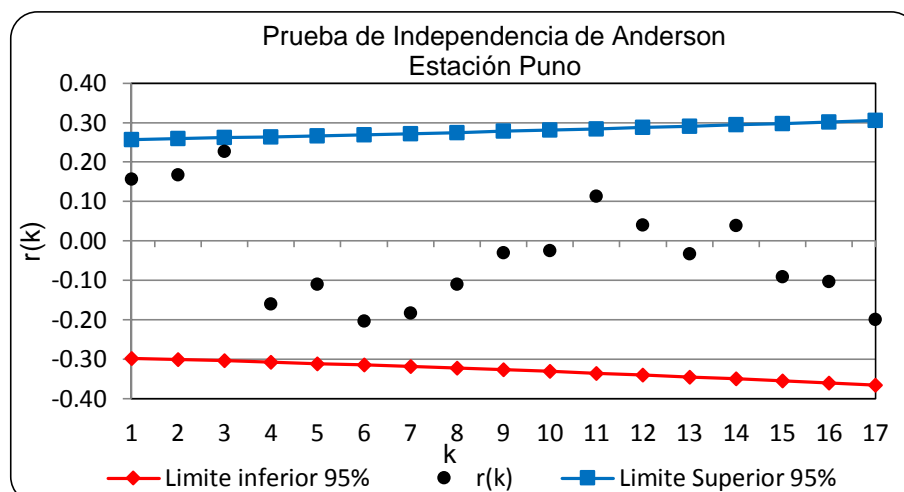


Figura 5.4

Correlograma de la serie de datos estación Puno.

5.2.3 Pruebas de Estacionalidad

5.2.3.1 Prueba de Mann Kendall de la Estación Mañazo

La prueba de Mann Kendall permite verificar si existe una tendencia en la base de datos de precipitación máxima en 24 horas de la estación Mañazo. Se puede apreciar el análisis realizado en el siguiente cuadro:

Cuadro 5.25

Prueba de Mann Kendall estación Mañazo.

Número de datos	n =	21
Índice de desviación	S =	-47
Varianza de S	Var(S) =	33.12
Valor del estadístico	Z _{MK} =	1.3891
Valor de probabilidad	p - valor =	0.1649
Nivel de significancia	α =	0.05
Conclusión:		
Se acepta la hipótesis H_0 NO EXISTE TENDENCIA en las observaciones, a un nivel de significancia 0.05		

Fuente: Elaboración propia.

Se observa el resultado de la prueba, que se acepta la hipótesis H_0 : no existe tendencia, en la serie de precipitación máxima en 24 horas; por que el valor estadístico es mayor que el nivel de significancia $Z_{MK} > \alpha$ y también el valor de probabilidad es mayor que el nivel de significancia $p - valor > \alpha$, es decir, no podemos rechazar la hipótesis nula H_0 .

5.2.3.2 Prueba de Mann Kendall de la Estación Illpa

La prueba de Mann Kendall permite verificar si existe una tendencia en la base de datos de precipitación máxima en 24 horas de la estación Illpa. Se puede apreciar el análisis realizado en el siguiente cuadro:

Cuadro 5.26

Prueba de Mann Kendall estación Illpa.

Número de datos	n =	20
Índice de desviación	S =	50
Varianza de S	Var(S) =	30.82
Valor del estadístico	Z _{MK} =	1.5898
Valor de probabilidad	p - valor =	0.1116
Nivel de significancia	α =	0.05
<i>Conclusión:</i>		
Se acepta la hipótesis H_0 NO EXISTE TENDENCIA en las observaciones, a un nivel de significancia 0.05		

Fuente: Elaboración propia.

Se observa el resultado de la prueba, que se acepta la hipótesis H_0 : no existe tendencia, en la serie de precipitación máxima en 24 horas; por que el valor estadístico es mayor que el nivel de significancia $Z_{MK} > \alpha$ y también el valor de probabilidad es mayor que el nivel de significancia $p - valor > \alpha$, es decir, no podemos rechazar la hipótesis nula H_0 .

5.2.3.3 Prueba de Mann Kendall de la Estación Umayo

La prueba de Mann Kendall permite verificar, si existe una tendencia en la base de datos de precipitación máxima en 24 horas de la estación Umayo. Se puede apreciar el análisis realizado en el siguiente cuadro:

Cuadro 5.27

Prueba de Mann Kendall estación Umayo.

Número de datos	$n =$	30
Índice de desviación	$S =$	8
Varianza de S	$\text{Var}(S) =$	56.05
Valor del estadístico	$Z_{MK} =$	0.1249
Valor de probabilidad	$p - \text{valor} =$	0.9011
Nivel de significancia	$\alpha =$	0.05
Conclusión:		
Se acepta la hipótesis H_0 NO EXISTE TENDENCIA en las observaciones, a un nivel de significancia 0.05		

Fuente: Elaboración propia.

Se observa el resultado de la prueba, que se acepta la hipótesis H_0 : no existe tendencia, en la serie de precipitación máxima en 24 horas; por que el valor estadístico es mayor que el nivel de significancia $Z_{MK} > \alpha$ y también el valor de probabilidad es mayor que el nivel de significancia $p - \text{valor} > \alpha$, es decir, no podemos rechazar la hipótesis nula H_0 .

5.2.3.4 Prueba de Mann Kendall de la Estación Puno

La prueba de Mann Kendall permite verificar si existe una tendencia en la base de datos de precipitación máxima en 24 horas de la estación Puno. Se puede observar el análisis realizado en el siguiente cuadro:

Cuadro 5.28

Prueba de Mann Kendall estación Puno.

Número de datos	$n =$	50
Índice de desviación	$S =$	87
Varianza de S	$\text{Var}(S) =$	119.55
Valor del estadístico	$Z_{MK} =$	0.7194
Valor de probabilidad	$p - \text{valor} =$	0.4718
Nivel de significancia	$\alpha =$	0.05
Conclusión:		
Se acepta la hipótesis H_0 NO EXISTE TENDENCIA en las observaciones, a un nivel de significancia 0.05		

Fuente: Elaboración propia.

Se observa los resultados de la prueba, que se acepta la hipótesis H_0 : no existe tendencia, en la serie de precipitación máxima en 24 horas; por que el

valor estadístico es mayor que el nivel de significancia $Z_{MK} > \alpha$ y también el valor de probabilidad es mayor que el nivel de significancia $p - valor > \alpha$, es decir, no podemos rechazar la hipótesis nula H_0 .

5.3 Análisis de Frecuencia de las Series Hidrológicas

En esta etapa de estudio, se determinó la magnitud del evento para un periodo de retorno dado.

En los siguientes cuadros se presentan los resultados de precipitación máxima diaria para diferentes periodos de retorno, que permitirá determinar la intensidad máxima de las estaciones en estudio.

Cuadro 5.29

Precipitación máxima diaria estación Mañazo.

TR (años)	Prob.	Log Normal 2 Param.	Log Normal 3 Param.	Log Pearson Tipo III	Gumbel
2	0.5	32.01	29.92	30.79	31.56
5	0.2	39.69	38.03	38.89	39.84
10	0.1	44.42	45.21	45.03	45.33
20	0.05	48.75	53.51	51.53	50.59
50	0.02	54.12	66.47	60.92	57.40
100	0.01	58.03	77.95	68.76	62.50

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.30

Precipitación máxima diaria estación Illpa.

TR (años)	Prob.	Log Normal 2 Param.	Log Normal 3 Param.	Log Pearson Tipo III	Gumbel
2	0.5	29.27	29.55	29.57	28.95
5	0.2	36.52	36.35	36.61	35.80
10	0.1	41.00	40.34	40.71	40.34
20	0.05	45.12	43.88	44.30	44.69
50	0.02	50.24	48.15	48.59	50.33
100	0.01	53.98	51.18	51.58	54.55

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.31

Precipitación máxima diaria estación Umayo.

TR (años)	Prob.	Log Normal 2 Param.	Log Normal 3 Param.	Log Pearson Tipo III	Gumbel
2	0.5	34.60	33.43	33.67	34.08
5	0.2	42.45	42.06	41.92	42.57
10	0.1	47.24	48.39	47.80	48.19
20	0.05	51.61	54.88	53.76	53.58
50	0.02	57.00	63.86	61.99	60.55
100	0.01	60.90	71.05	68.60	65.78

Fuente: Elaboración propia.**Cuadro 5.32**

Precipitación máxima diaria estación Puno.

TR (años)	Prob.	Log Normal 2 Param.	Log Normal 3 Param.	Log Pearson Tipo III	Gumbel
2	0.5	36.47	35.23	35.16	35.97
5	0.2	45.60	44.85	44.77	46.06
10	0.1	51.25	51.90	51.97	52.74
20	0.05	56.44	59.09	59.51	59.15
50	0.02	62.92	69.05	70.32	67.45
100	0.01	67.64	77.01	79.28	73.66

Fuente: Elaboración propia.**5.4 Selección de la Distribución de Probabilidades Teóricas**

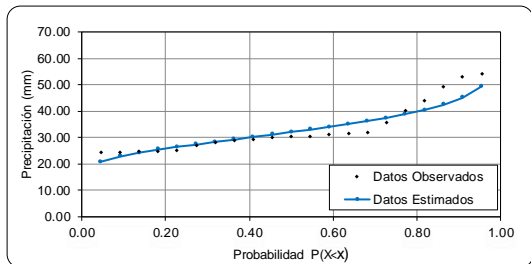
El siguiente paso metodológico, corresponde a seleccionar el tipo de distribución de probabilidad que más se ajustan a la serie de datos de precipitación máxima en 24 horas de las estaciones en estudio, como son los siguientes:

5.4.1 Análisis Gráfico

El método gráfico permite comparar gráficamente cada una de las precipitaciones observadas y estimadas por las distribuciones de probabilidad mediante el análisis de frecuencia, la distribución seleccionada viene a ser la que más se apegue visualmente a los datos observados. Para lo cual los gráficos se plotearon relacionando en el eje de las abscisas (x) la probabilidad de no excedencia y en el eje de las ordenadas (y) las precipitaciones máximas observadas y estimadas en (mm).

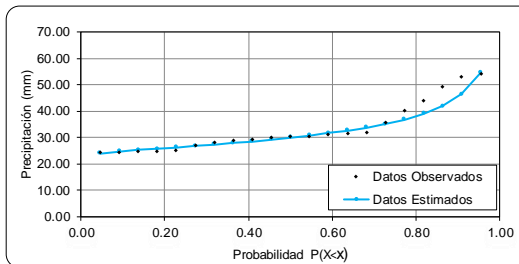
A continuación se realiza la descripción de las estaciones en estudio y se muestra las figuras de las diferentes distribuciones:

Figura A: Distribución Log Normal 2 Parámetros Estación Mañazo.



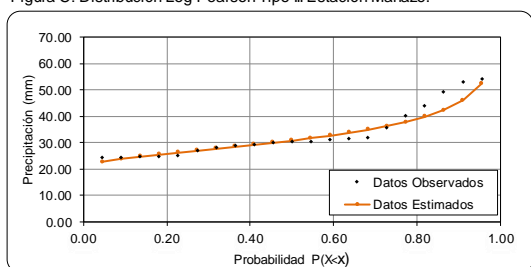
Fuente: Elaboración propia.

Figura B: Distribución Log Normal 3 Parámetros Estación Mañazo.



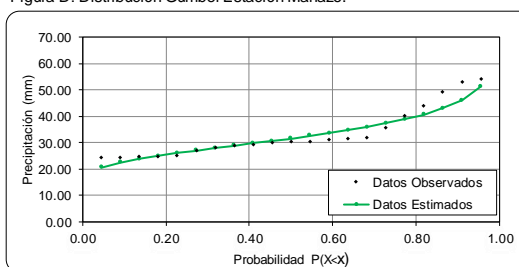
Fuente: Elaboración propia.

Figura C: Distribución Log Pearson Tipo III Estación Mañazo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura D: Distribución Gumbel Estación Mañazo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.5

Análisis gráfico de las distribuciones estación Mañazo.

En la estación Mañazo, se aprecia visualmente en las figuras, que la distribución que más se aproxima a los datos observados es la distribución Log Normal de 3 Parámetros.

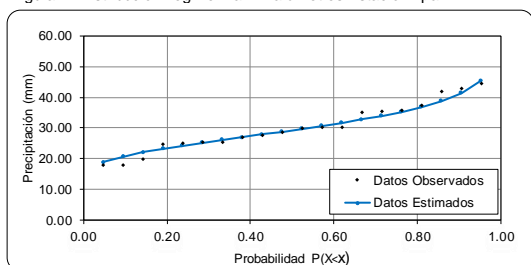
Cuadro 5.33

Orden de ajuste del análisis gráfico
estación Mañazo.

Función de Distribución	Orden
Log Normal de 2 Parámetros	3
Log Normal de 3 Parámetros	1
Log Pearson Tipo III	2
Gumbel	4

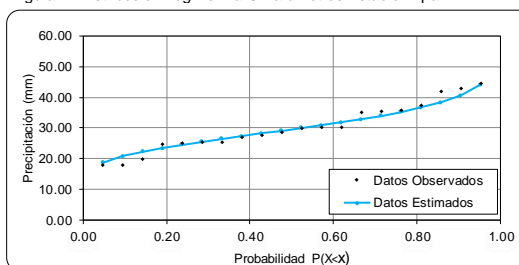
Fuente: Elaboración propia.

Figura A: Distribución Log Normal 2 Parámetros Estación Illpa.



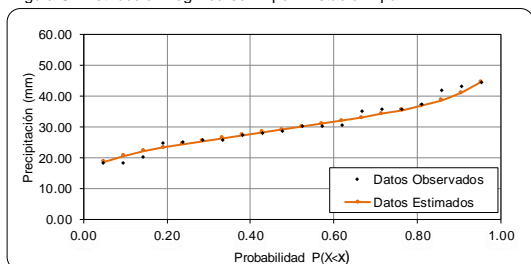
Fuente: Elaboración propia.

Figura B: Distribución Log Normal 3 Parámetros Estación Illpa.



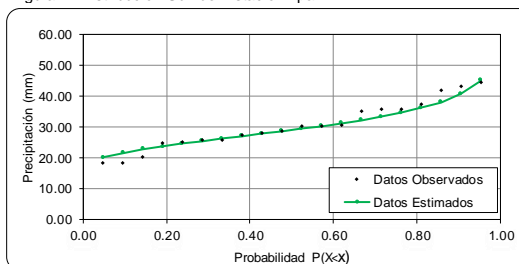
Fuente: Elaboración propia.

Figura C: Distribución Log Pearson Tipo III Estación Illpa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura D: Distribución Gumbel Estación Illpa.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.6

Análisis gráfico de las distribuciones estación Illpa.

En la estación Illpa, se aprecia visualmente en las figuras, que la distribución que más se aproxima a los datos observados es la distribución Log Normal de 2 Parámetros.

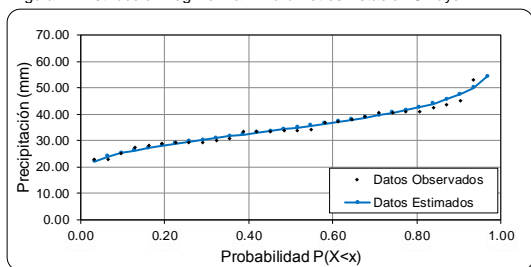
Cuadro 5.34

Orden de ajuste del análisis gráfico
estación Illpa.

Función de Distribución	Orden
Log Normal de 2 Parámetros	1
Log Normal de 3 Parámetros	2
Log Pearson Tipo III	3
Gumbel	4

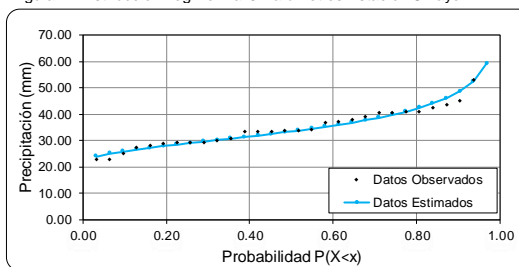
Fuente: Elaboración propia.

Figura A: Distribución Log Normal 2 Parámetros Estación Umayo.



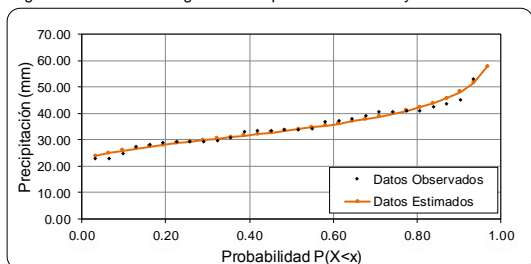
Fuente: Elaboración propia.

Figura B: Distribución Log Normal 3 Parámetros Estación Umayo.



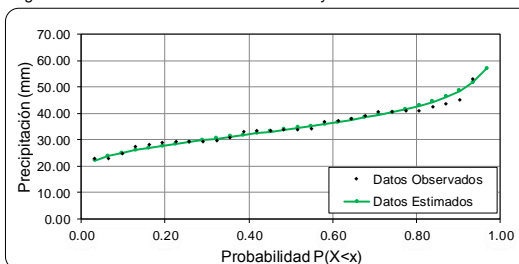
Fuente: Elaboración propia.

Figura C: Distribución Log Pearson Tipo III Estación Umayo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura D: Distribución Gumbel Estación Umayo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.7

Análisis gráfico de las distribuciones estación Umayo.

En la estación Umayo, se aprecia visualmente en las figuras, que la distribución que más se aproxima a los datos observados es la distribución Log Normal de 2 Parámetros.

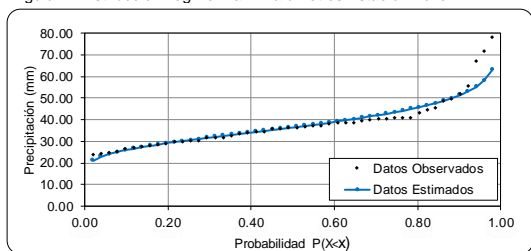
Cuadro 5.35

Orden de ajuste del análisis gráfico
estación Umayo.

Función de Distribución	Orden
Log Normal de 2 Parámetros	1
Log Normal de 3 Parámetros	4
Log Pearson Tipo III	3
Gumbel	2

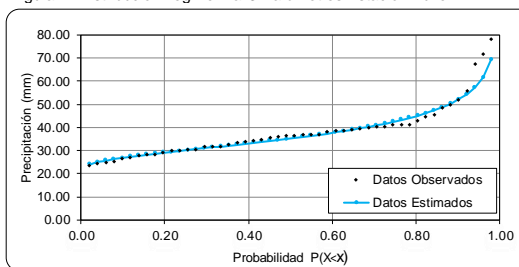
Fuente: Elaboración propia.

Figura A: Distribución Log Normal 2 Parámetros Estación Puno.



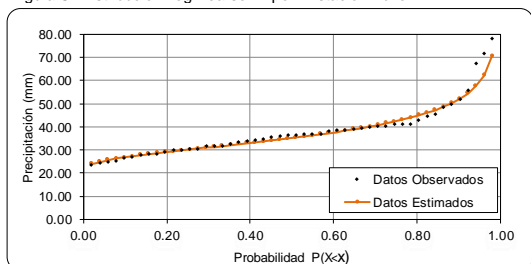
Fuente: Elaboración propia.

Figura B: Distribución Log Normal 3 Parámetros Estación Puno.



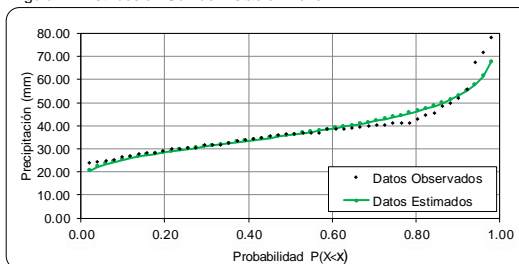
Fuente: Elaboración propia.

Figura C: Distribución Log Pearson Tipo III Estación Puno.



Fuente: Elaboración propia.

Figura D: Distribución Gumbel Estación Puno.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.8

Análisis gráfico de las distribuciones estación Puno.

En la estación Puno, se aprecia visualmente en las figuras que la distribución que más se aproxima a los datos observados es la distribución Log Normal de 3 Parámetros.

Cuadro 5.36

Orden de ajuste del análisis gráfico
estación Puno.

Función de Distribución	Orden
Log Normal de 2 Parámetros	4
Log Normal de 3 Parámetros	1
Log Pearson Tipo III	2
Gumbel	3

Fuente: Elaboración propia.

5.4.2 Método del Error Cuadrático Mínimo

El error cuadrático mínimo seleccionado, será el menor valor en comparación de las otras funciones de distribución, lo cual podemos apreciar que para las estaciones de Mañazo y Umayo el menor valor tiene la distribución Log Normal de 3 Parámetros y para las estaciones de Illpa y Puno el menor valor tiene la

distribución Log Pearson Tipo III, que se muestran en los cuadros 5.37, 5.38, 5.39 y 5.40.

Cuadro 5.37

Prueba de error cuadrático mínimo estación Mañazo.

m	TR (años)	P(X<x)	X ₀ (mm)	Log Normal 2 Parámetros		Log Normal 3 Parámetros		Log Pearson Tipo III		Gumbel	
				X _e	(X _e - X ₀) ²	X _e	(X _e - X ₀) ²	X _e	(X _e - X ₀) ²	X _e	(X _e - X ₀) ²
1	22.00	0.9545	54	49.32	21.88	54.75	0.56	52.46	2.36	51.30	7.28
2	11.00	0.9091	53	45.04	63.41	46.28	45.19	45.90	50.38	46.06	48.19
3	7.33	0.8636	49	42.37	43.92	41.87	50.91	42.25	45.55	42.91	37.08
4	5.50	0.8182	43.8	40.38	11.70	38.96	23.47	39.72	16.65	40.62	10.14
5	4.40	0.7727	39.9	38.75	1.31	36.81	9.52	37.78	4.51	38.78	1.25
6	3.67	0.7273	35.5	37.36	3.46	35.14	0.13	36.19	0.48	37.24	3.03
7	3.14	0.6818	31.9	36.12	17.82	33.76	3.46	34.85	8.68	35.89	15.93
8	2.75	0.6364	31.5	34.99	12.20	32.60	1.21	33.67	4.72	34.68	10.12
9	2.44	0.5909	30.9	33.95	9.28	31.60	0.49	32.62	2.97	33.57	7.13
10	2.20	0.5455	30.2	32.96	7.61	30.71	0.26	31.67	2.16	32.54	5.46
11	2.00	0.5000	30.1	32.01	3.66	29.92	0.03	30.79	0.47	31.56	2.12
12	1.83	0.4545	29.8	31.09	1.67	29.20	0.36	29.96	0.03	30.61	0.66
13	1.69	0.4091	29.1	30.19	1.18	28.54	0.31	29.18	0.01	29.70	0.36
14	1.57	0.3636	28.8	29.29	0.24	27.93	0.76	28.42	0.15	28.79	0.00
15	1.47	0.3182	28.1	28.37	0.07	27.35	0.57	27.68	0.18	27.89	0.05
16	1.38	0.2727	27	27.43	0.19	26.79	0.04	26.95	0.00	26.96	0.00
17	1.29	0.2273	24.8	26.44	2.70	26.26	2.12	26.21	1.99	26.00	1.45
18	1.22	0.1818	24.6	25.38	0.61	25.73	1.27	25.45	0.73	24.98	0.14
19	1.16	0.1364	24.6	24.19	0.17	25.19	0.35	24.64	0.00	23.84	0.58
20	1.10	0.0909	24.3	22.75	2.39	24.63	0.11	23.73	0.32	22.48	3.30
21	1.05	0.0455	24.1	20.78	11.04	23.97	0.02	22.58	2.30	20.63	12.06
N = 21				Suma = 216.51		141.14		144.62		166.32	
				E.C.M. = 14.71		11.88		12.03		12.90	
				Orden de Ajuste= 4		1		2		3	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.38

Prueba de error cuadrático mínimo estación Illpa.

m	TR (años)	P(X<x)	X ₀ (mm)	Log Normal 2 Parámetros		Log Normal 3 Parámetros		Log Pearson Tipo III		Gumbel	
				X _e	(X _e - X ₀) ²	X _e	(X _e - X ₀) ²	X _e	(X _e - X ₀) ²	X _e	(X _e - X ₀) ²
1	21.00	0.9524	44.5	45.40	0.81	44.11	0.15	44.54	0.00	45.00	0.25
2	10.50	0.9048	42.9	41.30	2.55	40.60	5.31	40.97	3.72	40.65	5.05
3	7.00	0.8571	41.8	38.76	9.25	38.35	11.87	38.68	9.76	38.04	14.13
4	5.25	0.8095	37.4	36.85	0.30	36.65	0.57	36.92	0.23	36.13	1.60
5	4.20	0.7619	35.7	35.30	0.16	35.23	0.22	35.46	0.06	34.61	1.19
6	3.50	0.7143	35.6	33.96	2.68	34.00	2.55	34.19	2.00	33.32	5.19
7	3.00	0.6667	35	32.78	4.94	32.89	4.43	33.04	3.84	32.19	7.88
8	2.63	0.619	30.4	31.69	1.67	31.87	2.17	31.98	2.50	31.18	0.61
9	2.33	0.5714	30.2	30.69	0.24	30.91	0.51	30.99	0.62	30.24	0.00
10	2.10	0.5238	30	29.73	0.07	30.00	0.00	30.03	0.00	29.37	0.40
11	1.91	0.4762	28.6	28.81	0.05	29.11	0.26	29.11	0.26	28.54	0.00
12	1.75	0.4286	27.8	27.92	0.01	28.23	0.18	28.20	0.16	27.74	0.00
13	1.62	0.381	27.2	27.03	0.03	27.35	0.02	27.29	0.01	26.95	0.06
14	1.50	0.3333	25.6	26.14	0.29	26.45	0.73	26.36	0.58	26.17	0.32
15	1.40	0.2857	25.6	25.22	0.14	25.53	0.01	25.41	0.04	25.37	0.05
16	1.31	0.2381	25	24.27	0.54	24.55	0.20	24.40	0.36	24.55	0.20
17	1.24	0.1905	24.8	23.24	2.42	23.49	1.72	23.31	2.21	23.68	1.26
18	1.17	0.1429	20	22.10	4.42	22.29	5.23	22.09	4.35	22.71	7.34
19	1.11	0.0952	18.2	20.74	6.45	20.83	6.90	20.60	5.78	21.57	11.33
20	1.05	0.0476	18.2	18.87	0.45	18.77	0.33	18.54	0.12	20.00	3.25
N = 20				Suma = 37.46		43.35		36.58		60.13	
				E.C.M. = 6.12		6.58		6.05		7.75	
				Orden de Ajuste = 2		3		1		4	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.39

Prueba de error cuadrático mínimo estación Umayo.

m	TR (años)	P(X<x)	X ₀ (mm)	Log Normal 2 Parámetros		Log Normal 3 Parámetros		Log Pearson Tipo III		Gumbel	
				X _e	(X _e - X ₀) ²	X _e	(X _e - X ₀) ²	X _e	(X _e - X ₀) ²	X _e	(X _e - X ₀) ²
1	31.00	0.9677	70.7	54.23	271.38	59.11	134.39	57.64	170.61	56.93	189.71
2	15.50	0.9355	52.8	50.04	7.63	52.47	0.11	51.55	1.56	51.61	1.41
3	10.33	0.9032	44.9	47.46	6.54	48.69	14.39	48.08	10.12	48.45	12.57
4	7.75	0.8710	43.6	45.55	3.79	46.05	6.02	45.64	4.16	46.16	6.55
5	6.20	0.8387	42.2	44.00	3.25	44.02	3.31	43.75	2.40	44.35	4.62
6	5.17	0.8065	40.9	42.69	3.21	42.36	2.13	42.20	1.69	42.84	3.78
7	4.43	0.7742	40.8	41.54	0.55	40.95	0.02	40.88	0.01	41.54	0.55
8	3.88	0.7419	40.3	40.51	0.04	39.73	0.33	39.73	0.33	40.39	0.01
9	3.44	0.7097	40.3	39.57	0.54	38.64	2.75	38.70	2.56	39.35	0.90
10	3.10	0.6774	39.1	38.69	0.17	37.66	2.06	37.77	1.78	38.40	0.49
11	2.82	0.6452	37.7	37.87	0.03	36.77	0.87	36.91	0.62	37.51	0.03
12	2.58	0.6129	37.1	37.10	0.00	35.94	1.34	36.12	0.97	36.69	0.17
13	2.38	0.5806	36.7	36.35	0.12	35.17	2.33	35.37	1.77	35.90	0.64
14	2.21	0.5484	33.9	35.64	3.01	34.45	0.30	34.67	0.59	35.15	1.57
15	2.07	0.5161	33.7	34.94	1.54	33.76	0.00	34.00	0.09	34.43	0.54
16	1.94	0.4839	33.5	34.26	0.58	33.11	0.15	33.35	0.02	33.74	0.06
17	1.82	0.4516	33.2	33.60	0.16	32.48	0.52	32.73	0.22	33.06	0.02
18	1.72	0.4194	33.2	32.93	0.07	31.87	1.76	32.13	1.15	32.39	0.66
19	1.63	0.3871	33.1	32.27	0.68	31.28	3.31	31.53	2.46	31.73	1.88
20	1.55	0.3548	30.6	31.61	1.02	30.70	0.01	30.95	0.12	31.07	0.22
21	1.48	0.3226	29.7	30.94	1.54	30.13	0.18	30.37	0.45	30.41	0.51
22	1.41	0.2903	29.2	30.26	1.12	29.56	0.13	29.79	0.34	29.75	0.30
23	1.35	0.2581	29.1	29.55	0.21	28.99	0.01	29.20	0.01	29.07	0.00
24	1.29	0.2258	29	28.82	0.03	28.42	0.34	28.60	0.16	28.36	0.41
25	1.24	0.1935	28.9	28.04	0.73	27.83	1.15	27.98	0.84	27.62	1.63
26	1.19	0.1613	28	27.21	0.63	27.21	0.62	27.33	0.44	26.84	1.35
27	1.15	0.1290	27.2	26.29	0.83	26.56	0.40	26.63	0.32	25.97	1.51
28	1.11	0.0968	24.8	25.23	0.18	25.85	1.10	25.86	1.12	24.99	0.04
29	1.07	0.0645	22.8	23.93	1.27	25.02	4.94	24.94	4.57	23.79	0.98
30	1.03	0.0323	22.8	22.08	0.52	23.94	1.29	23.70	0.81	22.10	0.49
N = 30				Suma = 311.38		186.27		212.28		233.59	
				E.C.M. = 17.65		13.65		14.57		15.28	
				Orden de Ajuste= 4		1		2		3	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.40

Prueba de error cuadrático mínimo estación Puno.

m	TR (años)	P(X<x)	X ₀ (mm)	Log Normal 2 Parámetros		Log Normal 3 Parámetros		Log Pearson Tipo III		Gumbel	
				X _e	(X _e - X ₀) ²	X _e	(X _e - X ₀) ²	X _e	(X _e - X ₀) ²	X _e	(X _e - X ₀) ²
1	51.00	0.9804	78.20	63.05	229.40	69.28	79.65	70.57	58.29	67.63	111.80
2	25.50	0.9608	71.60	58.19	179.73	61.68	98.41	62.28	86.93	61.37	104.75
3	17.00	0.9412	67.20	55.25	142.70	57.38	96.34	57.70	90.21	57.66	90.93
4	12.75	0.9216	55.70	53.11	6.71	54.39	1.71	54.56	1.30	55.01	0.48
5	10.20	0.9020	51.80	51.40	0.16	52.10	0.09	52.18	0.14	52.93	1.27
6	8.50	0.8824	49.50	49.98	0.23	50.24	0.54	50.26	0.57	51.21	2.92
7	7.29	0.8627	48.50	48.74	0.06	48.67	0.03	48.65	0.02	49.74	1.54
8	6.38	0.8431	45.20	47.65	6.00	47.32	4.47	47.27	4.27	48.45	10.57
9	5.67	0.8235	44.40	46.67	5.13	46.12	2.96	46.05	2.74	47.30	8.41
10	5.10	0.8039	42.90	45.77	8.22	45.05	4.64	44.97	4.29	46.26	11.28
11	4.64	0.7843	41.00	44.94	15.49	44.09	9.52	44.00	8.97	45.30	18.53
12	4.25	0.7647	41.00	44.16	10.00	43.20	4.84	43.10	4.43	44.42	11.71
13	3.92	0.7451	40.90	43.44	6.44	42.38	2.20	42.28	1.91	43.60	7.29
14	3.64	0.7255	40.20	42.75	6.51	41.62	2.03	41.52	1.75	42.83	6.90
15	3.40	0.7059	40.20	42.10	3.61	40.91	0.51	40.81	0.37	42.10	3.60
16	3.19	0.6863	39.70	41.48	3.16	40.25	0.30	40.14	0.20	41.40	2.91
17	3.00	0.6667	39.40	40.88	2.19	39.61	0.05	39.51	0.01	40.74	1.81
18	2.83	0.6471	38.70	40.30	2.57	39.01	0.10	38.92	0.05	40.11	1.99
19	2.68	0.6275	38.60	39.75	1.32	38.44	0.02	38.35	0.06	39.50	0.82
20	2.55	0.6078	38.50	39.21	0.50	37.90	0.36	37.80	0.48	38.92	0.17
21	2.43	0.5882	38.20	38.69	0.24	37.37	0.68	37.28	0.84	38.35	0.02
22	2.32	0.5686	36.90	38.17	1.63	36.87	0.00	36.78	0.01	37.80	0.81
23	2.22	0.5490	36.90	37.68	0.60	36.38	0.27	36.30	0.36	37.26	0.13
24	2.13	0.5294	36.80	37.19	0.15	35.91	0.79	35.83	0.93	36.74	0.00
25	2.04	0.5098	36.20	36.70	0.25	35.46	0.55	35.38	0.67	36.22	0.00
26	1.96	0.4902	36.10	36.23	0.02	35.01	1.18	34.94	1.34	35.72	0.14
27	1.89	0.4706	35.80	35.76	0.00	34.58	1.49	34.51	1.66	35.22	0.33
28	1.82	0.4510	35.60	35.29	0.09	34.16	2.09	34.09	2.27	34.73	0.75
29	1.76	0.4314	34.50	34.83	0.11	33.74	0.58	33.68	0.67	34.25	0.06
30	1.70	0.4118	34.30	34.37	0.01	33.33	0.94	33.28	1.04	33.77	0.28
31	1.65	0.3922	33.70	33.91	0.05	32.93	0.59	32.88	0.67	33.29	0.16
32	1.59	0.3725	33.40	33.45	0.00	32.53	0.75	32.49	0.83	32.82	0.34
33	1.55	0.3529	32.40	32.99	0.35	32.14	0.07	32.10	0.09	32.35	0.00
34	1.50	0.3333	31.70	32.53	0.69	31.75	0.00	31.71	0.00	31.87	0.03
35	1.46	0.3137	31.60	32.06	0.21	31.36	0.06	31.33	0.07	31.39	0.04
36	1.42	0.2941	31.40	31.59	0.03	30.98	0.18	30.95	0.21	30.91	0.24
37	1.38	0.2745	30.40	31.10	0.50	30.59	0.04	30.56	0.03	30.42	0.00
38	1.34	0.2549	30.10	30.61	0.26	30.20	0.01	30.18	0.01	29.92	0.03
39	1.31	0.2353	29.90	30.11	0.04	29.81	0.01	29.79	0.01	29.42	0.23
40	1.28	0.2157	29.90	29.59	0.10	29.42	0.24	29.40	0.25	28.90	1.00
41	1.24	0.1961	29.00	29.05	0.00	29.01	0.00	29.00	0.00	28.36	0.41
42	1.21	0.1765	28.20	28.50	0.09	28.60	0.16	28.59	0.15	27.80	0.16
43	1.19	0.1569	28.00	27.91	0.01	28.18	0.03	28.16	0.03	27.22	0.61
44	1.16	0.1373	27.60	27.28	0.10	27.73	0.02	27.72	0.02	26.60	1.00
45	1.13	0.1176	26.80	26.61	0.04	27.27	0.22	27.26	0.21	25.93	0.75
46	1.11	0.0980	26.40	25.87	0.28	26.77	0.14	26.77	0.13	25.20	1.43
47	1.09	0.0784	25.00	25.04	0.00	26.23	1.52	26.22	1.50	24.39	0.37
48	1.06	0.0588	24.50	24.07	0.19	25.62	1.26	25.61	1.24	23.43	1.14
49	1.04	0.0392	24.20	22.85	1.82	24.90	0.48	24.88	0.46	22.24	3.83
50	1.02	0.0196	23.60	21.09	6.31	23.91	0.09	23.89	0.08	20.52	9.51
N = 50				Suma = 644.28			323.20		282.78		423.50
				E.C.M. = 25.38			17.98		16.82		20.58
				Orden de Ajuste= 4			2		1		3

Fuente: Elaboración propia.

5.4.3 Prueba de Smirnov-Kolmogorov

Corresponde a una prueba de bondad de ajuste, que se basa en determinar el valor absoluto de la máxima diferencia entre la distribución observada y la estimada, para lo cual se utilizó el software Hidroesta 2.

Los parámetros estadísticos como la media, desviación estándar y posición de las diferentes funciones de distribución, se muestra en los siguientes cuadros:

Cuadro 5.41

Parámetros estadísticos estación Mañazo.

Función de Distribución	Parámetros Estadísticos	
Log Normal de 2 Parámetros	Escala (μy)	3.4661
	Forma (σy)	0.2556
Log Normal de 3 Parámetros	Escala (μy)	2.0584
	Forma (σy)	0.8443
	Posición (X_0)	22.0888
Log Pearson Tipo III	Forma (γ)	4.5377
	Escala (β)	0.12
	Localización (X_0)	2.9216
Gumbel	Posición (μ)	28.876
	Escala (α)	7.3096

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

Cuadro 5.42

Parámetros estadísticos estación Illpa.

Función de Distribución	Parámetros Estadísticos	
Log Normal de 2 Parámetros	Escala (μy)	3.3765
	Forma (σy)	0.2631
Log Normal de 3 Parámetros	Escala (μy)	3.7233
	Forma (σy)	0.1807
	Posición (X_0)	-11.8512
Log Pearson Tipo III	Forma (γ)	72.9305
	Escala (β)	-0.0308
	Localización (X_0)	5.623
Gumbel	Posición (μ)	26.735
	Escala (α)	6.0463

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

Cuadro 5.43

Parámetros estadísticos estación Umayo.

Función de Distribución	Parámetros Estadísticos	
Log Normal de 2 Parámetros	Escala (μy)	3.5439
	Forma (σy)	0.243
Log Normal de 3 Parámetros	Escala (μy)	2.7125
	Forma (σy)	0.538
	Posición (X_0)	18.365
Log Pearson Tipo III	Forma (γ)	8.602
	Escala (β)	0.0828
	Localización (X_0)	2.8312
Gumbel	Posición (μ)	31.3384
	Escala (α)	7.487

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.**Cuadro 5.44**

Parámetros estadísticos estación Puno.

Función de Distribución	Parámetros Estadísticos	
Log Normal de 2 Parámetros	Escala (μy)	3.5964
	Forma (σy)	0.2655
Log Normal de 3 Parámetros	Escala (μy)	2.8316
	Forma (σy)	0.5336
	Posición (X_0)	18.2609
Log Pearson Tipo III	Forma (γ)	5.6681
	Escala (β)	0.1115
	Localización (X_0)	2.9642
Gumbel	Posición (μ)	32.7067
	Escala (α)	8.9036

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

La función de distribución seleccionada, será el menor valor, que presente el valor máximo Δ_c , en comparación de las otras funciones de distribución, que se presenta a continuación:

Cuadro 5.45

Valor máximo de prueba de Smirnov-Kolmogorov estación Mañazo.

Función de Distribución	Δt	Δc	Ajuste	Orden
Log Normal de 2 Parámetros	0.2968	0.1873	Es bueno	4
Log Normal de 3 Parámetros	0.2968	0.1228	Es bueno	1
Log Pearson Tipo III	0.2968	0.1248	Es bueno	2
Gumbel	0.2968	0.1656	Es bueno	3

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.46

Valor máximo de prueba de Smirnov-Kolmogorov estación Illpa.

Función de Distribución	Δt	Δc	Ajuste	Orden
Log Normal de 2 Parámetros	0.3041	0.0850	Es bueno	1
Log Normal de 3 Parámetros	0.3041	0.0866	Es bueno	2
Log Pearson Tipo III	0.3041	0.9524	No es bueno	4
Gumbel	0.3041	0.1083	Es bueno	3

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.47

Valor máximo de prueba de Smirnov-Kolmogorov estación Umayo.

Función de Distribución	Δt	Δc	Ajuste	Orden
Log Normal de 2 Parámetros	0.2483	0.0820	Es bueno	2
Log Normal de 3 Parámetros	0.2483	0.0964	Es bueno	4
Log Pearson Tipo III	0.2483	0.0842	Es bueno	3
Gumbel	0.2483	0.0666	Es bueno	1

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.48

Valor máximo de prueba de Smirnov-Kolmogorov estación Puno.

Función de Distribución	Δt	Δc	Ajuste	Orden
Log Normal de 2 Parámetros	0.1923	0.1138	Es bueno	4
Log Normal de 3 Parámetros	0.1923	0.0761	Es bueno	2
Log Pearson Tipo III	0.1923	0.0737	Es bueno	1
Gumbel	0.1923	0.1099	Es bueno	3

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado las pruebas de la función de distribución, se selecciona las distribuciones que más se ajusta a las pruebas de análisis gráfico, método del error cuadrático mínimo y la prueba de Smirnov-Kolmogorov, llegando a una conclusión para cada estación en estudio:

En la estación Mañazo, realizando la comparación del orden de ajuste entre cada una de las pruebas, se concluye que, la distribución que más se ajusta es Log Normal de 3 Parámetros, el cual, permite utilizar los datos estimados para determinar la intensidad de precipitación máxima.

Cuadro 5.49

Selección de la función de distribución estación Mañazo.

Distribución	Gráfico	E.C.M.	Smirnov Kolmogorov	Ajuste
Log Normal de 2 Parámetros	3	4	4	
Log Normal de 3 Parámetros	1	1	1	Elegido
Log Pearson Tipo III	2	2	2	
Gumbel	4	3	3	

Fuente: Elaboración propia.

En la estación Illpa, realizando la comparación del orden de ajuste entre cada una de las pruebas, se concluye que, la distribución que más se ajusta es Log Normal de 2 Parámetros, el cual, permite utilizar los datos estimados para determinar la intensidad de precipitación máxima.

Cuadro 5.50

Selección de la función de distribución estación Illpa.

Distribución	Gráfico	E.C.M.	Smirnov Kolmogorov	Ajuste
Log Normal de 2 Parámetros	1	2	1	Elegido
Log Normal de 3 Parámetros	2	3	2	
Log Pearson Tipo III	3	1	4	
Gumbel	4	4	3	

Fuente: Elaboración propia.

En la estación Umayo, realizando la comparación del orden de ajuste entre cada una de las pruebas, se concluye que, la distribución que más se ajusta es Gumbel, el cual, permite utilizar los datos estimados para determinar la intensidad de precipitación máxima.

Cuadro 5.51

Selección de la función de distribución estación Umayo.

Distribución	Gráfico	E.C.M.	Smirnov Kolmogorov	Ajuste
Log Normal de 2 Parámetros	1	4	2	
Log Normal de 3 Parámetros	4	1	4	
Log Pearson Tipo III	3	2	3	
Gumbel	2	3	1	Elegido

Fuente: Elaboración propia.

En la estación Puno, realizando la comparación del orden de ajuste entre cada una de las pruebas, se concluye que, la distribución que más se ajusta es Log Pearson Tipo III, el cual, permite utilizar los datos estimados para determinar la intensidad de precipitación máxima.

Cuadro 5.52

Selección de la función de distribución estación Puno.

Distribución	Gráfico	E.C.M.	Smimov Kolmogorov	Ajuste
Log Normal de 2 Parámetros	4	4	4	
Log Normal de 3 Parámetros	1	2	2	
Log Pearson Tipo III	2	1	1	Elegido
Gumbel	3	3	3	

Fuente: Elaboración propia.

5.5 Estimación de Precipitación Máxima en 24 horas

La precipitación máxima diaria para diferentes periodos de retorno, se determinan mediante las distribuciones seleccionadas utilizando el factor de frecuencia de las estaciones en estudio. Estos se obtienen de los cuadros 5.29, 5.30, 5.31 y 5.32 que a continuación se muestra:

Cuadro 5.53

Precipitación máxima diaria.

TR (años)	Prob.	Estación			
		Mañazo	Illpa	Umayo	Puno
2	0.50	29.92	29.27	34.08	35.16
5	0.20	38.03	36.52	42.57	44.77
10	0.10	45.21	41.00	48.19	51.97
20	0.05	53.51	45.12	53.58	59.51
50	0.02	66.47	50.24	60.55	70.32
100	0.01	77.95	53.98	65.78	79.28

Fuente: Elaboración propia.

5.6 Distribución de Intensidad de Lluvia Máxima

5.6.1 Modelo de Dick Peschke

En los cuadros se presentan los cálculos realizados para obtener la precipitación y la intensidad máxima menor a 1 hora por el modelo de Dick Peschke.

Cuadro 5.54

Precipitación máxima modelo Dick Peschke estación Mañazo.

Duración (Minutos)	Precipitación en 24 horas (mm)					
	29.92	38.03	45.21	53.51	66.47	77.95
	Periodo de Retorno (Años)					
	2	5	10	20	50	100
	Precipitación (mm)					
5	7.26	9.23	10.97	12.99	16.14	18.92
10	8.64	10.98	13.05	15.45	19.19	22.50
15	9.56	12.15	14.44	17.09	21.23	24.90
20	10.27	13.06	15.52	18.37	22.82	26.76
25	10.86	13.80	16.41	19.42	24.13	28.30
30	11.37	14.45	17.17	20.33	25.25	29.62
35	11.81	15.02	17.85	21.13	26.24	30.78
40	12.22	15.53	18.46	21.85	27.14	31.82
45	12.58	15.99	19.01	22.50	27.95	32.78
50	12.92	16.42	19.51	23.10	28.69	33.65
55	13.23	16.81	19.98	23.66	29.38	34.46
60	13.52	17.18	20.42	24.18	30.03	35.22

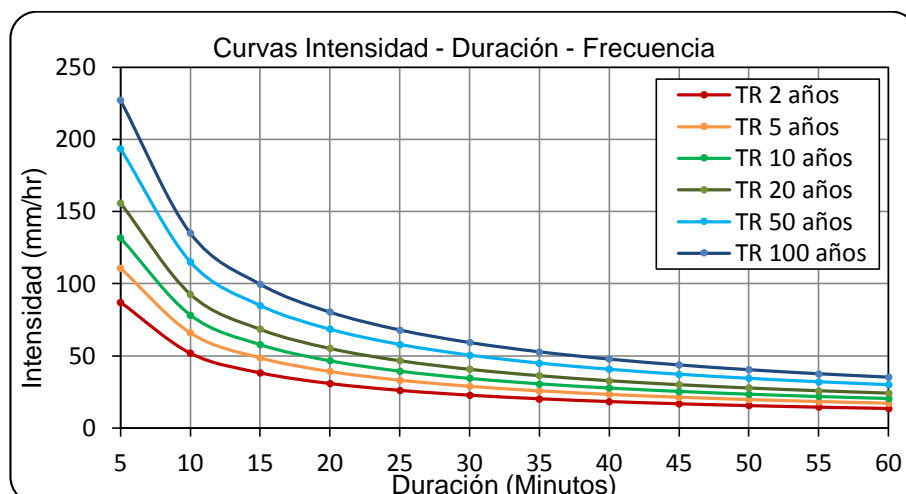
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.55

Intensidad máxima modelo Dick Peschke estación Mañazo.

Duración (Minutos)	Periodo de Retorno (Años)					
	2	5	10	20	50	100
	Intensidad (mm/hr)					
5	87.16	110.78	131.68	155.87	193.62	227.08
10	51.83	65.87	78.30	92.68	115.13	135.02
15	38.24	48.60	57.77	68.38	84.94	99.62
20	30.82	39.17	46.56	55.11	68.46	80.28
25	26.07	33.13	39.38	46.62	57.91	67.91
30	22.74	28.90	34.35	40.66	50.51	59.23
35	20.25	25.74	30.60	36.22	44.99	52.77
40	18.32	23.29	27.68	32.77	40.70	47.74
45	16.77	21.32	25.34	30.00	37.26	43.70
50	15.50	19.70	23.42	27.72	34.43	40.38
55	14.43	18.34	21.80	25.81	32.06	37.60
60	13.52	17.18	20.42	24.18	30.03	35.22

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.9**

Curvas de IDF modelo Dick Peschke estación Mañazo.

Cuadro 5.56

Precipitación máxima modelo Dick Peschke estación Illpa.

Duración (Minutos)	Precipitación en 24 horas (mm)					
	29.27	36.52	41.00	45.12	50.24	53.98
	Periodo de Retorno (Años)					
	2	5	10	20	50	100
Precipitación (mm)						
5	7.10	8.87	9.95	10.95	12.20	13.10
10	8.45	10.54	11.84	13.02	14.50	15.58
15	9.35	11.67	13.10	14.41	16.05	17.24
20	10.05	12.54	14.08	15.49	17.25	18.53
25	10.62	13.26	14.88	16.38	18.24	19.59
30	11.12	13.87	15.58	17.14	19.09	20.51
35	11.56	14.42	16.19	17.82	19.84	21.31
40	11.95	14.91	16.74	18.42	20.51	22.04
45	12.31	15.35	17.24	18.97	21.13	22.70
50	12.63	15.76	17.70	19.48	21.69	23.30
55	12.94	16.14	18.13	19.95	22.21	23.86
60	13.22	16.50	18.53	20.38	22.70	24.39

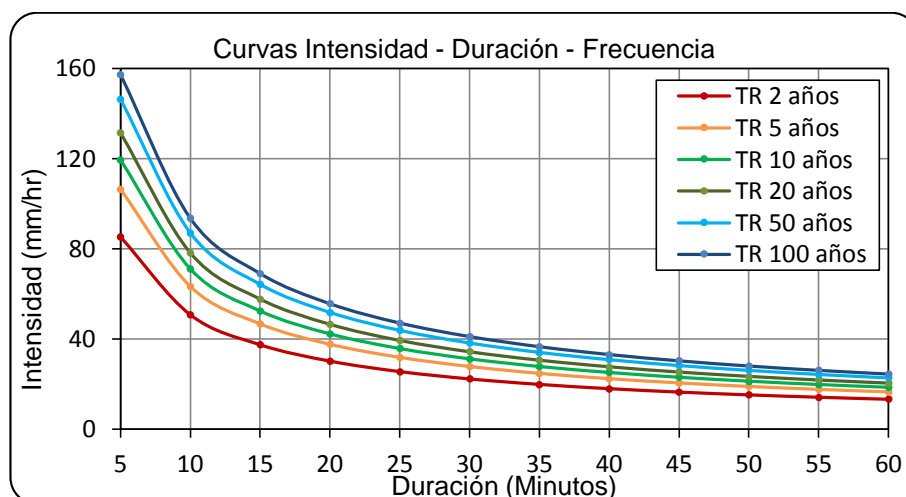
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.57

Intensidad máxima modelo Dick Peschke estación Illpa.

Duración (Minutos)	Periodo de Retorno (Años)					
	2	5	10	20	50	100
	Intensidad (mm/hr)					
5	85.26	106.38	119.45	131.43	146.36	157.24
10	50.69	63.26	71.02	78.15	87.03	93.50
15	37.40	46.67	52.40	57.66	64.21	68.98
20	30.14	37.61	42.23	46.47	51.75	55.59
25	25.50	31.82	35.72	39.31	43.77	47.03
30	22.24	27.75	31.16	34.28	38.18	41.02
35	19.81	24.72	27.76	30.54	34.01	36.54
40	17.92	22.36	25.11	27.63	30.77	33.06
45	16.41	20.47	22.99	25.29	28.17	30.26
50	15.16	18.92	21.24	23.37	26.03	27.96
55	14.12	17.61	19.78	21.76	24.23	26.03
60	13.22	16.50	18.53	20.38	22.70	24.39

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.10**

Curvas de IDF modelo Dick Peschke estación Illpa.

Cuadro 5.58

Precipitación máxima modelo Dick Peschke estación Umayo.

Duración (Minutos)	Precipitación en 24 horas (mm)					
	34.08	42.57	48.19	53.58	60.55	65.78
	Periodo de Retorno (Años)					
	2	5	10	20	50	100
Precipitación (mm)						
5	8.27	10.33	11.70	13.01	14.70	15.97
10	9.84	12.29	13.91	15.47	17.48	18.99
15	10.89	13.60	15.39	17.12	19.34	21.01
20	11.70	14.61	16.54	18.39	20.79	22.58
25	12.37	15.45	17.49	19.45	21.98	23.88
30	12.95	16.17	18.31	20.35	23.00	24.99
35	13.46	16.81	19.03	21.15	23.91	25.97
40	13.91	17.38	19.67	21.87	24.72	26.85
45	14.33	17.90	20.26	22.53	25.46	27.66
50	14.71	18.38	20.80	23.13	26.14	28.40
55	15.07	18.82	21.30	23.69	26.77	29.08
60	15.40	19.23	21.77	24.21	27.36	29.72

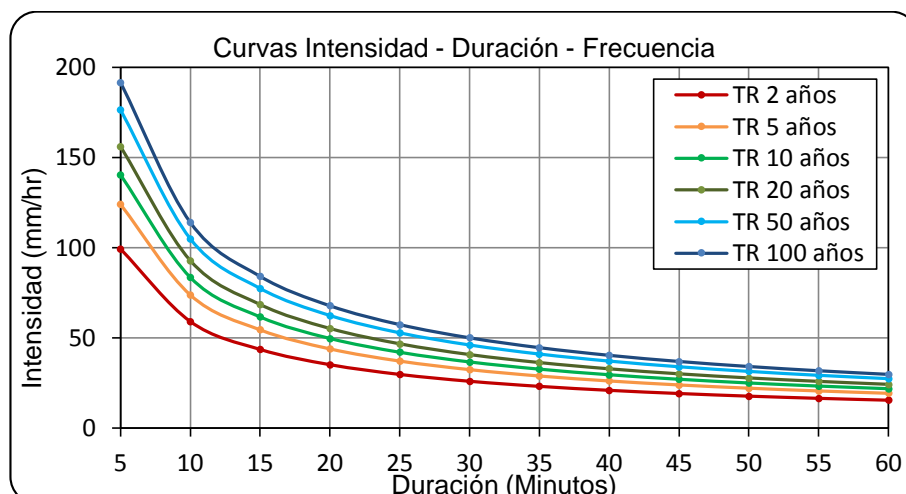
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.59

Intensidad máxima modelo Dick Peschke estación Umayo.

Duración (Minutos)	Periodo de Retorno (Años)					
	2	5	10	20	50	100
	Intensidad (mm/hr)					
5	99.28	124.00	140.37	156.07	176.39	191.61
10	59.03	73.73	83.46	92.80	104.88	113.93
15	43.55	54.40	61.58	68.46	77.38	84.06
20	35.10	43.84	49.63	55.18	62.36	67.75
25	29.69	37.08	41.98	46.67	52.75	57.31
30	25.90	32.35	36.61	40.71	46.01	49.98
35	23.07	28.81	32.62	36.26	40.99	44.52
40	20.87	26.07	29.51	32.81	37.08	40.28
45	19.11	23.86	27.01	30.03	33.95	36.88
50	17.65	22.05	24.96	27.75	31.37	34.07
55	16.44	20.53	23.24	25.84	29.20	31.72
60	15.40	19.23	21.77	24.21	27.36	29.72

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.11**

Curvas de IDF modelo Dick Peschke estación Umayo.

Cuadro 5.60

Precipitación máxima modelo Dick Peschke estación Puno.

Duración (Minutos)	Precipitación en 24 horas (mm)					
	35.16	44.77	51.97	59.51	70.32	79.28
	Periodo de Retorno (Años)					
	2	5	10	20	50	100
Precipitación (mm)						
5	8.54	10.87	12.61	14.45	17.07	19.24
10	10.15	12.92	15.00	17.18	20.30	22.89
15	11.23	14.30	16.60	19.01	22.47	25.33
20	12.07	15.37	17.84	20.43	24.14	27.22
25	12.76	16.25	18.86	21.60	25.53	28.78
30	13.36	17.01	19.74	22.61	26.72	30.12
35	13.88	17.68	20.52	23.50	27.77	31.30
40	14.35	18.28	21.21	24.30	28.71	32.37
45	14.78	18.82	21.85	25.02	29.57	33.33
50	15.18	19.33	22.43	25.69	30.35	34.22
55	15.54	19.79	22.97	26.31	31.09	35.05
60	15.89	20.23	23.48	26.89	31.77	35.82

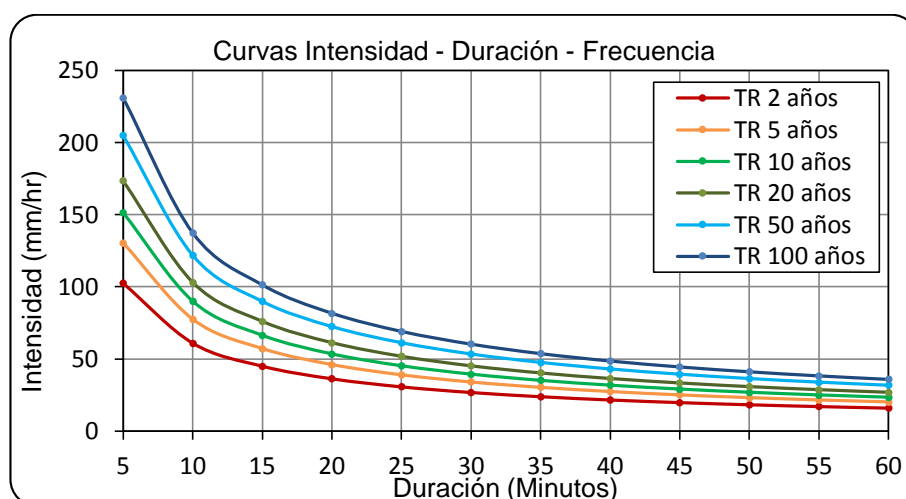
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.61

Intensidad máxima modelo Dick Peschke estación Puno.

Duración (Minutos)	Periodo de Retorno (Años)					
	2	5	10	20	50	100
	Intensidad (mm/hr)					
5	102.42	130.41	151.37	173.36	204.84	230.93
10	60.90	77.54	90.01	103.08	121.80	137.31
15	44.93	57.21	66.41	76.05	89.86	101.31
20	36.21	46.11	53.52	61.29	72.42	81.65
25	30.63	39.00	45.27	51.85	61.26	69.07
30	26.72	34.02	39.49	45.22	53.43	60.24
35	23.80	30.30	35.17	40.28	47.60	53.66
40	21.53	27.42	31.82	36.44	43.06	48.55
45	19.71	25.10	29.13	33.36	39.42	44.44
50	18.21	23.19	26.92	30.83	36.43	41.07
55	16.96	21.59	25.06	28.70	33.91	38.23
60	15.89	20.23	23.48	26.89	31.77	35.82

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.12**

Curvas de IDF modelo Dick Peschke estación Puno.

5.6.2 Modelo de Frederick C. Bell

Permite calcular la lluvia máxima en función del periodo de retorno en años, la duración de la tormenta en minutos, usando la precipitación máxima de una hora de duración y periodo de retorno de 10 años.

Para determinar el parámetro de P_{10}^{60} , se utilizó la fórmula de Dick Peschke el cual es utilizado en el software hidroesta2.

Cuadro 5.62

Precipitación máxima modelo F.C. Bell estación Mañazo.

Duración (Minutos)	Periodo de Retorno (Años)					
	2	5	10	20	50	100
	Precipitación (mm)					
5	4.18	5.39	6.30	7.22	8.43	9.34
10	6.26	8.07	9.43	10.80	12.61	13.98
15	7.65	9.86	11.53	13.21	15.42	17.09
20	8.73	11.25	13.16	15.07	17.59	19.50
25	9.62	12.40	14.50	16.60	19.38	21.49
30	10.38	13.38	15.66	17.93	20.93	23.20
35	11.06	14.25	16.67	19.09	22.29	24.71
40	11.66	15.04	17.59	20.14	23.51	26.06
45	12.22	15.75	18.42	21.09	24.62	27.29
50	12.72	16.40	19.18	21.97	25.64	28.43
55	13.19	17.01	19.89	22.78	26.59	29.48
60	13.63	17.57	20.56	23.54	27.48	30.46

Fuente: Elaboración propia.**Cuadro 5.63**

Intensidad máxima modelo F.C. Bell estación Mañazo.

Duración (Minutos)	Periodo de Retorno (Años)					
	2	5	10	20	50	100
	Intensidad (mm/hr)					
5	50.16	64.66	75.63	86.60	101.10	112.07
10	37.54	48.39	56.60	64.81	75.67	83.88
15	30.60	39.44	46.13	52.83	61.67	68.36
20	26.18	33.75	39.47	45.20	52.77	58.49
25	23.08	29.75	34.80	39.85	46.52	51.57
30	20.77	26.77	31.31	35.85	41.85	46.40
35	18.96	24.44	28.58	32.73	38.21	42.35
40	17.50	22.55	26.38	30.21	35.26	39.09
45	16.29	21.00	24.56	28.12	32.83	36.39
50	15.27	19.68	23.02	26.36	30.77	34.11
55	14.39	18.55	21.70	24.85	29.01	32.16
60	13.63	17.57	20.56	23.54	27.48	30.46

Fuente: Elaboración propia.

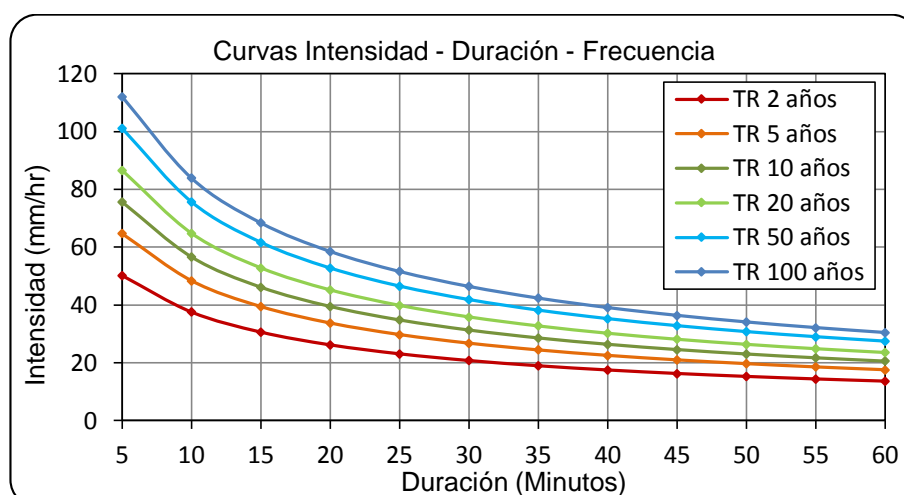


Figura 5.13

Curvas IDF modelo F.C. Bell estación Mañazo.

Cuadro 5.64

Precipitación máxima modelo F.C. Bell estación Illpa.

Duración (Minutos)	Periodo de Retorno (Años)					
	2	5	10	20	50	100
	Precipitación (mm)					
5	3.79	4.89	5.72	6.55	7.64	8.47
10	5.68	7.32	8.56	9.80	11.44	12.68
15	6.94	8.94	10.46	11.98	13.99	15.50
20	7.92	10.20	11.94	13.67	15.95	17.69
25	8.72	11.25	13.15	15.06	17.58	19.49
30	9.42	12.14	14.20	16.26	18.98	21.04
35	10.03	12.93	15.12	17.32	20.22	22.41
40	10.58	13.64	15.95	18.27	21.32	23.64
45	11.08	14.28	16.71	19.13	22.33	24.76
50	11.54	14.88	17.40	19.92	23.26	25.78
55	11.97	15.43	18.04	20.66	24.12	26.74
60	12.37	15.94	18.65	21.35	24.93	27.63

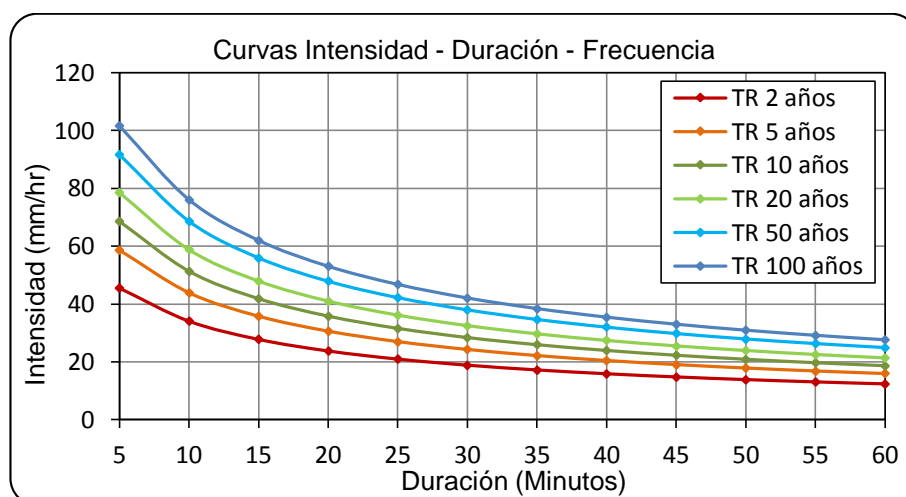
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.65

Intensidad máxima modelo F.C. Bell estación Illpa.

Duración (Minutos)	Periodo de Retorno (Años)					
	2	5	10	20	50	100
	Intensidad (mm/hr)					
5	45.50	58.65	68.60	78.55	91.70	101.65
10	34.05	43.90	51.34	58.79	68.64	76.08
15	27.75	35.78	41.85	47.92	55.94	62.01
20	23.75	30.61	35.81	41.00	47.86	53.06
25	20.94	26.99	31.57	36.15	42.20	46.78
30	18.84	24.28	28.40	32.52	37.97	42.08
35	17.19	22.17	25.93	29.69	34.66	38.42
40	15.87	20.46	23.93	27.40	31.99	35.46
45	14.77	19.04	22.28	25.51	29.78	33.01
50	13.85	17.85	20.88	23.91	27.91	30.94
55	13.06	16.83	19.68	22.54	26.31	29.17
60	12.37	15.94	18.65	21.35	24.93	27.63

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.14**

Curvas IDF modelo F.C. Bell estación Illpa.

Cuadro 5.66

Precipitación máxima modelo F.C. Bell estación Umayo.

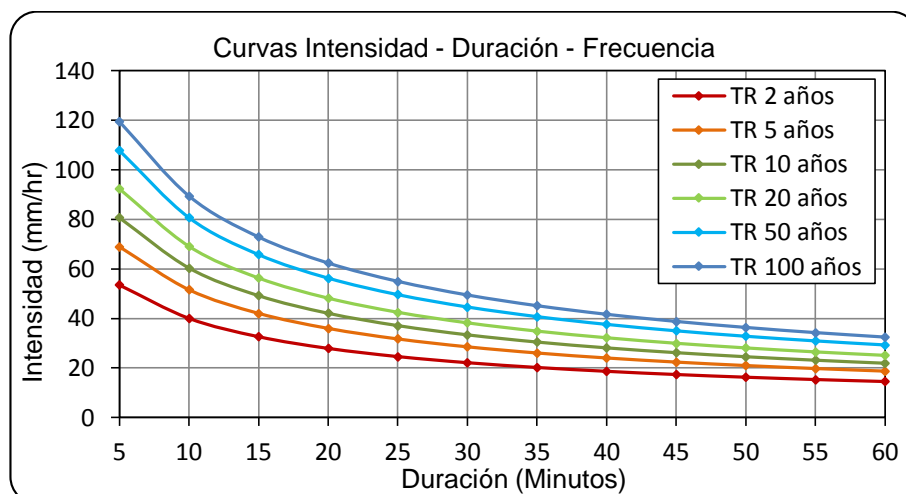
Duración (Minutos)	Periodo de Retorno (Años)					
	2	5	10	20	50	100
	Precipitación (mm)					
5	4.46	5.74	6.72	7.69	8.98	9.96
10	6.67	8.60	10.06	11.52	13.44	14.90
15	8.15	10.51	12.30	14.08	16.44	18.22
20	9.30	11.99	14.03	16.06	18.75	20.79
25	10.25	13.22	15.46	17.70	20.66	22.91
30	11.07	14.27	16.69	19.11	22.31	24.73
35	11.79	15.20	17.77	20.35	23.76	26.34
40	12.43	16.03	18.75	21.47	25.06	27.78
45	13.02	16.79	19.63	22.48	26.25	29.10
50	13.56	17.48	20.45	23.42	27.34	30.30
55	14.06	18.13	21.21	24.28	28.35	31.43
60	14.53	18.74	21.91	25.09	29.29	32.47

Fuente: Elaboración propia.**Cuadro 5.67**

Intensidad máxima modelo F.C. Bell estación Umayo.

Duración (Minutos)	Periodo de Retorno (Años)					
	2	5	10	20	50	100
	Intensidad (mm/hr)					
5	53.47	68.93	80.62	92.32	107.78	119.47
10	40.02	51.59	60.34	69.09	80.66	89.42
15	32.62	42.05	49.18	56.32	65.75	72.88
20	27.91	35.98	42.08	48.18	56.25	62.36
25	24.61	31.72	37.10	42.48	49.60	54.98
30	22.14	28.54	33.38	38.22	44.62	49.46
35	20.21	26.05	30.47	34.89	40.73	45.15
40	18.65	24.04	28.12	32.20	37.59	41.67
45	17.36	22.38	26.18	29.98	35.00	38.79
50	16.28	20.98	24.54	28.10	32.81	36.37
55	15.34	19.78	23.14	26.49	30.93	34.28
60	14.53	18.74	21.91	25.09	29.29	32.47

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.15**

Curvas IDF modelo F.C. Bell estación Umayo.

Cuadro 5.68

Precipitación máxima modelo F.C. Bell estación Puno.

Duración (Minutos)	Periodo de Retorno (Años)					
	2	5	10	20	50	100
	Precipitación (mm)					
5	4.80	6.19	7.24	8.30	9.68	10.74
10	7.19	9.27	10.84	12.42	14.50	16.07
15	8.79	11.34	13.26	15.18	17.72	19.65
20	10.03	12.93	15.13	17.32	20.22	22.41
25	11.06	14.25	16.67	19.09	22.28	24.70
30	11.94	15.39	18.00	20.61	24.06	26.67
35	12.71	16.39	19.17	21.95	25.62	28.40
40	13.41	17.28	20.22	23.15	27.02	29.96
45	14.04	18.10	21.17	24.24	28.30	31.37
50	14.63	18.85	22.05	25.25	29.48	32.68
55	15.17	19.55	22.87	26.18	30.57	33.89
60	15.67	20.20	23.63	27.06	31.59	35.02

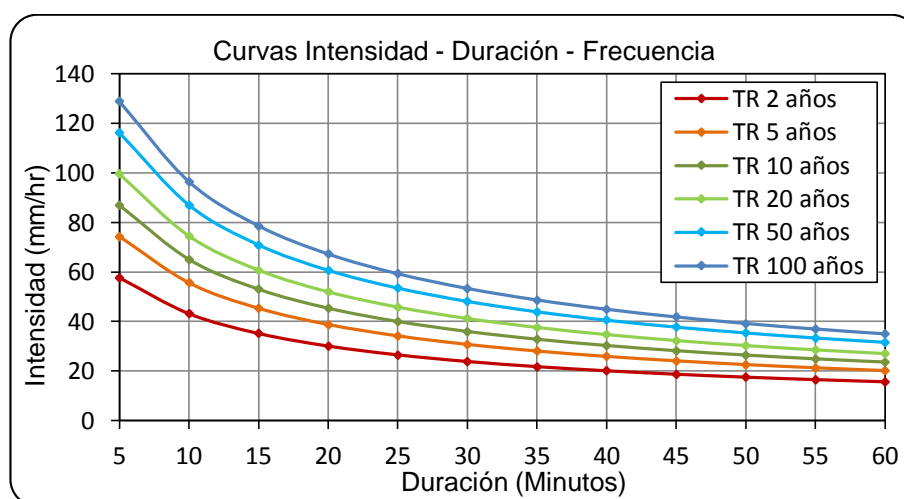
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.69

Intensidad máxima modelo F.C. Bell estación Puno.

Duración (Minutos)	Periodo de Retorno (Años)					
	2	5	10	20	50	100
	Intensidad (mm/hr)					
5	57.66	74.33	86.94	99.55	116.22	128.83
10	43.15	55.63	65.07	74.51	86.98	96.42
15	35.17	45.34	53.03	60.73	70.89	78.59
20	30.09	38.79	45.38	51.96	60.66	67.24
25	26.53	34.20	40.01	45.81	53.48	59.28
30	23.87	30.77	35.99	41.21	48.11	53.33
35	21.79	28.09	32.86	37.62	43.92	48.69
40	20.11	25.93	30.32	34.72	40.54	44.94
45	18.72	24.14	28.23	32.32	37.74	41.83
50	17.55	22.62	26.46	30.30	35.37	39.21
55	16.54	21.33	24.95	28.57	33.35	36.97
60	15.67	20.20	23.63	27.06	31.59	35.02

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.16**

Curvas IDF modelo F.C. Bell estación Puno.

5.6.3 Método Basado en los Perfiles de Lluvia (SCS)

El procedimiento a seguir para determinar, la intensidad máxima en función a las diferentes duraciones de lluvia y un cierto periodo de retorno, los pasos a seguir son:

Paso 1: Seleccionar el factor de escala según la ubicación del área de estudio, para nuestro caso aplicaremos el factor tipo II por encontrarse en condiciones climáticas similares, los factores están dados según la tabla 2.1.

Paso 2: Para la altura de precipitación acumulada multiplicar el factor de escala tipo II por la precipitación obtenida para cada periodo de retorno.

Paso 3: Restar la altura de precipitación acumulada a partir de la primera y segunda hora, así sucesivamente hasta llegar a las 24 horas, para determinar el incremento.

Paso 4: Una vez obtenida los incrementos procedemos a graficar los hietogramas desde 1 hora a 24 horas.

Paso 5: Ordenar la intensidad en orden decreciente, tomar el mayor valor y dividir entre el tiempo.

$$I_1 = \frac{12.78}{1} = 12.78 \text{ mm/hr}, \text{ para una duración de 1 hora.}$$

$$I_2 = \frac{12.78 + 3.38}{2} = 8.08 \text{ mm/hr}, \text{ para una duración de 2 horas.}$$

Esta secuencia se seguirá hasta llegar hasta las 24 horas.

Paso 6: Para determinar la intensidad de lluvia para cada hora, procedemos a calcular la precipitación en horas.

$$P_p = 12.78 \times 1 = 12.78 \text{ mm}$$

$$P_p = 8.08 \times 2 = 16.16 \text{ mm}$$

Y así sucesivamente hasta llegar a las 24 horas.

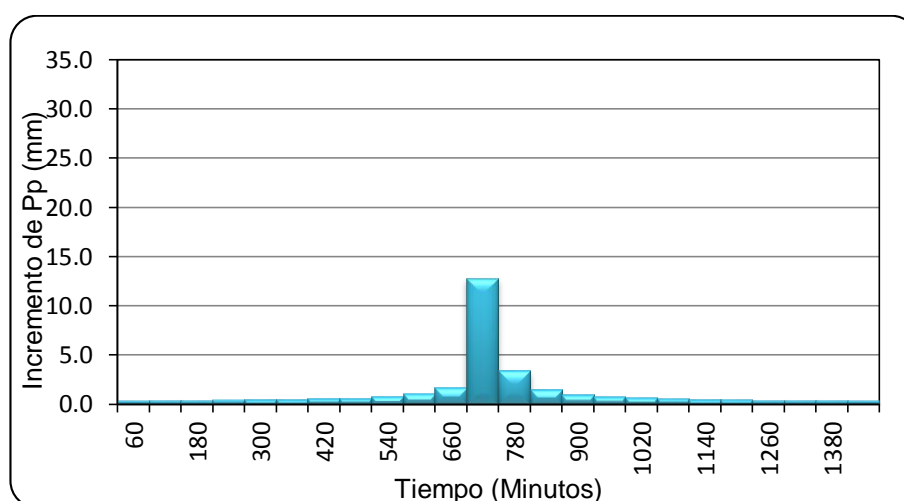
Cuadro 5.70

Distribución SCS para Tr de 2 años estación Mañazo.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00
1	60	0.011	0.33	0.33	1.10
2	120	0.023	0.69	0.36	1.20
3	180	0.035	1.05	0.36	1.20
4	240	0.048	1.44	0.39	1.30
5	300	0.064	1.92	0.48	1.60
6	360	0.080	2.39	0.48	1.60
7	420	0.100	2.99	0.60	2.00
8	480	0.120	3.59	0.60	2.00
9	540	0.147	4.40	0.81	2.70
10	600	0.181	5.42	1.02	3.40
11	660	0.236	7.06	1.65	5.50
12	720	0.663	19.84	12.78	42.70
13	780	0.776	23.22	3.38	11.30
14	840	0.825	24.69	1.47	4.90
15	900	0.856	25.61	0.93	3.10
16	960	0.881	26.36	0.75	2.50
17	1020	0.903	27.02	0.66	2.20
18	1080	0.922	27.59	0.57	1.90
19	1140	0.938	28.07	0.48	1.60
20	1200	0.953	28.52	0.45	1.50
21	1260	0.965	28.87	0.36	1.20
22	1320	0.977	29.23	0.36	1.20
23	1380	0.989	29.59	0.36	1.20
24	1440	1.000	29.92	0.33	1.10
				29.92	

Generación de Curvas IDF			
Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
12.78	1	12.78	12.78
3.38	2	8.08	16.16
1.65	3	5.93	17.80
1.47	4	4.82	19.27
1.02	5	4.06	20.29
0.93	6	3.54	21.21
0.81	7	3.15	22.02
0.75	8	2.85	22.77
0.66	9	2.60	23.43
0.60	10	2.40	24.03
0.60	11	2.24	24.63
0.57	12	2.10	25.19
0.48	13	1.97	25.67
0.48	14	1.87	26.15
0.48	15	1.78	26.63
0.45	16	1.69	27.08
0.39	17	1.62	27.47
0.36	18	1.55	27.83
0.36	19	1.48	28.19
0.36	20	1.43	28.55
0.36	21	1.38	28.90
0.36	22	1.33	29.26
0.33	23	1.29	29.59
0.33	24	1.25	29.92

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.17**

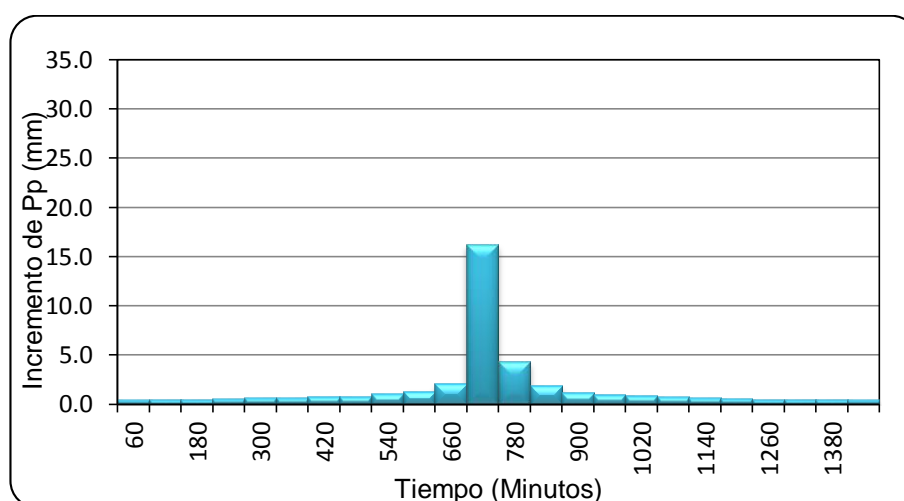
Hietograma Tipo II para Tr de 2 años estación Mañazo.

Cuadro 5.71

Distribución SCS para Tr de 5 años estación Mañazo.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	16.24	1	16.24	16.24
1	60	0.011	0.42	0.42	1.10	4.30	2	10.27	20.54
2	120	0.023	0.87	0.46	1.20	2.09	3	7.54	22.63
3	180	0.035	1.33	0.46	1.20	1.86	4	6.12	24.49
4	240	0.048	1.83	0.49	1.30	1.29	5	5.16	25.78
5	300	0.064	2.43	0.61	1.60	1.18	6	4.49	26.96
6	360	0.080	3.04	0.61	1.60	1.03	7	4.00	27.99
7	420	0.100	3.80	0.76	2.00	0.95	8	3.62	28.94
8	480	0.120	4.56	0.76	2.00	0.84	9	3.31	29.78
9	540	0.147	5.59	1.03	2.70	0.76	10	3.05	30.54
10	600	0.181	6.88	1.29	3.40	0.76	11	2.85	31.30
11	660	0.236	8.97	2.09	5.50	0.72	12	2.67	32.02
12	720	0.663	25.21	16.24	42.70	0.61	13	2.51	32.63
13	780	0.776	29.51	4.30	11.30	0.61	14	2.37	33.24
14	840	0.825	31.37	1.86	4.90	0.61	15	2.26	33.85
15	900	0.856	32.55	1.18	3.10	0.57	16	2.15	34.42
16	960	0.881	33.50	0.95	2.50	0.49	17	2.05	34.91
17	1020	0.903	34.34	0.84	2.20	0.46	18	1.96	35.37
18	1080	0.922	35.06	0.72	1.90	0.46	19	1.89	35.82
19	1140	0.938	35.67	0.61	1.60	0.46	20	1.81	36.28
20	1200	0.953	36.24	0.57	1.50	0.46	21	1.75	36.74
21	1260	0.965	36.70	0.46	1.20	0.46	22	1.69	37.19
22	1320	0.977	37.15	0.46	1.20	0.42	23	1.64	37.61
23	1380	0.989	37.61	0.46	1.20	0.42	24	1.58	38.03
24	1440	1.000	38.03	0.42	1.10				
				38.03					

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.18**

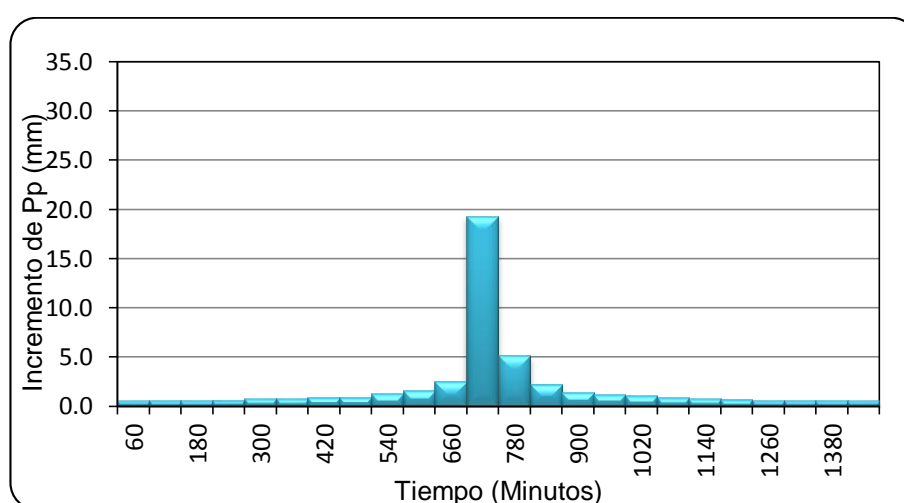
Hietograma Tipo II para Tr de 5 años estación Mañazo.

Cuadro 5.72

Distribución SCS para Tr de 10 años estación Mañazo.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	19.30	1	19.30	19.30
1	60	0.011	0.50	0.50	1.10	5.11	2	12.21	24.41
2	120	0.023	1.04	0.54	1.20	2.49	3	8.97	26.90
3	180	0.035	1.58	0.54	1.20	2.22	4	7.28	29.11
4	240	0.048	2.17	0.59	1.30	1.54	5	6.13	30.65
5	300	0.064	2.89	0.72	1.60	1.40	6	5.34	32.05
6	360	0.080	3.62	0.72	1.60	1.22	7	4.75	33.27
7	420	0.100	4.52	0.90	2.00	1.13	8	4.30	34.40
8	480	0.120	5.42	0.90	2.00	0.99	9	3.93	35.40
9	540	0.147	6.65	1.22	2.70	0.90	10	3.63	36.30
10	600	0.181	8.18	1.54	3.40	0.90	11	3.38	37.20
11	660	0.236	10.67	2.49	5.50	0.86	12	3.17	38.06
12	720	0.663	29.97	19.30	42.70	0.72	13	2.98	38.79
13	780	0.776	35.08	5.11	11.30	0.72	14	2.82	39.51
14	840	0.825	37.30	2.22	4.90	0.72	15	2.68	40.23
15	900	0.856	38.70	1.40	3.10	0.68	16	2.56	40.91
16	960	0.881	39.83	1.13	2.50	0.59	17	2.44	41.50
17	1020	0.903	40.82	0.99	2.20	0.54	18	2.34	42.04
18	1080	0.922	41.68	0.86	1.90	0.54	19	2.24	42.58
19	1140	0.938	42.40	0.72	1.60	0.54	20	2.16	43.13
20	1200	0.953	43.08	0.68	1.50	0.54	21	2.08	43.67
21	1260	0.965	43.62	0.54	1.20	0.54	22	2.01	44.21
22	1320	0.977	44.17	0.54	1.20	0.50	23	1.94	44.71
23	1380	0.989	44.71	0.54	1.20	0.50	24	1.88	45.21
24	1440	1.000	45.21	0.50	1.10				

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.19**

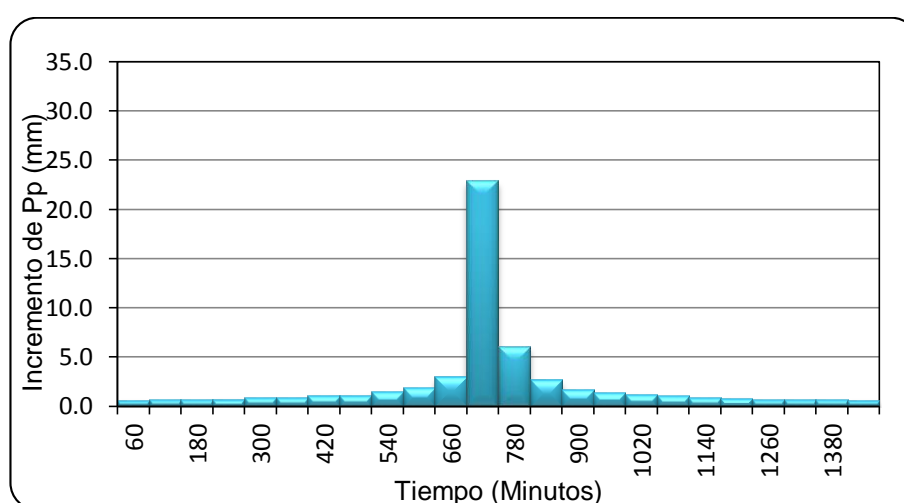
Hietograma Tipo II para Tr de 10 años estación Mañazo.

Cuadro 5.73

Distribución SCS para Tr de 20 años estación Mañazo.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	22.85	1	22.85	22.85
1	60	0.011	0.59	0.59	1.10	6.05	2	14.45	28.90
2	120	0.023	1.23	0.64	1.20	2.94	3	10.61	31.84
3	180	0.035	1.87	0.64	1.20	2.62	4	8.62	34.46
4	240	0.048	2.57	0.70	1.30	1.82	5	7.26	36.28
5	300	0.064	3.42	0.86	1.60	1.66	6	6.32	37.94
6	360	0.080	4.28	0.86	1.60	1.44	7	5.63	39.38
7	420	0.100	5.35	1.07	2.00	1.34	8	5.09	40.72
8	480	0.120	6.42	1.07	2.00	1.18	9	4.66	41.90
9	540	0.147	7.87	1.44	2.70	1.07	10	4.30	42.97
10	600	0.181	9.69	1.82	3.40	1.07	11	4.00	44.04
11	660	0.236	12.63	2.94	5.50	1.02	12	3.75	45.06
12	720	0.663	35.48	22.85	42.70	0.86	13	3.53	45.91
13	780	0.776	41.52	6.05	11.30	0.86	14	3.34	46.77
14	840	0.825	44.15	2.62	4.90	0.86	15	3.17	47.62
15	900	0.856	45.80	1.66	3.10	0.86	16	3.03	48.43
16	960	0.881	47.14	1.34	2.50	0.80	17	2.89	49.12
17	1020	0.903	48.32	1.18	2.20	0.70	18	2.76	49.76
18	1080	0.922	49.34	1.02	1.90	0.64	19	2.65	50.41
19	1140	0.938	50.19	0.86	1.60	0.64	20	2.55	51.05
20	1200	0.953	51.00	0.80	1.50	0.64	21	2.46	51.69
21	1260	0.965	51.64	0.64	1.20	0.64	22	2.38	52.33
22	1320	0.977	52.28	0.64	1.20	0.64	23	2.30	52.92
23	1380	0.989	52.92	0.64	1.20	0.59	24	2.23	53.51
24	1440	1.000	53.51	0.59	1.10	0.59			

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.20**

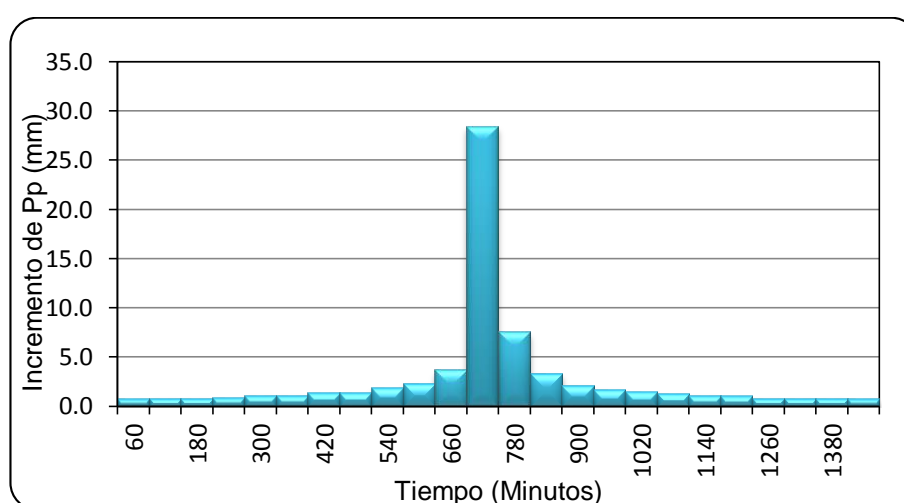
Hietograma Tipo II para Tr de 20 años estación Mañazo.

Cuadro 5.74

Distribución SCS para Tr de 50 años estación Mañazo.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	28.38	1	28.38	28.38
1	60	0.011	0.73	0.73	1.10	7.51	2	17.95	35.89
2	120	0.023	1.53	0.80	1.20	3.66	3	13.18	39.55
3	180	0.035	2.33	0.80	1.20	3.26	4	10.70	42.81
4	240	0.048	3.19	0.86	1.30	2.26	5	9.01	45.07
5	300	0.064	4.25	1.06	1.60	2.06	6	7.85	47.13
6	360	0.080	5.32	1.06	1.60	1.79	7	6.99	48.92
7	420	0.100	6.65	1.33	2.00	1.66	8	6.32	50.58
8	480	0.120	7.98	1.33	2.00	1.46	9	5.78	52.05
9	540	0.147	9.77	1.79	2.70	1.33	10	5.34	53.37
10	600	0.181	12.03	2.26	3.40	1.33	11	4.97	54.70
11	660	0.236	15.69	3.66	5.50	1.26	12	4.66	55.97
12	720	0.663	44.07	28.38	42.70	1.06	13	4.39	57.03
13	780	0.776	51.58	7.51	11.30	1.06	14	4.15	58.09
14	840	0.825	54.84	3.26	4.90	1.06	15	3.94	59.16
15	900	0.856	56.90	2.06	3.10	1.00	16	3.76	60.15
16	960	0.881	58.56	1.66	2.50	0.86	17	3.59	61.02
17	1020	0.903	60.02	1.46	2.20	0.80	18	3.43	61.82
18	1080	0.922	61.28	1.26	1.90	0.80	19	3.30	62.61
19	1140	0.938	62.35	1.06	1.60	0.80	20	3.17	63.41
20	1200	0.953	63.34	1.00	1.50	0.80	21	3.06	64.21
21	1260	0.965	64.14	0.80	1.20	0.80	22	2.95	65.01
22	1320	0.977	64.94	0.80	1.20	0.73	23	2.86	65.74
23	1380	0.989	65.74	0.80	1.20	0.73	24	2.77	66.47
24	1440	1.000	66.47	0.73	1.10				

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.21**

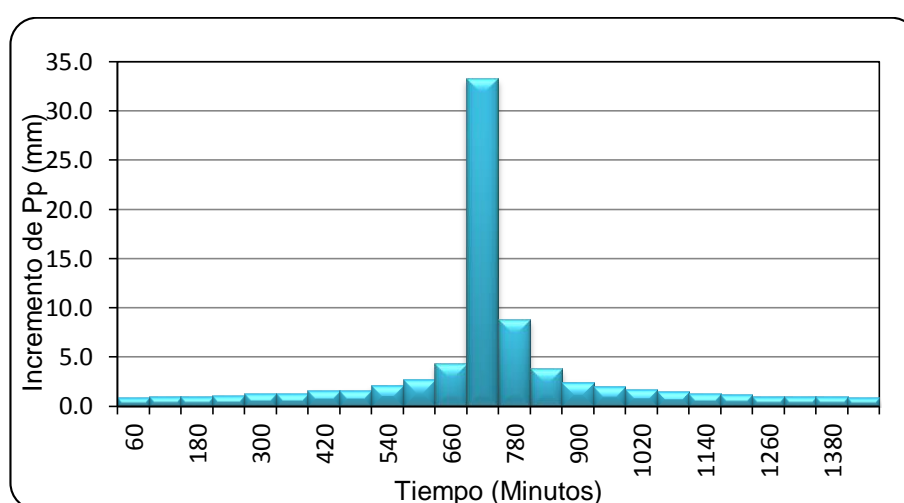
Hietograma Tipo II para Tr de 50 años estación Mañazo.

Cuadro 5.75

Distribución SCS para Tr de 100 años estación Mañazo.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	33.29	1	33.29	33.29
1	60	0.011	0.86	0.86	1.10	8.81	2	21.05	42.10
2	120	0.023	1.79	0.94	1.20	4.29	3	15.46	46.38
3	180	0.035	2.73	0.94	1.20	3.82	4	12.55	50.20
4	240	0.048	3.74	1.01	1.30	2.65	5	10.57	52.85
5	300	0.064	4.99	1.25	1.60	2.42	6	9.21	55.27
6	360	0.080	6.24	1.25	1.60	2.10	7	8.20	57.37
7	420	0.100	7.80	1.56	2.00	1.95	8	7.42	59.32
8	480	0.120	9.35	1.56	2.00	1.72	9	6.78	61.04
9	540	0.147	11.46	2.10	2.70	1.56	10	6.26	62.60
10	600	0.181	14.11	2.65	3.40	1.56	11	5.83	64.16
11	660	0.236	18.40	4.29	5.50	1.48	12	5.47	65.64
12	720	0.663	51.68	33.29	42.70	1.25	13	5.15	66.89
13	780	0.776	60.49	8.81	11.30	1.25	14	4.87	68.13
14	840	0.825	64.31	3.82	4.90	1.25	15	4.63	69.38
15	900	0.856	66.73	2.42	3.10	1.17	16	4.41	70.55
16	960	0.881	68.68	1.95	2.50	1.01	17	4.21	71.56
17	1020	0.903	70.39	1.72	2.20	0.94	18	4.03	72.50
18	1080	0.922	71.87	1.48	1.90	0.94	19	3.86	73.43
19	1140	0.938	73.12	1.25	1.60	0.94	20	3.72	74.37
20	1200	0.953	74.29	1.17	1.50	0.94	21	3.59	75.30
21	1260	0.965	75.23	0.94	1.20	0.94	22	3.47	76.24
22	1320	0.977	76.16	0.94	1.20	0.86	23	3.35	77.10
23	1380	0.989	77.10	0.94	1.20	0.86	24	3.25	77.95
24	1440	1.000	77.95	0.86	1.10				

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.22**

Hietograma Tipo II para Tr de 100 años estación Mañazo.

Los cuadros de distribuciones y figuras de hietogramas de las estaciones Illpa, Umayo y Puno se muestran en el anexo 3.

La intensidad de lluvia generada mediante los hietogramas del método Servicio de Conservación de Suelos (SCS), se grafica las curvas de intensidad para cada una de las estaciones en estudio, que se muestran a continuación en los cuadros y figuras:

Cuadro 5.76

Precipitación máxima de duración 1 a 24 horas estación Mañazo.

Duración de Precipitación		Precipitación en 24 horas (mm)					
		29.92	38.03	45.21	53.51	66.47	77.95
		Periodo de Retorno (Años)					
Hora	Minuto	2	5	10	20	50	100
1	60	12.78	16.24	19.30	22.85	28.38	33.29
2	120	16.16	20.54	24.41	28.90	35.89	42.10
3	180	17.80	22.63	26.90	31.84	39.55	46.38
4	240	19.27	24.49	29.11	34.46	42.81	50.20
5	300	20.29	25.78	30.65	36.28	45.07	52.85
6	360	21.21	26.96	32.05	37.94	47.13	55.27
7	420	22.02	27.99	33.27	39.38	48.92	57.37
8	480	22.77	28.94	34.40	40.72	50.58	59.32
9	540	23.43	29.78	35.40	41.90	52.05	61.04
10	600	24.03	30.54	36.30	42.97	53.37	62.60
11	660	24.63	31.30	37.20	44.04	54.70	64.16
12	720	25.19	32.02	38.06	45.06	55.97	65.64
13	780	25.67	32.63	38.79	45.91	57.03	66.89
14	840	26.15	33.24	39.51	46.77	58.09	68.13
15	900	26.63	33.85	40.23	47.62	59.16	69.38
16	960	27.08	34.42	40.91	48.43	60.15	70.55
17	1020	27.47	34.91	41.50	49.12	61.02	71.56
18	1080	27.83	35.37	42.04	49.76	61.82	72.50
19	1140	28.19	35.82	42.58	50.41	62.61	73.43
20	1200	28.55	36.28	43.13	51.05	63.41	74.37
21	1260	28.90	36.74	43.67	51.69	64.21	75.30
22	1320	29.26	37.19	44.21	52.33	65.01	76.24
23	1380	29.59	37.61	44.71	52.92	65.74	77.10
24	1440	29.92	38.03	45.21	53.51	66.47	77.95

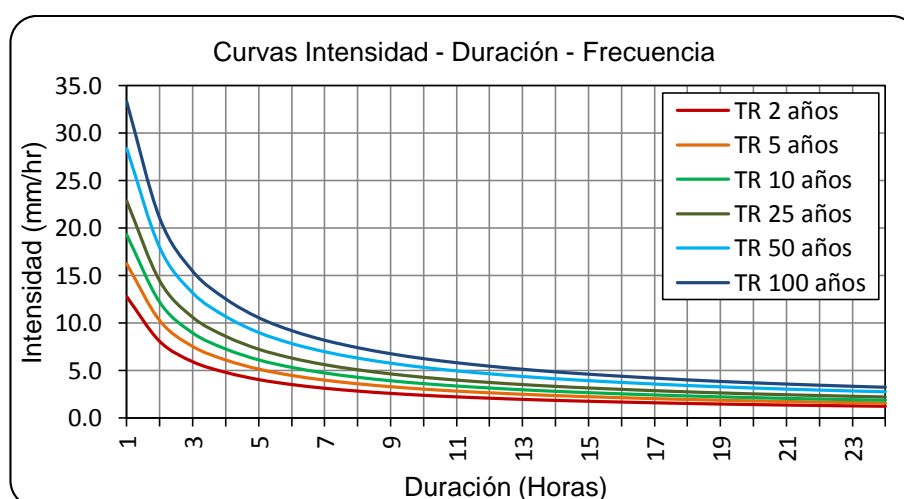
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.77

Intensidad máxima de duración 1 a 24 horas estación Mañazo.

		Intensidad (mm/hr)					
Duración		Periodo de Retorno (Años)					
Hora	Minuto	2	5	10	20	50	100
1	60	12.78	16.24	19.30	22.85	28.38	33.29
2	120	8.08	10.27	12.21	14.45	17.95	21.05
3	180	5.93	7.54	8.97	10.61	13.18	15.46
4	240	4.82	6.12	7.28	8.62	10.70	12.55
5	300	4.06	5.16	6.13	7.26	9.01	10.57
6	360	3.54	4.49	5.34	6.32	7.85	9.21
7	420	3.15	4.00	4.75	5.63	6.99	8.20
8	480	2.85	3.62	4.30	5.09	6.32	7.42
9	540	2.60	3.31	3.93	4.66	5.78	6.78
10	600	2.40	3.05	3.63	4.30	5.34	6.26
11	660	2.24	2.85	3.38	4.00	4.97	5.83
12	720	2.10	2.67	3.17	3.75	4.66	5.47
13	780	1.97	2.51	2.98	3.53	4.39	5.15
14	840	1.87	2.37	2.82	3.34	4.15	4.87
15	900	1.78	2.26	2.68	3.17	3.94	4.63
16	960	1.69	2.15	2.56	3.03	3.76	4.41
17	1020	1.62	2.05	2.44	2.89	3.59	4.21
18	1080	1.55	1.96	2.34	2.76	3.43	4.03
19	1140	1.48	1.89	2.24	2.65	3.30	3.86
20	1200	1.43	1.81	2.16	2.55	3.17	3.72
21	1260	1.38	1.75	2.08	2.46	3.06	3.59
22	1320	1.33	1.69	2.01	2.38	2.95	3.47
23	1380	1.29	1.64	1.94	2.30	2.86	3.35
24	1440	1.25	1.58	1.88	2.23	2.77	3.25

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.23**

Curvas de IDF método SCS estación Mañazo.

Cuadro 5.78

Precipitación máxima de duración 1 a 24 horas estación Illpa.

Duración de Precipitación		Precipitación en 24 horas (mm)					
		29.27	36.52	41.00	45.12	50.24	53.98
		Periodo de Retorno (Años)					
Hora	Minuto	2	5	10	20	50	100
1	60	12.50	15.59	17.51	19.27	21.45	23.05
2	120	15.81	19.72	22.14	24.36	27.13	29.15
3	180	17.41	21.73	24.40	26.85	29.90	32.12
4	240	18.85	23.52	26.41	29.06	32.36	34.76
5	300	19.84	24.76	27.80	30.59	34.07	36.60
6	360	20.75	25.89	29.07	31.99	35.62	38.27
7	420	21.54	26.88	30.18	33.21	36.98	39.73
8	480	22.27	27.79	31.20	34.34	38.24	41.08
9	540	22.92	28.60	32.11	35.33	39.34	42.27
10	600	23.50	29.33	32.93	36.23	40.35	43.35
11	660	24.09	30.06	33.75	37.13	41.35	44.43
12	720	24.64	30.75	34.53	37.99	42.31	45.45
13	780	25.11	31.33	35.18	38.71	43.11	46.31
14	840	25.58	31.92	35.84	39.43	43.91	47.18
15	900	26.05	32.50	36.49	40.16	44.72	48.04
16	960	26.49	33.05	37.11	40.83	45.47	48.85
17	1020	26.87	33.53	37.64	41.42	46.12	49.55
18	1080	27.22	33.96	38.13	41.96	46.73	50.20
19	1140	27.57	34.40	38.63	42.50	47.33	50.85
20	1200	27.92	34.84	39.12	43.04	47.93	51.50
21	1260	28.27	35.28	39.61	43.59	48.54	52.14
22	1320	28.62	35.72	40.10	44.13	49.14	52.79
23	1380	28.95	36.12	40.55	44.62	49.69	53.39
24	1440	29.27	36.52	41.00	45.12	50.24	53.98

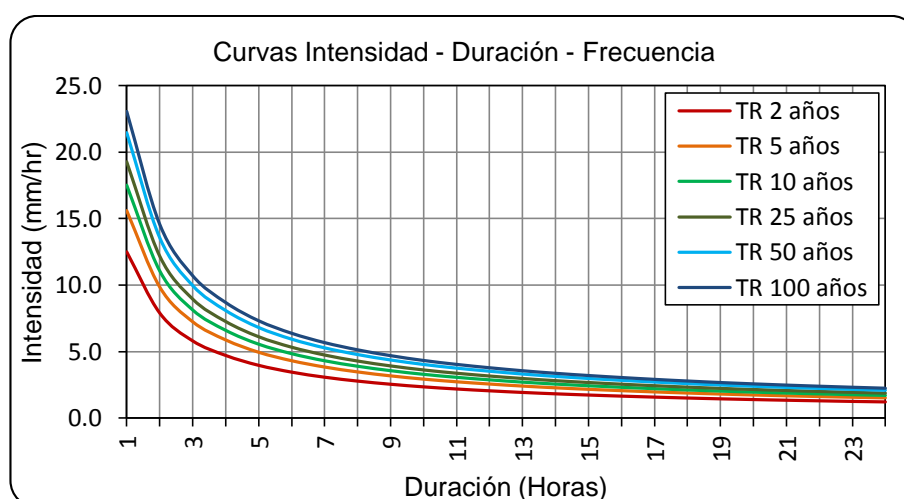
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.79

Intensidad máxima de duración 1 a 24 horas estación Illpa.

Intensidad (mm/hr)							
Duración		Periodo de Retorno (Años)					
Hora	Minuto	2	5	10	20	50	100
1	60	12.50	15.59	17.51	19.27	21.45	23.05
2	120	7.90	9.86	11.07	12.18	13.57	14.57
3	180	5.80	7.24	8.13	8.95	9.97	10.71
4	240	4.71	5.88	6.60	7.26	8.09	8.69
5	300	3.97	4.95	5.56	6.12	6.81	7.32
6	360	3.46	4.32	4.85	5.33	5.94	6.38
7	420	3.08	3.84	4.31	4.74	5.28	5.68
8	480	2.78	3.47	3.90	4.29	4.78	5.13
9	540	2.55	3.18	3.57	3.93	4.37	4.70
10	600	2.35	2.93	3.29	3.62	4.03	4.33
11	660	2.19	2.73	3.07	3.38	3.76	4.04
12	720	2.05	2.56	2.88	3.17	3.53	3.79
13	780	1.93	2.41	2.71	2.98	3.32	3.56
14	840	1.83	2.28	2.56	2.82	3.14	3.37
15	900	1.74	2.17	2.43	2.68	2.98	3.20
16	960	1.66	2.07	2.32	2.55	2.84	3.05
17	1020	1.58	1.97	2.21	2.44	2.71	2.91
18	1080	1.51	1.89	2.12	2.33	2.60	2.79
19	1140	1.45	1.81	2.03	2.24	2.49	2.68
20	1200	1.40	1.74	1.96	2.15	2.40	2.57
21	1260	1.35	1.68	1.89	2.08	2.31	2.48
22	1320	1.30	1.62	1.82	2.01	2.23	2.40
23	1380	1.26	1.57	1.76	1.94	2.16	2.32
24	1440	1.22	1.52	1.71	1.88	2.09	2.25

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.24**

Curvas de IDF método SCS estación Illpa.

Cuadro 5.80

Precipitación máxima de duración 1 a 24 horas estación Umayo.

Duración de Precipitación		Precipitación en 24 horas (mm)					
		34.08	42.57	48.19	53.58	60.55	65.78
		Periodo de Retorno (Años)					
Hora	Minuto	2	5	10	20	50	100
1	60	14.55	18.18	20.58	22.88	25.86	28.09
2	120	18.40	22.99	26.02	28.93	32.70	35.52
3	180	20.28	25.33	28.67	31.88	36.03	39.14
4	240	21.95	27.41	31.03	34.50	39.00	42.36
5	300	23.11	28.86	32.67	36.32	41.05	44.60
6	360	24.16	30.18	34.16	37.99	42.93	46.64
7	420	25.08	31.33	35.47	39.43	44.57	48.41
8	480	25.94	32.39	36.67	40.77	46.08	50.06
9	540	26.69	33.33	37.73	41.95	47.41	51.51
10	600	27.37	34.18	38.69	43.02	48.62	52.82
11	660	28.05	35.03	39.66	44.09	49.83	54.14
12	720	28.70	35.84	40.57	45.11	50.99	55.39
13	780	29.24	36.52	41.34	45.97	51.95	56.44
14	840	29.79	37.20	42.12	46.83	52.92	57.49
15	900	30.33	37.89	42.89	47.68	53.89	58.54
16	960	30.84	38.52	43.61	48.49	54.80	59.53
17	1020	31.29	39.08	44.24	49.18	55.59	60.39
18	1080	31.70	39.59	44.81	49.83	56.31	61.18
19	1140	32.11	40.10	45.39	50.47	57.04	61.96
20	1200	32.51	40.61	45.97	51.11	57.77	62.75
21	1260	32.92	41.12	46.55	51.75	58.49	63.54
22	1320	33.33	41.63	47.13	52.40	59.22	64.33
23	1380	33.71	42.10	47.66	52.99	59.89	65.06
24	1440	34.08	42.57	48.19	53.58	60.55	65.78

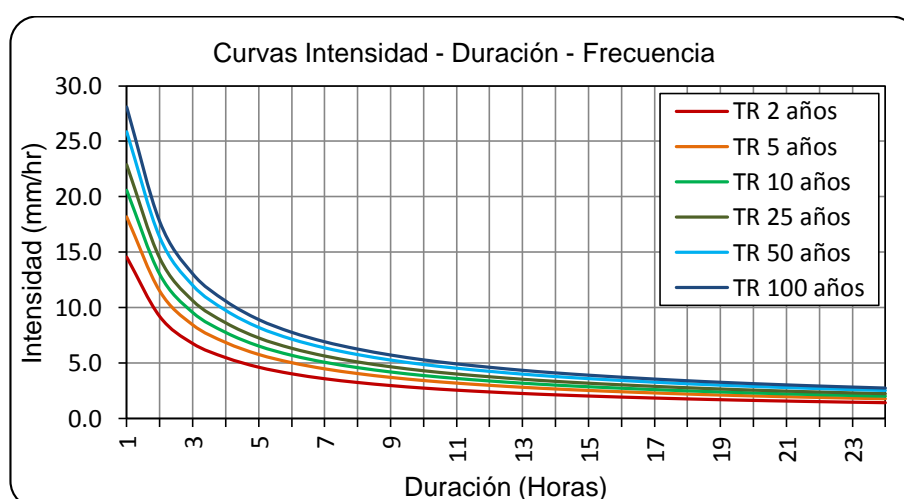
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.81

Intensidad máxima de duración 1 a 24 horas estación Umayo.

		Intensidad (mm/hr)					
Duración		Periodo de Retorno (Años)					
Hora	Minuto	2	5	10	20	50	100
1	60	14.55	18.18	20.58	22.88	25.86	28.09
2	120	9.20	11.49	13.01	14.47	16.35	17.76
3	180	6.76	8.44	9.56	10.63	12.01	13.05
4	240	5.49	6.85	7.76	8.63	9.75	10.59
5	300	4.62	5.77	6.53	7.26	8.21	8.92
6	360	4.03	5.03	5.69	6.33	7.16	7.77
7	420	3.58	4.48	5.07	5.63	6.37	6.92
8	480	3.24	4.05	4.58	5.10	5.76	6.26
9	540	2.97	3.70	4.19	4.66	5.27	5.72
10	600	2.74	3.42	3.87	4.30	4.86	5.28
11	660	2.55	3.18	3.61	4.01	4.53	4.92
12	720	2.39	2.99	3.38	3.76	4.25	4.62
13	780	2.25	2.81	3.18	3.54	4.00	4.34
14	840	2.13	2.66	3.01	3.34	3.78	4.11
15	900	2.02	2.53	2.86	3.18	3.59	3.90
16	960	1.93	2.41	2.73	3.03	3.42	3.72
17	1020	1.84	2.30	2.60	2.89	3.27	3.55
18	1080	1.76	2.20	2.49	2.77	3.13	3.40
19	1140	1.69	2.11	2.39	2.66	3.00	3.26
20	1200	1.63	2.03	2.30	2.56	2.89	3.14
21	1260	1.57	1.96	2.22	2.46	2.79	3.03
22	1320	1.52	1.89	2.14	2.38	2.69	2.92
23	1380	1.47	1.83	2.07	2.30	2.60	2.83
24	1440	1.42	1.77	2.01	2.23	2.52	2.74

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.25**

Curvas de IDF método SCS estación Umayo.

Cuadro 5.82

Precipitación máxima de duración 1 a 24 horas estación Puno.

Duración de Precipitación		Precipitación en 24 horas (mm)					
		35.16	44.77	51.97	59.51	70.32	79.28
		Periodo de Retorno (Años)					
Hora	Minuto	2	5	10	20	50	100
1	60	15.01	19.12	22.19	25.41	30.03	33.85
2	120	18.99	24.18	28.06	32.14	37.97	42.81
3	180	20.92	26.64	30.92	35.41	41.84	47.17
4	240	22.64	28.83	33.47	38.33	45.29	51.06
5	300	23.84	30.35	35.23	40.35	47.68	53.75
6	360	24.93	31.74	36.84	42.20	49.86	56.21
7	420	25.88	32.95	38.25	43.80	51.76	58.35
8	480	26.76	34.07	39.55	45.29	53.51	60.33
9	540	27.53	35.05	40.69	46.60	55.06	62.08
10	600	28.23	35.95	41.73	47.79	56.47	63.66
11	660	28.94	36.85	42.77	48.98	57.87	65.25
12	720	29.61	37.70	43.76	50.11	59.21	66.75
13	780	30.17	38.41	44.59	51.06	60.33	68.02
14	840	30.73	39.13	45.42	52.02	61.46	69.29
15	900	31.29	39.84	46.25	52.97	62.58	70.56
16	960	31.82	40.52	47.03	53.86	63.64	71.75
17	1020	32.28	41.10	47.70	54.63	64.55	72.78
18	1080	32.70	41.64	48.33	55.35	65.40	73.73
19	1140	33.12	42.17	48.95	56.06	66.24	74.68
20	1200	33.54	42.71	49.58	56.78	67.08	75.63
21	1260	33.96	43.25	50.20	57.49	67.93	76.58
22	1320	34.39	43.78	50.82	58.20	68.77	77.53
23	1380	34.77	44.28	51.39	58.86	69.55	78.41
24	1440	35.16	44.77	51.97	59.51	70.32	79.28

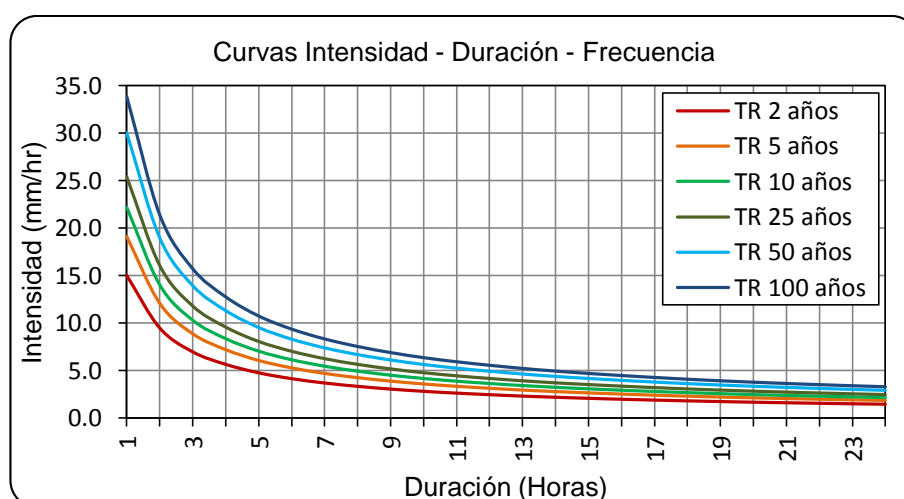
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5.83

Intensidad máxima de duración 1 a 24 horas estación Puno.

		Intensidad (mm/hr)					
Duración		Periodo de Retorno (Años)					
Hora	Minuto	2	5	10	20	50	100
1	60	15.01	19.12	22.19	25.41	30.03	33.85
2	120	9.49	12.09	14.03	16.07	18.99	21.41
3	180	6.97	8.88	10.31	11.80	13.95	15.72
4	240	5.66	7.21	8.37	9.58	11.32	12.76
5	300	4.77	6.07	7.05	8.07	9.54	10.75
6	360	4.15	5.29	6.14	7.03	8.31	9.37
7	420	3.70	4.71	5.46	6.26	7.39	8.34
8	480	3.34	4.26	4.94	5.66	6.69	7.54
9	540	3.06	3.89	4.52	5.18	6.12	6.90
10	600	2.82	3.59	4.17	4.78	5.65	6.37
11	660	2.63	3.35	3.89	4.45	5.26	5.93
12	720	2.47	3.14	3.65	4.18	4.93	5.56
13	780	2.32	2.95	3.43	3.93	4.64	5.23
14	840	2.20	2.79	3.24	3.72	4.39	4.95
15	900	2.09	2.66	3.08	3.53	4.17	4.70
16	960	1.99	2.53	2.94	3.37	3.98	4.48
17	1020	1.90	2.42	2.81	3.21	3.80	4.28
18	1080	1.82	2.31	2.68	3.07	3.63	4.10
19	1140	1.74	2.22	2.58	2.95	3.49	3.93
20	1200	1.68	2.14	2.48	2.84	3.35	3.78
21	1260	1.62	2.06	2.39	2.74	3.23	3.65
22	1320	1.56	1.99	2.31	2.65	3.13	3.52
23	1380	1.51	1.93	2.23	2.56	3.02	3.41
24	1440	1.47	1.87	2.17	2.48	2.93	3.30

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.26**

Curvas de IDF método SCS estación Puno.

5.7 Ecuaciones IDF de las Estaciones Mañazo, Illpa, Umayo y Puno

La ecuación se determina mediante los valores de intensidad de lluvia de los métodos SCS (Soil Conservation Service), Dick Peschke y F. C. Bell para cada una de las estaciones en estudio.

Para la obtención de la ecuación de intensidad se realiza el procedimiento para la estación de Mañazo, mediante las ecuaciones 2.68, 2.69 y 2.70 reemplazando los valores del cuadro A.4.1 del anexo 4 teniendo lo siguiente:

$$\begin{aligned} 86.8568 &= 144.0000 a_0 + 168.0000 a_1 + 398.8100 a_2 \\ 113.0067 &= 168.0000 a_0 + 243.8006 a_1 + 465.2783 a_2 \\ 227.2078 &= 398.8100 a_0 + 465.2783 a_1 + 1122.4614 a_2 \end{aligned}$$

Valores de los parámetros de la ecuación:

$$\begin{aligned} a_0 &= 2.3768 \\ a_1 &= 0.2442 \\ a_2 &= -0.7433 \end{aligned}$$

Donde por igualdad se tiene:

$$\begin{aligned} K &= 238.1409 \\ m &= 0.2442 \\ n &= 0.7433 \end{aligned}$$

Reemplazando los valores en la ecuación 2.65, se obtiene la siguiente ecuación:

$$I = \frac{238.1409xT^{0.2442}}{D^{0.7433}}$$

Para determinar las ecuaciones se sigue el mismo procedimiento anterior para cada uno de los métodos y las estaciones de la cuenca, los resultados de los parámetros se muestran en el anexo 4 para la obtención de las ecuaciones.

Cuadro 5.84

Ecuaciones de Intensidad – Duración – Frecuencia.

Estaciones	Métodos		
	SCS	Dick Peschke	F.C. Bell
Mañazo	$I = \frac{238.1409xT^{0.2442}}{D^{0.7433}}$	$I = \frac{248.8901xT^{0.2442}}{D^{0.7500}}$	$I = \frac{115.3171xT^{0.2026}}{D^{0.5362}}$
Illpa	$I = \frac{259.3384xT^{0.1518}}{D^{0.7433}}$	$I = \frac{271.0444xT^{0.1518}}{D^{0.7500}}$	$I = \frac{104.5999xT^{0.2026}}{D^{0.5362}}$
Umayo	$I = \frac{297.4863xT^{0.1642}}{D^{0.7433}}$	$I = \frac{310.9142xT^{0.1642}}{D^{0.7500}}$	$I = \frac{122.9209xT^{0.2026}}{D^{0.5362}}$
Puno	$I = \frac{294.7257xT^{0.2048}}{D^{0.7433}}$	$I = \frac{308.0290xT^{0.2048}}{D^{0.7500}}$	$I = \frac{132.5603xT^{0.2026}}{D^{0.5362}}$

Fuente: Elaboración propia.**5.8 Ecuación IDF de Registro Pluviográfico de la Estación Puno**

Para realizar la comparación de la intensidad de precipitación máxima, se determina la ecuación de IDF de la estación Puno, las intensidades máximas que se obtuvieron del registro pluviográfico de la estación Puno que tiene el periodo de registro desde el año 1973 hasta 1988, obtenido de la tesis “Diagnóstico para el Plan de Manejo y Conservación de Agua y Suelo en la Microcuenca Paxa-Azoguini. Puno” de la Facultad de Ingeniería Agrícola; para lo cual se seleccionó los valores máximos de intensidad para cada año y para las diferentes duraciones, que se muestra en el anexo 6 del cuadro A.6.1.

Cuadro 5.85

Resumen de intensidades máximas (mm/hr) de la estación Puno.

Nº	Año	Duración (minutos)					
		5'	15'	30'	60'	120'	240'
1	1973	39.90	39.90	28.51	21.00	14.16	7.88
2	1974	26.40	18.00	17.47	11.75	8.82	7.58
3	1975	50.40	50.40	40.20	20.90	15.50	8.33
4	1976	45.60	25.00	25.00	25.00	12.50	7.51
5	1977	32.40	19.50	15.04	12.45	8.64	5.53
6	1978	21.00	20.76	20.76	20.76	13.09	6.98
7	1979	31.20	31.20	17.00	10.00	7.79	4.45
8	1980	18.00	18.00	18.00	18.00	7.35	3.68
9	1981	23.52	23.52	20.11	11.57	6.80	3.47
10	1982	49.20	34.75	34.75	33.62	17.95	12.03
11	1983	22.50	16.20	13.21	11.75	5.87	2.94
12	1984	36.60	28.50	28.50	16.17	11.97	7.95
13	1986	24.04	24.04	22.55	12.31	6.96	4.23
14	1987	36.19	36.19	31.71	20.51	11.70	6.10
15	1988	44.00	44.00	44.00	40.00	26.89	13.73

Fuente: Elaboración propia.

Luego ordenamos en forma decreciente los valores de las intensidades máximas correspondientes a cada uno de los periodos de duración y el periodo de retorno se determina mediante la fórmula de Weibull.

Cuadro 5.86

Orden decreciente de valores de intensidades máximas estación Puno.

Nº	T (Años) (m+1)/N	Duración (minutos)					
		5'	15'	30'	60'	120'	240'
1	16.00	50.40	50.40	44.00	40.00	26.89	13.73
2	8.00	49.20	44.00	40.20	33.62	17.95	12.03
3	5.33	45.60	39.90	34.75	25.00	15.50	8.33
4	4.00	44.00	36.19	31.71	21.00	14.16	7.95
5	3.20	39.90	34.75	28.51	20.90	13.09	7.88
6	2.67	36.60	31.20	28.50	20.76	12.50	7.58
7	2.29	36.19	28.50	25.00	20.51	11.97	7.51
8	2.00	32.40	25.00	22.55	18.00	11.70	6.98
9	1.78	31.20	24.04	20.76	16.17	8.82	6.10
10	1.60	26.40	23.52	20.11	12.45	8.64	5.53
11	1.45	24.04	20.76	18.00	12.31	7.79	4.45
12	1.33	23.52	19.50	17.47	11.75	7.35	4.23
13	1.23	22.50	18.00	17.00	11.75	6.96	3.68
14	1.14	21.00	18.00	15.04	11.57	6.80	3.47
15	1.07	18.00	16.20	13.21	10.00	5.87	2.94

Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento para la obtención de la ecuación de intensidad se realiza con los resultados de las sumatorias de los productos; mediante las ecuaciones 2.68, 2.69 y 2.70 reemplazando los valores del cuadro A.4.13 del anexo 4 teniendo lo siguiente:

$$\begin{aligned} 110.6304 &= 90.0000 a_0 + 35.6718 a_1 + 143.8459 a_2 \\ 48.4304 &= 35.6718 a_0 + 23.8266 a_1 + 57.0138 a_2 \\ 165.1053 &= 143.8459 a_0 + 57.0138 a_1 + 258.0579 a_2 \end{aligned}$$

Valores de los parámetros de la ecuación:

$$\begin{aligned} a_0 &= 1.7069 \\ a_1 &= 0.4729 \\ a_2 &= -0.4161 \end{aligned}$$

Donde por igualdad se tiene:

$$\begin{aligned} K &= 50.9159 \\ m &= 0.4729 \\ n &= 0.4161 \end{aligned}$$

Reemplazando los valores en la ecuación 2.65, se obtiene la siguiente ecuación:

$$I = \frac{50.9159xT^{0.4729}}{D^{0.4161}}$$

5.9 Comparación de Intensidad mediante Ecuaciones IDF Pluviográficas y Pluviométricas de la Estación Puno

Con las ecuaciones de intensidad - duración - frecuencia de la estación Puno obtenidas a partir de registros pluviográficos y pluviométricos, se estima los valores de intensidad de precipitación máxima para las diferentes duraciones y periodos retorno.

Al comparar las intensidades de precipitación máxima estimadas mediante las ecuaciones IDF de datos pluviométricos y pluviográficos de la estación Puno; mediante el modelo Dyck Peschke varia significativamente en las diferentes duraciones y periodos de retorno con respecto a la intensidad real, mientras las intensidades estimadas mediante el modelo Bell varia mínimamente en los periodos de retorno de 2, 5 y 10 años y en los periodos de retorno de 20, 50 y 100 años varia significativamente como se observa en las figuras.

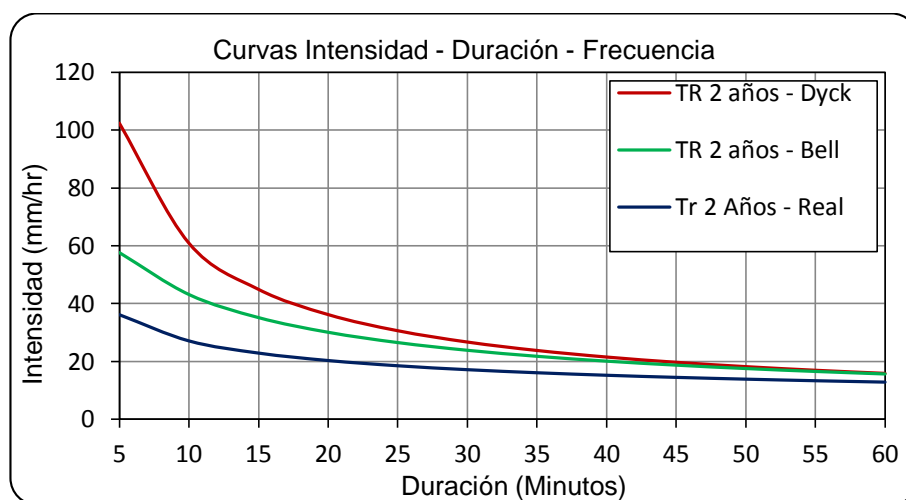


Figura 5.27

Comparación de curvas IDF para Tr de 2 años.

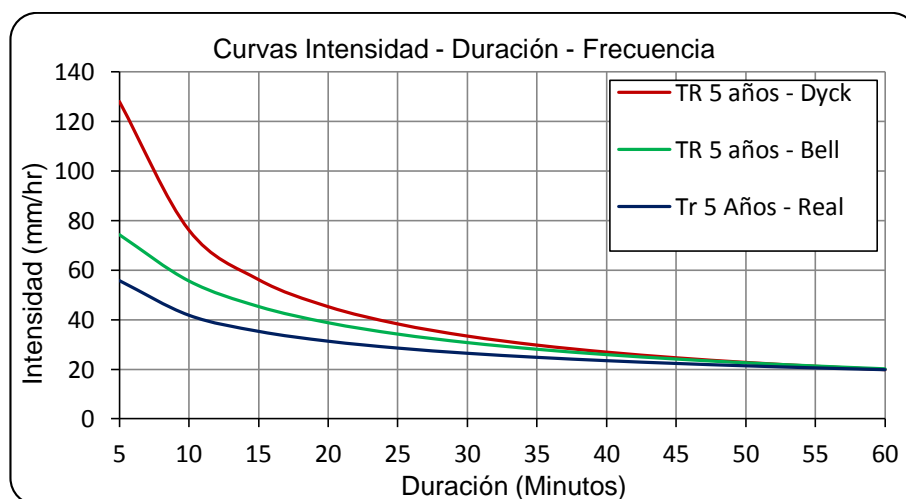


Figura 5.28

Comparación de curvas IDF para Tr de 5 años.

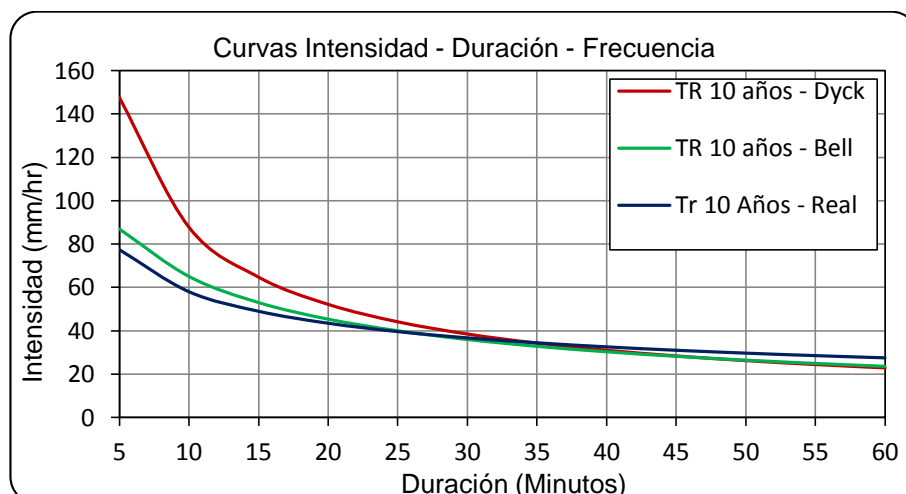


Figura 5.29

Comparación de curvas IDF para Tr de 10 años.

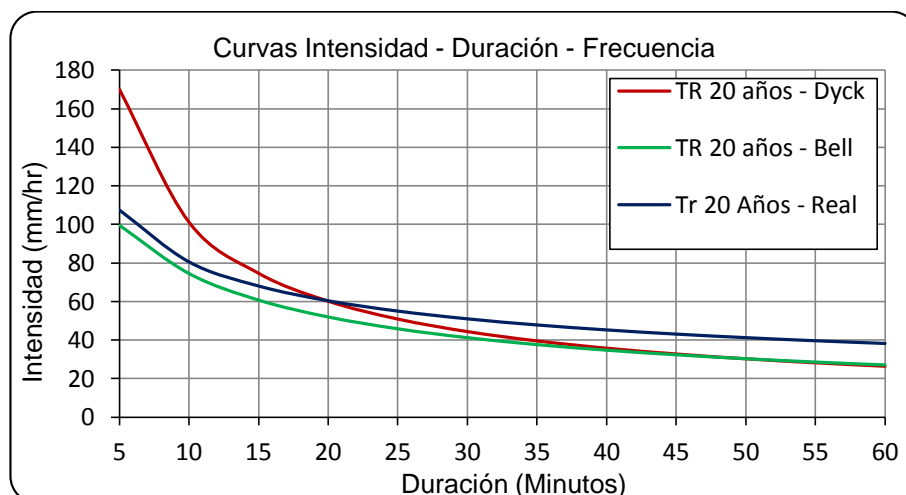


Figura 5.30

Comparación de curvas IDF para Tr de 20 años.

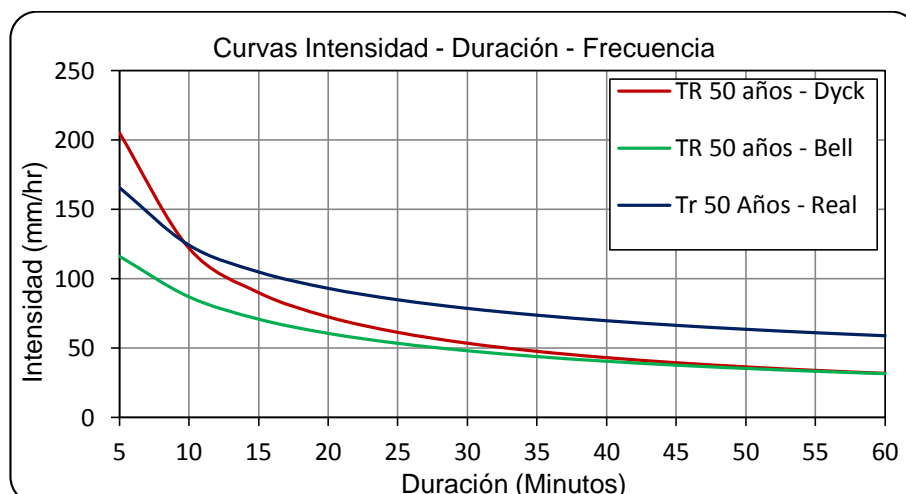


Figura 5.31

Comparación de curvas IDF para Tr de 50 años.

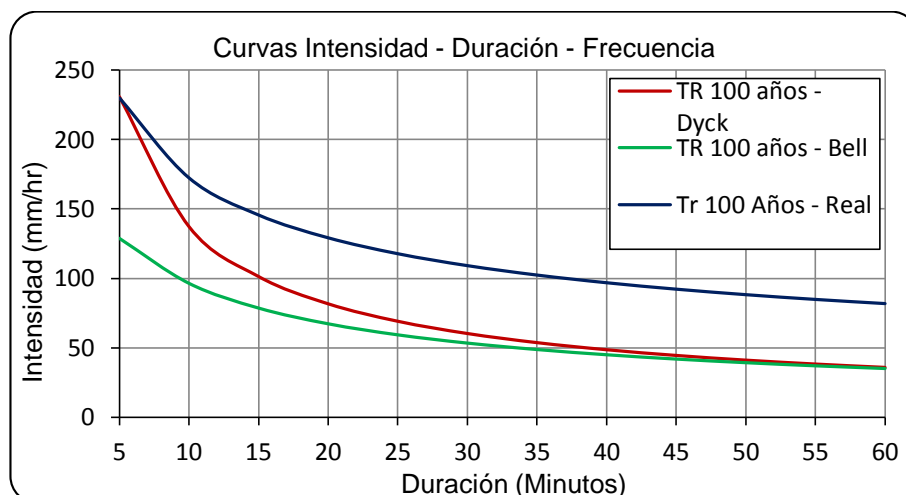


Figura 5.32 Comparación de curvas IDF para Tr de 100 años.

Cuadro 5.87 Comparación de intensidades obtenidos mediante el modelo Dyck Peschke y datos pluviográficos estación Puno.

D (Min.)	Periodo de Retorno (Años)											
	2		5		10		20		50		100	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
5	36.17	106.17	55.79	128.08	77.43	147.62	107.47	170.13	165.76	205.24	230.06	236.54
10	27.11	63.13	41.81	76.16	58.03	87.77	80.54	101.16	124.23	122.04	172.42	140.65
15	22.90	46.58	35.32	56.19	49.02	64.76	68.04	74.63	104.94	90.04	145.65	103.77
20	20.32	37.54	31.34	45.28	43.49	52.19	60.36	60.15	93.10	72.56	129.22	83.63
25	18.51	31.75	28.56	38.31	39.63	44.15	55.01	50.88	84.85	61.38	117.76	70.74
30	17.16	27.69	26.47	33.41	36.74	38.51	50.99	44.38	78.65	53.54	109.16	61.70
35	16.10	24.67	24.83	29.76	34.46	34.30	47.82	39.53	73.76	47.69	102.37	54.97
40	15.23	22.32	23.48	26.93	32.59	31.03	45.24	35.77	69.77	43.15	96.84	49.73
45	14.50	20.43	22.36	24.65	31.03	28.41	43.07	32.74	66.44	39.50	92.21	45.52
50	13.88	18.88	21.40	22.78	29.70	26.25	41.23	30.25	63.59	36.50	88.25	42.06
55	13.34	17.58	20.57	21.21	28.55	24.44	39.62	28.17	61.11	33.98	84.82	39.16
60	12.86	16.47	19.84	19.87	27.53	22.90	38.21	26.39	58.94	31.83	81.81	36.69

Fuente: Elaboración propia.

- (1) Valores obtenidos con datos pluviográficos.
- (2) Valores mediante el modelo Dyck Peschke con datos pluviométricos.
- (1)/(2) Representa el cociente entre los valores de datos pluviográficos y los valores del modelo Dyck Peschke obtenidos mediante datos pluviométricos, que representa el margen de error de los valores determinados a través de las ecuaciones obtenidas, si dicho cociente se aproxima a la unidad (1.00) indica que los valores determinados mediante los datos pluviométricos se aproximan a las intensidades reales de datos pluviográficos.

D	Periodo de Retorno (Años)																	
	2			5			10			20			50			100		
(Min.)	(1)	(3)	(1)/(3)	(1)	(3)	(1)/(3)	(1)	(3)	(1)/(3)	(1)	(3)	(1)/(3)	(1)	(3)	(1)/(3)	(1)	(3)	(1)/(3)
5	36.17	64.36	0.56	55.79	77.49	0.72	77.43	89.17	0.87	107.47	102.61	1.05	165.76	123.55	1.34	230.06	142.18	1.62
10	27.11	44.38	0.61	41.81	53.43	0.78	58.03	61.49	0.94	80.54	70.76	1.14	124.23	85.20	1.46	172.42	98.04	1.76
15	22.90	35.71	0.64	35.32	42.99	0.82	49.02	49.47	0.99	68.04	56.93	1.20	104.94	68.55	1.53	145.65	78.88	1.85
20	20.32	30.60	0.66	31.34	36.84	0.85	43.49	42.40	1.03	60.36	48.79	1.24	93.10	58.75	1.58	129.22	67.61	1.91
25	18.51	27.15	0.68	28.56	32.69	0.87	39.63	37.62	1.05	55.01	43.29	1.27	84.85	52.12	1.63	117.76	59.98	1.96
30	17.16	24.62	0.70	26.47	29.64	0.89	36.74	34.11	1.08	50.99	39.26	1.30	78.65	47.27	1.66	109.16	54.39	2.01
35	16.10	22.67	0.71	24.83	27.29	0.91	34.46	31.41	1.10	47.82	36.14	1.32	73.76	43.52	1.69	102.37	50.08	2.04
40	15.23	21.10	0.72	23.48	25.41	0.92	32.59	29.24	1.11	45.24	33.65	1.34	69.77	40.51	1.72	96.84	46.62	2.08
45	14.50	19.81	0.73	22.36	23.85	0.94	31.03	27.45	1.13	43.07	31.59	1.36	66.44	38.03	1.75	92.21	43.77	2.11
50	13.88	18.72	0.74	21.40	22.54	0.95	29.70	25.94	1.14	41.23	29.85	1.38	63.59	35.94	1.77	88.25	41.36	2.13
55	13.34	17.79	0.75	20.57	21.42	0.96	28.55	24.65	1.16	39.62	28.36	1.40	61.11	34.15	1.79	84.82	39.30	2.16
60	12.86	16.98	0.76	19.84	20.44	0.97	27.53	23.52	1.17	38.21	27.07	1.41	58.94	32.59	1.81	81.81	37.51	2.18

(1)/(2) Representa el cociente entre los valores de datos pluviográficos y los valores del modelo F. C. Bell obtenidos mediante datos pluviométricos, que representa el margen de error de los valores determinados a través de las ecuaciones obtenidas, si dicho cociente se aproxima a la unidad (1.00) indica que los valores determinados mediante los datos pluviométricos se aproximan a las intensidades reales de datos pluviográficos.

CONCLUSIONES

Para la evaluación de los datos de precipitación máxima en 24 horas de las estaciones Mañazo, Illpa, Umayo y Puno, se realizó el análisis estadístico mediante las pruebas de homogeneidad, independencia y estacionalidad; superando estas pruebas de evaluación que indican que los datos son consistentes.

El análisis de frecuencia mediante las distribuciones de probabilidad se estimó la precipitación máxima asociada a diferentes periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años para cada una de las estaciones; para la selección de la función de distribución de mejor ajuste; se empleó el análisis gráfico, error cuadrático mínimo y la prueba de Smirnov-Kolmogorov, obteniéndose en la estación Mañazo la de Log Normal de 3 Parámetros, estación Illpa la de Log Normal de 2 Parámetros, estación Umayo la de Gumbel y para la estación Puno la de Log Pearson Tipo III.

La distribución de precipitación se realizó mediante el método de SCS para cada hora del día, utilizando el perfil de lluvia tipo II; para precipitaciones de duración menores a una hora, se analizó mediante las ecuaciones de F. C. Bell y Dick Peschke. Permitiendo generar la intensidad para diferentes periodos de retorno y duraciones para graficar las curvas IDF para cada una de las estaciones en estudio.

Para la deducción de ecuaciones IDF, se empleó la ecuación de correlación lineal múltiple que relaciona la intensidad, duración y el periodo de retorno; siendo estas determinadas para cada una de las estaciones. Existiendo una diferencia entre las ecuaciones de Dick Peschke y F. C. Bell. En el uso de las ecuaciones para el cálculo de la intensidad e intensidades estimadas mediante los métodos varía mínimamente, esto por error de redondeo en los cálculos de estas ecuaciones.

RECOMENDACIONES

Las ecuaciones determinadas mediante los diferentes métodos son referenciales, su aplicación y elección dependerá de la experiencia del hidrólogo para la determinación del caudal de diseño mediante el método racional y el hidrograma unitario.

Realizar estudios similares para las demás estaciones ubicadas dentro del Departamento de Puno, los cuales son escasos y siendo de mucha importancia para el dimensionamiento de las obras hidráulicas.

Realizar comparaciones de ecuaciones a partir de datos de registros históricos pluviométricos y pluviográficos.

Implementar las estaciones meteorológicas con pluviógrafos en las estaciones del Departamento de Puno para el cálculo de intensidad de lluvia, los cuales permiten obtener resultados más confiables.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Aparicio, F. J. 2003. *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. México: Editorial Limusa.
- Breña, A. F. y Jacobo, M. A. 2005. *Principios y Fundamentos de la Hidrología superficial*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Cahuna, A. y Yugar, W. 2009. *Material de Apoyo Didáctico para la Enseñanza y Aprendizaje de la Asignatura de Hidrología CIV-233*. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba – Bolivia.
- Campos, D. F. 1998. *Procesos del Ciclo Hidrológico*. San Luis de Potosí. México: Universidad Autónoma San Luis de Potosí.
- Chereque, W. 1989. *Hidrología para Estudiantes de Ingeniería Civil*. Segunda Impresión. Lima – Perú: CONCYTEC.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., y Mays, L. W. 1994. *Hidrología Aplicada*. Santafé de Bogotá, Colombia: Editorial McGraw-Hill.
- Díaz, A. M. 2010. *Estadística y Probabilidad en el Hidrología (Diseño Hidrológico)*. Primera Edición. Perú: Ediciones de Asamblea Nacional de Rectores.
- Dorigo, L. 2012. *Técnicas Regionales Hidrológicas para la estimación de Caudales Máximos Aplicadas a la Cuenca del Río Esmeraldas*. Trabajo de Grado Previo a Obtención del Título de Ingeniero Civil. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil – Ecuador.
- Escalante, C. A. y Reyes, L. 2002. *Técnicas Estadísticas en Hidrología*. Primera Edición. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería.
- Ganancias, F. M. 2010. *Evaluación de Metodologías de Regionalización Hidrológica: Aplicación a los Caudales Máximos de Cuencas Representativas de la Región Sur – Oeste de la Provincia de Córdoba*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba – Argentina.
- Gómez, M. 2007. *Hidrología Urbana*. Flumen - Dinámica Fluvial i Enginyeria hidrológica. Barcelona – España.

- Mamani, C. 2006. *Estimación de Intensidades de Lluvia en Zonas sin Información Pluviográfica*. Tesis para Optar el Título de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Lima – Perú.
- Monsalve, G. 1995. *Hidrología en la Ingeniería*. Primera Edición. Santafé de Bogotá, Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Muñoz, C. 2008. *Análisis de la Variabilidad en Series Hidrometeorológicas en una Cuenca de Cabecera del Río Segura: Cuenca del Río Mundo*. Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Organización Meteorológica Mundial. 2011. *Guía de Prácticas Hidrológicas*. Nº 168. Sexta Edición.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. Tercera Edición. Lima –Perú. Editorial: Macro E.I.R.L.
- Servin, M. 2010. *Módulo de Gestión de Bases de Datos de Estaciones Climatológicas*. Tesis para Obtener el Título de Ingeniero Civil. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Ugarte, H. I. 2012. *Análisis de Precipitaciones Máximas Diarias para la Deducción de Formulas de Intensidad de Lluvia, y Curvas IDF para las Estaciones de Huancane, Moho y Putina*. Tesis para Optar el Título de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú.
- Villón, M. 2002. *Hidrología*. Segunda Edición. Lima – Perú: Editorial Villón.
- Villón, M. 2002. *Hidrología Estadística*. Segunda Edición. Lima – Perú: Editorial Villón.
- Yue, S., Pilon, P. y Cavadias, G. 2001. *Power of the Mann – Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series*. Journal of Hydrology. Disponible en URL: http://rmgsc.cr.usgs.gov/outgoing/threshold_articles/Yueetal2002.pdf

ANEXOS

ANEXO 1
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE LA
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

Cuadro A.1.1

Distribución Log Normal de 2 Parámetros
estación Mañazo.

Posición	P	TR (Años)	X_i	$Y_i = \ln(X_i)$
m	$m/(N+1)$	$(N+1)/m$	(mm)	
1	0.0455	22.00	54.0	3.9890
2	0.0909	11.00	53.0	3.9703
3	0.1364	7.33	49.0	3.8918
4	0.1818	5.50	43.8	3.7796
5	0.2273	4.40	39.9	3.6864
6	0.2727	3.67	35.5	3.5695
7	0.3182	3.14	31.9	3.4626
8	0.3636	2.75	31.5	3.4500
9	0.4091	2.44	30.9	3.4308
10	0.4545	2.20	30.2	3.4078
11	0.5000	2.00	30.1	3.4045
12	0.5455	1.83	29.8	3.3945
13	0.5909	1.69	29.1	3.3707
14	0.6364	1.57	28.8	3.3604
15	0.6818	1.47	28.1	3.3358
16	0.7273	1.38	27.0	3.2958
17	0.7727	1.29	24.8	3.2108
18	0.8182	1.22	24.6	3.2027
19	0.8636	1.16	24.6	3.2027
20	0.9091	1.10	24.3	3.1905
21	0.9545	1.05	24.1	3.1822
N = 21		Media Y_i = 3.4661 Desv. Est. Y_i = 0.2556 Coef. Asim. Y_i = 0.9389		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.1.2

Distribución Log Normal de 3 Parámetros

estación Mañazo.

Posición	P	TR (Años)	Xi (mm)	Yi=Ln(Xi-Xo)
m	m/(N+1)	(N+1)/m		
1	0.0455	22.00	54.0	3.4630
2	0.0909	11.00	53.0	3.4311
3	0.1364	7.33	49.0	3.2925
4	0.1818	5.50	43.8	3.0778
5	0.2273	4.40	39.9	2.8798
6	0.2727	3.67	35.5	2.5961
7	0.3182	3.14	31.9	2.2835
8	0.3636	2.75	31.5	2.2419
9	0.4091	2.44	30.9	2.1760
10	0.4545	2.20	30.2	2.0932
11	0.5000	2.00	30.1	2.0808
12	0.5455	1.83	29.8	2.0427
13	0.5909	1.69	29.1	1.9475
14	0.6364	1.57	28.8	1.9038
15	0.6818	1.47	28.1	1.7936
16	0.7273	1.38	27.0	1.5915
17	0.7727	1.29	24.8	0.9974
18	0.8182	1.22	24.6	0.9208
19	0.8636	1.16	24.6	0.9208
20	0.9091	1.10	24.3	0.7935
21	0.9545	1.05	24.1	0.6987
N = 21	Mediana= X ₀ =	30.10 22.09	Media = Desv. Est.=	2.0584 0.8443

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.1.3

Distribución Log Pearson Tipo III estación Mañazo.

Posición m	P m/(N+1)	TR (Años) (N+1)/m	X_i (mm)	$Y_i=LN(X_i)$
1	0.0455	22.00	54.0	3.9890
2	0.0909	11.00	53.0	3.9703
3	0.1364	7.33	49.0	3.8918
4	0.1818	5.50	43.8	3.7796
5	0.2273	4.40	39.9	3.6864
6	0.2727	3.67	35.5	3.5695
7	0.3182	3.14	31.9	3.4626
8	0.3636	2.75	31.5	3.4500
9	0.4091	2.44	30.9	3.4308
10	0.4545	2.20	30.2	3.4078
11	0.5000	2.00	30.1	3.4045
12	0.5455	1.83	29.8	3.3945
13	0.5909	1.69	29.1	3.3707
14	0.6364	1.57	28.8	3.3604
15	0.6818	1.47	28.1	3.3358
16	0.7273	1.38	27.0	3.2958
17	0.7727	1.29	24.8	3.2108
18	0.8182	1.22	24.6	3.2027
19	0.8636	1.16	24.6	3.2027
20	0.9091	1.10	24.3	3.1905
21	0.9545	1.05	24.1	3.1822
N = 21		Media = 3.4661 Desv. Est. = 0.2556 Coef. Asim.= 0.9389		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.1.4

Distribución Gumbel estación Mañazo.

Posición	P	TR (Años)	Xi (mm)
m	m/(N+1)	(N+1)/m	
1	0.0455	22.00	54.0
2	0.0909	11.00	53.0
3	0.1364	7.33	49.0
4	0.1818	5.50	43.8
5	0.2273	4.40	39.9
6	0.2727	3.67	35.5
7	0.3182	3.14	31.9
8	0.3636	2.75	31.5
9	0.4091	2.44	30.9
10	0.4545	2.20	30.2
11	0.5000	2.00	30.1
12	0.5455	1.83	29.8
13	0.5909	1.69	29.1
14	0.6364	1.57	28.8
15	0.6818	1.47	28.1
16	0.7273	1.38	27.0
17	0.7727	1.29	24.8
18	0.8182	1.22	24.6
19	0.8636	1.16	24.6
20	0.9091	1.10	24.3
21	0.9545	1.05	24.1
N = 21	Media =		33.10
	Desv. Est.=		9.37

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.1.5

Distribución Log Normal de 2 Parámetros

estación Illpa.

Posición	P	TR (Años)	X_i	$Y_i = \ln(X_i)$
m	$m/(N+1)$	$(N+1)/m$	(mm)	
1	0.0476	21.00	44.5	3.7955
2	0.0952	10.50	42.9	3.7589
3	0.1429	7.00	41.8	3.7329
4	0.1905	5.25	37.4	3.6217
5	0.2381	4.20	35.7	3.5752
6	0.2857	3.50	35.6	3.5723
7	0.3333	3.00	35.0	3.5553
8	0.3810	2.63	30.4	3.4144
9	0.4286	2.33	30.2	3.4078
10	0.4762	2.10	30.0	3.4012
11	0.5238	1.91	28.6	3.3534
12	0.5714	1.75	27.8	3.3250
13	0.6190	1.62	27.2	3.3032
14	0.6667	1.50	25.6	3.2426
15	0.7143	1.40	25.6	3.2426
16	0.7619	1.31	25.0	3.2189
17	0.8095	1.24	24.8	3.2108
18	0.8571	1.17	20.0	2.9957
19	0.9048	1.11	18.2	2.9014
20	0.9524	1.05	18.2	2.9014
N = 20		Media Y_i = 3.3765 Desv. Est. Y_i = 0.2631 Coef. Asim. Y_i = -0.2342		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.1.6

Distribución Log Normal de 3 Parámetros estación Illpa.

Posición	P	TR (Años)	Xi (mm)	Yi=Ln(Xi-Xo)
m	m/(N+1)	(N+1)/m		
1	0.0476	21.00	44.5	4.0316
2	0.0952	10.50	42.9	4.0028
3	0.1429	7.00	41.8	3.9825
4	0.1905	5.25	37.4	3.8969
5	0.2381	4.20	35.7	3.8618
6	0.2857	3.50	35.6	3.8597
7	0.3333	3.00	35.0	3.8470
8	0.3810	2.63	30.4	3.7436
9	0.4286	2.33	30.2	3.7389
10	0.4762	2.10	30.0	3.7341
11	0.5238	1.91	28.6	3.7001
12	0.5714	1.75	27.8	3.6801
13	0.6190	1.62	27.2	3.6649
14	0.6667	1.50	25.6	3.6230
15	0.7143	1.40	25.6	3.6230
16	0.7619	1.31	25.0	3.6069
17	0.8095	1.24	24.8	3.6014
18	0.8571	1.17	20.0	3.4611
19	0.9048	1.11	18.2	3.4029
20	0.9524	1.05	18.2	3.4029
N = 20	Mediana= X ₀ =	29.30 -11.85	Media = Desv. Est.=	3.7233 0.1807

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.1.7

Distribución Log Pearson Tipo III estación Illpa.

Posición m	P m/(N+1)	TR (Años) (N+1)/m	\bar{X}_i (mm)	$Y_i=LN(\bar{X}_i)$
1	0.0476	21.00	44.5	3.7955
2	0.0952	10.50	42.9	3.7589
3	0.1429	7.00	41.8	3.7329
4	0.1905	5.25	37.4	3.6217
5	0.2381	4.20	35.7	3.5752
6	0.2857	3.50	35.6	3.5723
7	0.3333	3.00	35.0	3.5553
8	0.3810	2.63	30.4	3.4144
9	0.4286	2.33	30.2	3.4078
10	0.4762	2.10	30.0	3.4012
11	0.5238	1.91	28.6	3.3534
12	0.5714	1.75	27.8	3.3250
13	0.6190	1.62	27.2	3.3032
14	0.6667	1.50	25.6	3.2426
15	0.7143	1.40	25.6	3.2426
16	0.7619	1.31	25.0	3.2189
17	0.8095	1.24	24.8	3.2108
18	0.8571	1.17	20.0	2.9957
19	0.9048	1.11	18.2	2.9014
20	0.9524	1.05	18.2	2.9014
N = 20		Media = 3.3765		
		Desv. Est. = 0.2631		
		Coef. Asim.= -0.2342		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.1.8

Distribución Gumbel estación Illpa.

Posición	P	TR (Años)	Xi (mm)
m	m/(N+1)	(N+1)/m	
1	0.0476	21.00	44.5
2	0.0952	10.50	42.9
3	0.1429	7.00	41.8
4	0.1905	5.25	37.4
5	0.2381	4.20	35.7
6	0.2857	3.50	35.6
7	0.3333	3.00	35.0
8	0.3810	2.63	30.4
9	0.4286	2.33	30.2
10	0.4762	2.10	30.0
11	0.5238	1.91	28.6
12	0.5714	1.75	27.8
13	0.6190	1.62	27.2
14	0.6667	1.50	25.6
15	0.7143	1.40	25.6
16	0.7619	1.31	25.0
17	0.8095	1.24	24.8
18	0.8571	1.17	20.0
19	0.9048	1.11	18.2
20	0.9524	1.05	18.2
N = 20	Media =		30.23
	Desv. Est.=		7.75

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.1.9

Distribución Log Normal de 2 Parámetros
estación Umayo.

Posición	P	TR (Años)	X_i	$Y_i = \ln(X_i)$
m	$m/(N+1)$	$(N+1)/m$	(mm)	
1	0.0323	31.00	70.7	4.2584
2	0.0645	15.50	52.8	3.9665
3	0.0968	10.33	44.9	3.8044
4	0.1290	7.75	43.6	3.7751
5	0.1613	6.20	42.2	3.7424
6	0.1935	5.17	40.9	3.7111
7	0.2258	4.43	40.8	3.7087
8	0.2581	3.88	40.3	3.6964
9	0.2903	3.44	40.3	3.6964
10	0.3226	3.10	39.1	3.6661
11	0.3548	2.82	37.7	3.6297
12	0.3871	2.58	37.1	3.6136
13	0.4194	2.38	36.7	3.6028
14	0.4516	2.21	33.9	3.5234
15	0.4839	2.07	33.7	3.5175
16	0.5161	1.94	33.5	3.5115
17	0.5484	1.82	33.2	3.5025
18	0.5806	1.72	33.2	3.5025
19	0.6129	1.63	33.1	3.4995
20	0.6452	1.55	30.6	3.4210
21	0.6774	1.48	29.7	3.3911
22	0.7097	1.41	29.2	3.3742
23	0.7419	1.35	29.1	3.3707
24	0.7742	1.29	29.0	3.3673
25	0.8065	1.24	28.9	3.3638
26	0.8387	1.19	28.0	3.3322
27	0.8710	1.15	27.2	3.3032
28	0.9032	1.11	24.8	3.2108
29	0.9355	1.07	22.8	3.1268
30	0.9677	1.03	22.8	3.1268
N = 30		Media $Y_i = 3.5439$ Desv. Est. $Y_i = 0.2430$ Coef. Asim. $Y_i = 0.6819$		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.1.10

Distribución Log Normal de 3 Parámetros

estación Umayo.

Posición m	P m/(N+1)	TR (Años) (N+1)/m	X_i (mm)	$Y_i = \ln(X_i - X_0)$
1	0.0323	31.00	70.7	3.9577
2	0.0645	15.50	52.8	3.5391
3	0.0968	10.33	44.9	3.2785
4	0.1290	7.75	43.6	3.2282
5	0.1613	6.20	42.2	3.1712
6	0.1935	5.17	40.9	3.1151
7	0.2258	4.43	40.8	3.1106
8	0.2581	3.88	40.3	3.0881
9	0.2903	3.44	40.3	3.0881
10	0.3226	3.10	39.1	3.0318
11	0.3548	2.82	37.7	2.9619
12	0.3871	2.58	37.1	2.9304
13	0.4194	2.38	36.7	2.9088
14	0.4516	2.21	33.9	2.7431
15	0.4839	2.07	33.7	2.7301
16	0.5161	1.94	33.5	2.7170
17	0.5484	1.82	33.2	2.6970
18	0.5806	1.72	33.2	2.6970
19	0.6129	1.63	33.1	2.6902
20	0.6452	1.55	30.6	2.5043
21	0.6774	1.48	29.7	2.4279
22	0.7097	1.41	29.2	2.3828
23	0.7419	1.35	29.1	2.3735
24	0.7742	1.29	29.0	2.3641
25	0.8065	1.24	28.9	2.3547
26	0.8387	1.19	28.0	2.2654
27	0.8710	1.15	27.2	2.1787
28	0.9032	1.11	24.8	1.8617
29	0.9355	1.07	22.8	1.4895
30	0.9677	1.03	22.8	1.4895
N = 30	Mediana = $X_0 =$	33.60 18.37	Media = Desv. Est. =	2.7125 0.5380

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.1.11

Distribución Log Pearson Tipo III estación Umayo.

Posición	P	TR (Años)	Xi (mm)	Yi=LN(Xi)
m	m/(N+1)	(N+1)/m		
1	0.0323	31.00	70.7	4.2584
2	0.0645	15.50	52.8	3.9665
3	0.0968	10.33	44.9	3.8044
4	0.1290	7.75	43.6	3.7751
5	0.1613	6.20	42.2	3.7424
6	0.1935	5.17	40.9	3.7111
7	0.2258	4.43	40.8	3.7087
8	0.2581	3.88	40.3	3.6964
9	0.2903	3.44	40.3	3.6964
10	0.3226	3.10	39.1	3.6661
11	0.3548	2.82	37.7	3.6297
12	0.3871	2.58	37.1	3.6136
13	0.4194	2.38	36.7	3.6028
14	0.4516	2.21	33.9	3.5234
15	0.4839	2.07	33.7	3.5175
16	0.5161	1.94	33.5	3.5115
17	0.5484	1.82	33.2	3.5025
18	0.5806	1.72	33.2	3.5025
19	0.6129	1.63	33.1	3.4995
20	0.6452	1.55	30.6	3.4210
21	0.6774	1.48	29.7	3.3911
22	0.7097	1.41	29.2	3.3742
23	0.7419	1.35	29.1	3.3707
24	0.7742	1.29	29.0	3.3673
25	0.8065	1.24	28.9	3.3638
26	0.8387	1.19	28.0	3.3322
27	0.8710	1.15	27.2	3.3032
28	0.9032	1.11	24.8	3.2108
29	0.9355	1.07	22.8	3.1268
30	0.9677	1.03	22.8	3.1268
N = 30		Media = 3.5439 Desv. Est. = 0.2430 Coef. Asim.= 0.6819		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.1.12

Distribución Gumbel estación Umayo.

Posición	P	TR (Años)	X _i (mm)
m	m/(N+1)	(N+1)/m	
1	0.0323	31.00	70.7
2	0.0645	15.50	52.8
3	0.0968	10.33	44.9
4	0.1290	7.75	43.6
5	0.1613	6.20	42.2
6	0.1935	5.17	40.9
7	0.2258	4.43	40.8
8	0.2581	3.88	40.3
9	0.2903	3.44	40.3
10	0.3226	3.10	39.1
11	0.3548	2.82	37.7
12	0.3871	2.58	37.1
13	0.4194	2.38	36.7
14	0.4516	2.21	33.9
15	0.4839	2.07	33.7
16	0.5161	1.94	33.5
17	0.5484	1.82	33.2
18	0.5806	1.72	33.2
19	0.6129	1.63	33.1
20	0.6452	1.55	30.6
21	0.6774	1.48	29.7
22	0.7097	1.41	29.2
23	0.7419	1.35	29.1
24	0.7742	1.29	29.0
25	0.8065	1.24	28.9
26	0.8387	1.19	28.0
27	0.8710	1.15	27.2
28	0.9032	1.11	24.8
29	0.9355	1.07	22.8
30	0.9677	1.03	22.8
N = 30	Media = Desv. Est.=		35.66 9.60

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.1.13

Distribución Log Normal de 2 Parámetros estación Puno.

Posición	P	TR (Años)	X_i	$Y_i = \text{LN}(X_i)$
m	m/(N+1)	(N+1)/m	(mm)	
1	0.0196	51.00	78.2	4.3593
2	0.0392	25.50	71.6	4.2711
3	0.0588	17.00	67.2	4.2077
4	0.0784	12.75	55.7	4.0200
5	0.0980	10.20	51.8	3.9474
6	0.1176	8.50	49.5	3.9020
7	0.1373	7.29	48.5	3.8816
8	0.1569	6.38	45.2	3.8111
9	0.1765	5.67	44.4	3.7932
10	0.1961	5.10	42.9	3.7589
11	0.2157	4.64	41.0	3.7136
12	0.2353	4.25	41.0	3.7136
13	0.2549	3.92	40.9	3.7111
14	0.2745	3.64	40.2	3.6939
15	0.2941	3.40	40.2	3.6939
16	0.3137	3.19	39.7	3.6814
17	0.3333	3.00	39.4	3.6738
18	0.3529	2.83	38.7	3.6558
19	0.3725	2.68	38.6	3.6533
20	0.3922	2.55	38.5	3.6507
21	0.4118	2.43	38.2	3.6428
22	0.4314	2.32	36.9	3.6082
23	0.4510	2.22	36.9	3.6082
24	0.4706	2.13	36.8	3.6055
25	0.4902	2.04	36.2	3.5891
26	0.5098	1.96	36.1	3.5863
27	0.5294	1.89	35.8	3.5779
28	0.5490	1.82	35.6	3.5723
29	0.5686	1.76	34.5	3.5410
30	0.5882	1.70	34.3	3.5351
31	0.6078	1.65	33.7	3.5175
32	0.6275	1.59	33.4	3.5086
33	0.6471	1.55	32.4	3.4782
34	0.6667	1.50	31.7	3.4563
35	0.6863	1.46	31.6	3.4532
36	0.7059	1.42	31.4	3.4468
37	0.7255	1.38	30.4	3.4144
38	0.7451	1.34	30.1	3.4045
39	0.7647	1.31	29.9	3.3979
40	0.7843	1.28	29.9	3.3979
41	0.8039	1.24	29.0	3.3673
42	0.8235	1.21	28.2	3.3393
43	0.8431	1.19	28.0	3.3322
44	0.8627	1.16	27.6	3.3178
45	0.8824	1.13	26.8	3.2884
46	0.9020	1.11	26.4	3.2734
47	0.9216	1.09	25.0	3.2189
48	0.9412	1.06	24.5	3.1987
49	0.9608	1.04	24.2	3.1864
50	0.9804	1.02	23.6	3.1612
N = 50		Media Y_i = 3.5964 Desv. Est. Y_i = 0.2655 Coef. Asim. Y_i = 0.8401		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.1.14

Distribución Log Normal de 3 Parámetros estación Puno.

Posición	P	TR (Años)	Xi (mm)	Yi=Ln(Xi-Xo)
m	m/(N+1)	(N+1)/m		
1	0.0196	51.00	78.2	4.0933
2	0.0392	25.50	71.6	3.9767
3	0.0588	17.00	67.2	3.8906
4	0.0784	12.75	55.7	3.6227
5	0.0980	10.20	51.8	3.5127
6	0.1176	8.50	49.5	3.4417
7	0.1373	7.29	48.5	3.4091
8	0.1569	6.38	45.2	3.2936
9	0.1765	5.67	44.4	3.2634
10	0.1961	5.10	42.9	3.2043
11	0.2157	4.64	41.0	3.1241
12	0.2353	4.25	41.0	3.1241
13	0.2549	3.92	40.9	3.1197
14	0.2745	3.64	40.2	3.0883
15	0.2941	3.40	40.2	3.0883
16	0.3137	3.19	39.7	3.0652
17	0.3333	3.00	39.4	3.0511
18	0.3529	2.83	38.7	3.0174
19	0.3725	2.68	38.6	3.0125
20	0.3922	2.55	38.5	3.0076
21	0.4118	2.43	38.2	2.9927
22	0.4314	2.32	36.9	2.9253
23	0.4510	2.22	36.9	2.9253
24	0.4706	2.13	36.8	2.9199
25	0.4902	2.04	36.2	2.8870
26	0.5098	1.96	36.1	2.8814
27	0.5294	1.89	35.8	2.8644
28	0.5490	1.82	35.6	2.8530
29	0.5686	1.76	34.5	2.7874
30	0.5882	1.70	34.3	2.7750
31	0.6078	1.65	33.7	2.7369
32	0.6275	1.59	33.4	2.7173
33	0.6471	1.55	32.4	2.6489
34	0.6667	1.50	31.7	2.5982
35	0.6863	1.46	31.6	2.5907
36	0.7059	1.42	31.4	2.5756
37	0.7255	1.38	30.4	2.4964
38	0.7451	1.34	30.1	2.4714
39	0.7647	1.31	29.9	2.4544
40	0.7843	1.28	29.9	2.4544
41	0.8039	1.24	29.0	2.3739
42	0.8235	1.21	28.2	2.2965
43	0.8431	1.19	28.0	2.2761
44	0.8627	1.16	27.6	2.2342
45	0.8824	1.13	26.8	2.1447
46	0.9020	1.11	26.4	2.0967
47	0.9216	1.09	25.0	1.9079
48	0.9412	1.06	24.5	1.8308
49	0.9608	1.04	24.2	1.7816
50	0.9804	1.02	23.6	1.6751
N = 50	Mediana= X ₀ =	36.15 18.26	Media = Desv. Est.=	2.8316 0.5336

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.1.15

Distribución Log Pearson Tipo III estación Puno.

Posición	P	TR (Años)	Xi (mm)	Yi=LN(Xi)
m	m/(N+1)	(N+1)/m		
1	0.0196	51.00	78.2	4.3593
2	0.0392	25.50	71.6	4.2711
3	0.0588	17.00	67.2	4.2077
4	0.0784	12.75	55.7	4.0200
5	0.0980	10.20	51.8	3.9474
6	0.1176	8.50	49.5	3.9020
7	0.1373	7.29	48.5	3.8816
8	0.1569	6.38	45.2	3.8111
9	0.1765	5.67	44.4	3.7932
10	0.1961	5.10	42.9	3.7589
11	0.2157	4.64	41.0	3.7136
12	0.2353	4.25	41.0	3.7136
13	0.2549	3.92	40.9	3.7111
14	0.2745	3.64	40.2	3.6939
15	0.2941	3.40	40.2	3.6939
16	0.3137	3.19	39.7	3.6814
17	0.3333	3.00	39.4	3.6738
18	0.3529	2.83	38.7	3.6558
19	0.3725	2.68	38.6	3.6533
20	0.3922	2.55	38.5	3.6507
21	0.4118	2.43	38.2	3.6428
22	0.4314	2.32	36.9	3.6082
23	0.4510	2.22	36.9	3.6082
24	0.4706	2.13	36.8	3.6055
25	0.4902	2.04	36.2	3.5891
26	0.5098	1.96	36.1	3.5863
27	0.5294	1.89	35.8	3.5779
28	0.5490	1.82	35.6	3.5723
29	0.5686	1.76	34.5	3.5410
30	0.5882	1.70	34.3	3.5351
31	0.6078	1.65	33.7	3.5175
32	0.6275	1.59	33.4	3.5086
33	0.6471	1.55	32.4	3.4782
34	0.6667	1.50	31.7	3.4563
35	0.6863	1.46	31.6	3.4532
36	0.7059	1.42	31.4	3.4468
37	0.7255	1.38	30.4	3.4144
38	0.7451	1.34	30.1	3.4045
39	0.7647	1.31	29.9	3.3979
40	0.7843	1.28	29.9	3.3979
41	0.8039	1.24	29.0	3.3673
42	0.8235	1.21	28.2	3.3393
43	0.8431	1.19	28.0	3.3322
44	0.8627	1.16	27.6	3.3178
45	0.8824	1.13	26.8	3.2884
46	0.9020	1.11	26.4	3.2734
47	0.9216	1.09	25.0	3.2189
48	0.9412	1.06	24.5	3.1987
49	0.9608	1.04	24.2	3.1864
50	0.9804	1.02	23.6	3.1612
N = 50		Media = 3.5964 Desv. Est. = 0.2655 Coef. Asim.= 0.8401		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.1.16

Distribución Gumbel estación Puno.

Posición	P	TR (Años)	X _i (mm)
m	m/(N+1)	(N+1)/m	
1	0.0196	51.00	78.2
2	0.0392	25.50	71.6
3	0.0588	17.00	67.2
4	0.0784	12.75	55.7
5	0.0980	10.20	51.8
6	0.1176	8.50	49.5
7	0.1373	7.29	48.5
8	0.1569	6.38	45.2
9	0.1765	5.67	44.4
10	0.1961	5.10	42.9
11	0.2157	4.64	41.0
12	0.2353	4.25	41.0
13	0.2549	3.92	40.9
14	0.2745	3.64	40.2
15	0.2941	3.40	40.2
16	0.3137	3.19	39.7
17	0.3333	3.00	39.4
18	0.3529	2.83	38.7
19	0.3725	2.68	38.6
20	0.3922	2.55	38.5
21	0.4118	2.43	38.2
22	0.4314	2.32	36.9
23	0.4510	2.22	36.9
24	0.4706	2.13	36.8
25	0.4902	2.04	36.2
26	0.5098	1.96	36.1
27	0.5294	1.89	35.8
28	0.5490	1.82	35.6
29	0.5686	1.76	34.5
30	0.5882	1.70	34.3
31	0.6078	1.65	33.7
32	0.6275	1.59	33.4
33	0.6471	1.55	32.4
34	0.6667	1.50	31.7
35	0.6863	1.46	31.6
36	0.7059	1.42	31.4
37	0.7255	1.38	30.4
38	0.7451	1.34	30.1
39	0.7647	1.31	29.9
40	0.7843	1.28	29.9
41	0.8039	1.24	29.0
42	0.8235	1.21	28.2
43	0.8431	1.19	28.0
44	0.8627	1.16	27.6
45	0.8824	1.13	26.8
46	0.9020	1.11	26.4
47	0.9216	1.09	25.0
48	0.9412	1.06	24.5
49	0.9608	1.04	24.2
50	0.9804	1.02	23.6
N = 50	Media =		37.85
	Desv. Est.=		11.42

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2
PRUEBAS DE SMIRNOV-KOLMOGOROV

Cuadro A.2.1

Distribución Log Normal de 2 Parámetros estación Mañazo.

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	24.1	0.0455	0.1334	0.1292	0.0879
2	24.3	0.0909	0.1404	0.1363	0.0495
3	24.6	0.1364	0.1514	0.1473	0.0151
4	24.6	0.1818	0.1514	0.1473	0.0304
5	24.8	0.2273	0.1590	0.1548	0.0683
6	27	0.2727	0.2527	0.2490	0.0201
7	28.1	0.3182	0.3050	0.3019	0.0131
8	28.8	0.3636	0.3396	0.3369	0.0241
9	29.1	0.4091	0.3545	0.3521	0.0546
10	29.8	0.4545	0.3897	0.3878	0.0649
11	30.1	0.5000	0.4048	0.4032	0.0952
12	30.2	0.5455	0.4098	0.4083	0.1356
13	30.9	0.5909	0.4450	0.4440	0.1459
14	31.5	0.6364	0.4748	0.4744	0.1615
15	31.9	0.6818	0.4945	0.4944	0.1873
16	35.5	0.7273	0.6571	0.6597	0.0702
17	39.9	0.7727	0.8056	0.8097	0.0328
18	43.8	0.8182	0.8900	0.8939	0.0718
19	49	0.8636	0.9521	0.9549	0.0884
20	53	0.9091	0.9757	0.9776	0.0666
21	54	0.9545	0.9796	0.9813	0.0250

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.1873, es menor que el delta tabular 0.2968. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución logNormal:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de escala (μ_y)= 3.4661Parámetro de forma (S_y)= 0.2556

Con momentos lineales:

Parámetro de escala (μ_{yl})= 3.4661Parámetro de forma (S_{yl})= 0.2513

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

Cuadro A.2.2

Distribución Log Normal de 3 Parámetros estación Mañazo.

m	X	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	24.1	0.0455	-1.6104	0.0537	0.0082
2	24.3	0.0909	-1.4981	0.0671	0.0239
3	24.6	0.1364	-1.3474	0.0889	0.0474
4	24.6	0.1818	-1.3474	0.0889	0.0929
5	24.8	0.2273	-1.2566	0.1044	0.1228
6	27	0.2727	-0.5530	0.2901	0.0174
7	28.1	0.3182	-0.3136	0.3769	0.0587
8	28.8	0.3636	-0.1831	0.4274	0.0637
9	29.1	0.4091	-0.1313	0.4478	0.0387
10	29.8	0.4545	-0.0186	0.4926	0.0380
11	30.1	0.5000	0.0266	0.5106	0.0106
12	30.2	0.5455	0.0413	0.5165	0.0290
13	30.9	0.5909	0.1393	0.5554	0.0355
14	31.5	0.6364	0.2173	0.5860	0.0503
15	31.9	0.6818	0.2666	0.6051	0.0767
16	35.5	0.7273	0.6368	0.7379	0.0106
17	39.9	0.7727	0.9729	0.8347	0.0620
18	43.8	0.8182	1.2074	0.8864	0.0682
19	49	0.8636	1.4617	0.9281	0.0645
20	53	0.9091	1.6258	0.9480	0.0389
21	54	0.9545	1.6635	0.9519	0.0026

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.1228, es menor que el delta tabular 0.2968.
Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con
un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución lognormal:

Parámetro de posición (x_0)= 22.0888
Parámetro de escala (μ_y)= 2.0584
Parámetro de forma (S_y)= 0.8443

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

Cuadro A.2.3

Distribución Log Pearson Tipo III estación Mañazo.

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	24.1	0.0455	0.1087	0.0790	0.0633
2	24.3	0.0909	0.1189	0.0940	0.0280
3	24.6	0.1364	0.1348	0.1172	0.0016
4	24.6	0.1818	0.1348	0.1172	0.0471
5	24.8	0.2273	0.1457	0.1330	0.0816
6	27	0.2727	0.2775	0.3067	0.0048
7	28.1	0.3182	0.3457	0.3855	0.0275
8	28.8	0.3636	0.3882	0.4315	0.0245
9	29.1	0.4091	0.4060	0.4503	0.0031
10	29.8	0.4545	0.4465	0.4917	0.0080
11	30.1	0.5000	0.4633	0.5084	0.0367
12	30.2	0.5455	0.4689	0.5139	0.0766
13	30.9	0.5909	0.5066	0.5505	0.0843
14	31.5	0.6364	0.5374	0.5795	0.0990
15	31.9	0.6818	0.5571	0.5977	0.1248
16	35.5	0.7273	0.7041	0.7274	0.0231
17	39.9	0.7727	0.8211	0.8256	0.0484
18	43.8	0.8182	0.8847	0.8794	0.0665
19	49	0.8636	0.9345	0.9234	0.0709
20	53	0.9091	0.9568	0.9446	0.0477
21	54	0.9545	0.9610	0.9487	0.0064

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.12476, es menor que el delta tabular 0.2968. Los datos se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3, con un nivel de significación del 5%

Los 3 parámetros de la distribución Log-Pearson tipo 3:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de localización (X_0)= 2.9216

Parámetro de forma (gamma)= 4.5377

Parámetro de escala (beta)= 0.12

Con momentos lineales:

Parámetro de localización (X_0)= 3.1162

Parámetro de forma (gamma)= 1.6743

Parámetro de escala (beta)= 0.209

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

Cuadro A.2.4

Distribución Gumbel estación Mañazo.

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	24.1	0.0455	0.1463	0.1408	0.1009
2	24.3	0.0909	0.1541	0.1486	0.0632
3	24.6	0.1364	0.1661	0.1607	0.0298
4	24.6	0.1818	0.1661	0.1607	0.0157
5	24.8	0.2273	0.1744	0.1689	0.0529
6	27	0.2727	0.2746	0.2699	0.0018
7	28.1	0.3182	0.3289	0.3249	0.0107
8	28.8	0.3636	0.3641	0.3606	0.0004
9	29.1	0.4091	0.3792	0.3759	0.0299
10	29.8	0.4545	0.4143	0.4116	0.0403
11	30.1	0.5000	0.4292	0.4268	0.0708
12	30.2	0.5455	0.4342	0.4319	0.1113
13	30.9	0.5909	0.4685	0.4668	0.1224
14	31.5	0.6364	0.4974	0.4962	0.1390
15	31.9	0.6818	0.5162	0.5153	0.1656
16	35.5	0.7273	0.6676	0.6690	0.0597
17	39.9	0.7727	0.8015	0.8041	0.0287
18	43.8	0.8182	0.8783	0.8809	0.0601
19	49	0.8636	0.9383	0.9403	0.0746
20	53	0.9091	0.9638	0.9653	0.0547
21	54	0.9545	0.9684	0.9697	0.0138

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.1656, es menor que el delta tabular 0.2968.
Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución Gumbel:

Con momentos ordinarios:

 Parámetro de posición (μ)= 28.876

 Parámetro de escala (α)= 7.3096

Con momentos lineales:

 Parámetro de posición (μ_l)= 28.9422

 Parámetro de escala (α_l)= 7.1949

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

Cuadro A.2.5

Distribución Log Normal de 2 Parámetros estación Illpa.

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	18.2	0.0476	0.0355	0.0392	0.0122
2	18.2	0.0952	0.0355	0.0392	0.0598
3	20	0.1429	0.0739	0.0792	0.0690
4	24.8	0.1905	0.2644	0.2698	0.0739
5	25	0.2381	0.2745	0.2797	0.0364
6	25.6	0.2857	0.3053	0.3100	0.0196
7	25.6	0.3333	0.3053	0.3100	0.0280
8	27.2	0.3810	0.3903	0.3930	0.0093
9	27.8	0.4286	0.4224	0.4244	0.0062
10	28.6	0.4762	0.4650	0.4659	0.0112
11	30	0.5238	0.5374	0.5364	0.0136
12	30.2	0.5714	0.5474	0.5462	0.0240
13	30.4	0.6190	0.5573	0.5558	0.0617
14	35	0.6667	0.7517	0.7461	0.0850
15	35.6	0.7143	0.7717	0.7658	0.0574
16	35.7	0.7619	0.7749	0.7690	0.0130
17	37.4	0.8095	0.8243	0.8180	0.0148
18	41.8	0.8571	0.9122	0.9065	0.0551
19	42.9	0.9048	0.9270	0.9216	0.0222
20	44.5	0.9524	0.9444	0.9396	0.0080

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.0850, es menor que el delta tabular 0.3041. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución logNormal:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de escala (μ_y)= 3.3765Parámetro de forma (S_y)= 0.2631

Con momentos lineales:

Parámetro de escala (μ_{yl})= 3.3765Parámetro de forma (S_{yl})= 0.27

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

Cuadro A.2.6

Distribución Log Normal de 3 Parámetros estación Illpa.

m	X	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	18.2	0.0476	-1.7733	0.0381	0.0095
2	18.2	0.0952	-1.7733	0.0381	0.0571
3	20	0.1429	-1.4513	0.0733	0.0695
4	24.8	0.1905	-0.6743	0.2501	0.0596
5	25	0.2381	-0.6442	0.2597	0.0216
6	25.6	0.2857	-0.5548	0.2895	0.0038
7	25.6	0.3333	-0.5548	0.2895	0.0438
8	27.2	0.3810	-0.3232	0.3733	0.0077
9	27.8	0.4286	-0.2388	0.4056	0.0230
10	28.6	0.4762	-0.1283	0.4490	0.0272
11	30	0.5238	0.0601	0.5240	0.0001
12	30.2	0.5714	0.0865	0.5345	0.0370
13	30.4	0.6190	0.1127	0.5449	0.0742
14	35	0.6667	0.6848	0.7533	0.0866
15	35.6	0.7143	0.7552	0.7749	0.0607
16	35.7	0.7619	0.7669	0.7784	0.0165
17	37.4	0.8095	0.9613	0.8318	0.0223
18	41.8	0.8571	1.4349	0.9243	0.0672
19	42.9	0.9048	1.5473	0.9391	0.0343
20	44.5	0.9524	1.7067	0.9561	0.0037

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.0866, es menor que el delta tabular 0.3041. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución lognormal:

Parámetro de posición (x_0)= -11.8512Parámetro de escala (μ_y)= 3.7233Parámetro de forma (S_y)= 0.1807

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

Cuadro A.2.7

Distribución Log Pearson Tipo III estación Illpa.

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	18.2	0.0476	0.0000	0.0314	0.0476
2	18.2	0.0952	0.0000	0.0314	0.0952
3	20	0.1429	0.0000	0.0726	0.1429
4	24.8	0.1905	0.0000	0.2786	0.1905
5	25	0.2381	0.0000	0.2892	0.2381
6	25.6	0.2857	0.0000	0.3213	0.2857
7	25.6	0.3333	0.0000	0.3213	0.3333
8	27.2	0.3810	0.0000	0.4080	0.3810
9	27.8	0.4286	0.0000	0.4402	0.4286
10	28.6	0.4762	0.0000	0.4823	0.4762
11	30	0.5238	0.0000	0.5525	0.5238
12	30.2	0.5714	0.0000	0.5622	0.5714
13	30.4	0.6190	0.0000	0.5716	0.6190
14	35	0.6667	0.0000	0.7533	0.6667
15	35.6	0.7143	0.0000	0.7716	0.7143
16	35.7	0.7619	0.0000	0.7746	0.7619
17	37.4	0.8095	0.0000	0.8200	0.8095
18	41.8	0.8571	0.0000	0.9019	0.8571
19	42.9	0.9048	0.0000	0.9161	0.9048
20	44.5	0.9524	0.0000	0.9332	0.9524

Ajuste con momentos ordinarios:

Los parámetros: X_0 , gamma y β calculada por momentos ordinarios, son incorrectos, por lo que los datos no se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3

Los 3 parámetros de la distribución Log-Pearson tipo 3:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de localización (X_0)= 5.623
 Parámetro de forma (gamma)= 72.9305
 Parámetro de escala (beta)= -0.0308

Con momentos lineales:

Parámetro de localización (X_0)= 1.1899
 Parámetro de forma (gamma)= 65.3286
 Parámetro de escala (beta)= 0.0335

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

Cuadro A.2.8

Distribución Gumbel estación Illpa.

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	18.2	0.0476	0.0165	0.0277	0.0311
2	18.2	0.0952	0.0165	0.0277	0.0787
3	20	0.1429	0.0475	0.0661	0.0953
4	24.8	0.1905	0.2523	0.2737	0.0618
5	25	0.2381	0.2639	0.2847	0.0258
6	25.6	0.2857	0.2992	0.3181	0.0135
7	25.6	0.3333	0.2992	0.3181	0.0341
8	27.2	0.3810	0.3961	0.4086	0.0152
9	27.8	0.4286	0.4324	0.4422	0.0038
10	28.6	0.4762	0.4797	0.4861	0.0035
11	30	0.5238	0.5584	0.5592	0.0346
12	30.2	0.5714	0.5691	0.5691	0.0024
13	30.4	0.6190	0.5796	0.5790	0.0395
14	35	0.6667	0.7750	0.7642	0.1083
15	35.6	0.7143	0.7939	0.7826	0.0796
16	35.7	0.7619	0.7969	0.7855	0.0350
17	37.4	0.8095	0.8425	0.8305	0.0330
18	41.8	0.8571	0.9206	0.9100	0.0634
19	42.9	0.9048	0.9333	0.9235	0.0286
20	44.5	0.9524	0.9484	0.9397	0.0040

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.1083, es menor que el delta tabular 0.3041.
Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de
significación del 5%

Parámetros de la distribución Gumbel:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de posición (μ)= 26.735Parámetro de escala (α)= 6.0463

Con momentos lineales:

Parámetro de posición (μ_l)= 26.4809Parámetro de escala (α_l)= 6.4864

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

Cuadro A.2.9

Distribución Log Normal de 2 Parámetros estación Umayo.

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	22.8	0.0323	0.0430	0.0408	0.0108
2	22.8	0.0645	0.0430	0.0408	0.0215
3	24.8	0.0968	0.0852	0.0822	0.0115
4	27.2	0.1290	0.1610	0.1574	0.0319
5	28	0.1613	0.1918	0.1884	0.0305
6	28.9	0.1935	0.2294	0.2261	0.0358
7	29	0.2258	0.2337	0.2304	0.0079
8	29.1	0.2581	0.2380	0.2348	0.0200
9	29.2	0.2903	0.2424	0.2392	0.0479
10	29.7	0.3226	0.2648	0.2618	0.0578
11	30.6	0.3548	0.3065	0.3039	0.0483
12	33.1	0.3871	0.4276	0.4265	0.0405
13	33.2	0.4194	0.4325	0.4315	0.0131
14	33.2	0.4516	0.4325	0.4315	0.0192
15	33.5	0.4839	0.4471	0.4463	0.0368
16	33.7	0.5161	0.4568	0.4561	0.0594
17	33.9	0.5484	0.4664	0.4659	0.0820
18	36.7	0.5806	0.5957	0.5971	0.0151
19	37.1	0.6129	0.6129	0.6145	0.0000
20	37.7	0.6452	0.6380	0.6399	0.0072
21	39.1	0.6774	0.6925	0.6951	0.0151
22	40.3	0.7097	0.7348	0.7378	0.0251
23	40.3	0.7419	0.7348	0.7378	0.0071
24	40.8	0.7742	0.7512	0.7543	0.0230
25	40.9	0.8065	0.7544	0.7575	0.0521
26	42.2	0.8387	0.7931	0.7965	0.0457
27	43.6	0.8710	0.8293	0.8328	0.0417
28	44.9	0.9032	0.8582	0.8617	0.0450
29	52.8	0.9355	0.9590	0.9612	0.0235
30	70.7	0.9677	0.9984	0.9986	0.0306

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.0820, es menor que el delta tabular 0.2483. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución logNormal:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de escala (μ_y)= 3.5439Parámetro de forma (S_y)= 0.243

Con momentos lineales:

Parámetro de escala (μ_l)= 3.5439Parámetro de forma (S_l)= 0.2395

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

Cuadro A.2.10

Distribución Log Normal de 3 Parámetros estación Umayo.

m	X	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	22.8	0.0323	-2.2733	0.0115	0.0208
2	22.8	0.0645	-2.2733	0.0115	0.0530
3	24.8	0.0968	-1.5814	0.0569	0.0399
4	27.2	0.1290	-0.9923	0.1605	0.0315
5	28	0.1613	-0.8311	0.2029	0.0417
6	28.9	0.1935	-0.6651	0.2530	0.0594
7	29	0.2258	-0.6476	0.2586	0.0328
8	29.1	0.2581	-0.6302	0.2643	0.0062
9	29.2	0.2903	-0.6129	0.2700	0.0204
10	29.7	0.3226	-0.5291	0.2984	0.0242
11	30.6	0.3548	-0.3871	0.3494	0.0055
12	33.1	0.3871	-0.0415	0.4835	0.0964
13	33.2	0.4194	-0.0289	0.4885	0.0691
14	33.2	0.4516	-0.0289	0.4885	0.0369
15	33.5	0.4839	0.0083	0.5033	0.0194
16	33.7	0.5161	0.0327	0.5130	0.0031
17	33.9	0.5484	0.0568	0.5226	0.0257
18	36.7	0.5806	0.3648	0.6424	0.0617
19	37.1	0.6129	0.4050	0.6572	0.0443
20	37.7	0.6452	0.4635	0.6785	0.0334
21	39.1	0.6774	0.5935	0.7236	0.0462
22	40.3	0.7097	0.6981	0.7574	0.0478
23	40.3	0.7419	0.6981	0.7574	0.0155
24	40.8	0.7742	0.7400	0.7703	0.0039
25	40.9	0.8065	0.7482	0.7728	0.0336
26	42.2	0.8387	0.8525	0.8030	0.0357
27	43.6	0.8710	0.9586	0.8311	0.0399
28	44.9	0.9032	1.0519	0.8536	0.0496
29	52.8	0.9355	1.5364	0.9378	0.0023
30	70.7	0.9677	2.3144	0.9897	0.0219

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.0964, es menor que el delta tabular 0.2483.
Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con
un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución lognormal:

Parámetro de posición (x_0)= 18.365Parámetro de escala (μ_y)= 2.7125Parámetro de forma (S_y)= 0.538

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

Cuadro A.2.11

Distribución Log Pearson Tipo III estación Umayo.

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	22.8	0.0323	0.0165	0.0240	0.0157
2	22.8	0.0645	0.0165	0.0240	0.0480
3	24.8	0.0968	0.0602	0.0677	0.0366
4	27.2	0.1290	0.1554	0.1564	0.0264
5	28	0.1613	0.1951	0.1932	0.0338
6	28.9	0.1935	0.2426	0.2376	0.0490
7	29	0.2258	0.2480	0.2427	0.0222
8	29.1	0.2581	0.2534	0.2478	0.0046
9	29.2	0.2903	0.2589	0.2530	0.0315
10	29.7	0.3226	0.2864	0.2790	0.0362
11	30.6	0.3548	0.3363	0.3267	0.0185
12	33.1	0.3871	0.4713	0.4586	0.0842
13	33.2	0.4194	0.4765	0.4637	0.0571
14	33.2	0.4516	0.4765	0.4637	0.0249
15	33.5	0.4839	0.4917	0.4789	0.0078
16	33.7	0.5161	0.5017	0.4889	0.0144
17	33.9	0.5484	0.5116	0.4988	0.0368
18	36.7	0.5806	0.6365	0.6260	0.0559
19	37.1	0.6129	0.6522	0.6422	0.0393
20	37.7	0.6452	0.6746	0.6654	0.0294
21	39.1	0.6774	0.7222	0.7151	0.0447
22	40.3	0.7097	0.7579	0.7527	0.0483
23	40.3	0.7419	0.7579	0.7527	0.0160
24	40.8	0.7742	0.7715	0.7671	0.0026
25	40.9	0.8065	0.7742	0.7698	0.0323
26	42.2	0.8387	0.8060	0.8034	0.0328
27	43.6	0.8710	0.8354	0.8346	0.0356
28	44.9	0.9032	0.8588	0.8593	0.0445
29	52.8	0.9355	0.9440	0.9482	0.0086
30	70.7	0.9677	0.9920	0.9942	0.0243

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.08423, es menor que el delta tabular 0.2483.
Los datos se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3, con un
nivel de significación del 5%

Los 3 parámetros de la distribución Log-Pearson tipo 3:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de localización (X_0)= 2.8312

Parámetro de forma (gamma)= 8.602

Parámetro de escala (beta)= 0.0828

Con momentos lineales:

Parámetro de localización (X_0)= 2.5654

Parámetro de forma (gamma)= 16.4443

Parámetro de escala (beta)= 0.0595

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

Cuadro A.2.12

Distribución Gumbel estación Umayo.

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	22.8	0.0323	0.0438	0.0347	0.0115
2	22.8	0.0645	0.0438	0.0347	0.0207
3	24.8	0.0968	0.0912	0.0785	0.0056
4	27.2	0.1290	0.1759	0.1616	0.0468
5	28	0.1613	0.2097	0.1958	0.0485
6	28.9	0.1935	0.2503	0.2373	0.0568
7	29	0.2258	0.2550	0.2420	0.0292
8	29.1	0.2581	0.2596	0.2468	0.0016
9	29.2	0.2903	0.2643	0.2517	0.0260
10	29.7	0.3226	0.2881	0.2761	0.0345
11	30.6	0.3548	0.3317	0.3213	0.0232
12	33.1	0.3871	0.4537	0.4485	0.0666
13	33.2	0.4194	0.4585	0.4535	0.0391
14	33.2	0.4516	0.4585	0.4535	0.0069
15	33.5	0.4839	0.4727	0.4684	0.0111
16	33.7	0.5161	0.4822	0.4783	0.0340
17	33.9	0.5484	0.4915	0.4881	0.0569
18	36.7	0.5806	0.6135	0.6152	0.0328
19	37.1	0.6129	0.6293	0.6316	0.0163
20	37.7	0.6452	0.6521	0.6553	0.0069
21	39.1	0.6774	0.7014	0.7062	0.0240
22	40.3	0.7097	0.7393	0.7450	0.0296
23	40.3	0.7419	0.7393	0.7450	0.0027
24	40.8	0.7742	0.7538	0.7599	0.0204
25	40.9	0.8065	0.7567	0.7628	0.0498
26	42.2	0.8387	0.7910	0.7978	0.0477
27	43.6	0.8710	0.8233	0.8303	0.0477
28	44.9	0.9032	0.8492	0.8563	0.0540
29	52.8	0.9355	0.9447	0.9496	0.0092
30	70.7	0.9677	0.9948	0.9957	0.0271

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.0666, es menor que el delta tabular 0.2483.
Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución Gumbel:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de posición (μ)= 31.3384Parámetro de escala (α)= 7.487

Con momentos lineales:

Parámetro de posición (μ_l)= 31.5125Parámetro de escala (α_l)= 7.1853

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

Cuadro A.2.13

Distribución Log Normal de 2 Parámetros estación Puno.

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	23.6	0.0196	0.0506	0.0467	0.0310
2	24.2	0.0392	0.0613	0.0570	0.0221
3	24.5	0.0588	0.0671	0.0626	0.0083
4	25	0.0784	0.0776	0.0728	0.0009
5	26.4	0.0980	0.1119	0.1065	0.0139
6	26.8	0.1176	0.1231	0.1176	0.0054
7	27.6	0.1373	0.1471	0.1414	0.0098
8	28	0.1569	0.1599	0.1542	0.0030
9	28.2	0.1765	0.1665	0.1609	0.0100
10	29	0.1961	0.1942	0.1886	0.0019
11	29.9	0.2157	0.2274	0.2221	0.0117
12	29.9	0.2353	0.2274	0.2221	0.0079
13	30.1	0.2549	0.2350	0.2298	0.0199
14	30.4	0.2745	0.2466	0.2415	0.0279
15	31.4	0.2941	0.2866	0.2821	0.0075
16	31.6	0.3137	0.2948	0.2904	0.0189
17	31.7	0.3333	0.2990	0.2946	0.0344
18	32.4	0.3529	0.3281	0.3243	0.0248
19	33.4	0.3725	0.3704	0.3675	0.0021
20	33.7	0.3922	0.3832	0.3805	0.0089
21	34.3	0.4118	0.4088	0.4067	0.0029
22	34.5	0.4314	0.4174	0.4154	0.0140
23	35.6	0.4510	0.4640	0.4631	0.0130
24	35.8	0.4706	0.4724	0.4717	0.0018
25	36.1	0.4902	0.4849	0.4845	0.0053
26	36.2	0.5098	0.4890	0.4888	0.0208
27	36.8	0.5294	0.5137	0.5140	0.0157
28	36.9	0.5490	0.5178	0.5182	0.0312
29	36.9	0.5686	0.5178	0.5182	0.0508
30	38.2	0.5882	0.5695	0.5711	0.0188
31	38.5	0.6078	0.5810	0.5829	0.0268
32	38.6	0.6275	0.5848	0.5868	0.0426
33	38.7	0.6471	0.5886	0.5907	0.0584
34	39.4	0.6667	0.6147	0.6173	0.0520
35	39.7	0.6863	0.6255	0.6284	0.0607
36	40.2	0.7059	0.6433	0.6465	0.0626
37	40.2	0.7255	0.6433	0.6465	0.0822
38	40.9	0.7451	0.6672	0.6709	0.0779
39	41	0.7647	0.6705	0.6743	0.0942
40	41	0.7843	0.6705	0.6743	0.1138
41	42.9	0.8039	0.7297	0.7345	0.0742
42	44.4	0.8235	0.7708	0.7761	0.0527
43	45.2	0.8431	0.7906	0.7961	0.0525
44	48.5	0.8627	0.8586	0.8642	0.0041
45	49.5	0.8824	0.8751	0.8806	0.0072
46	51.8	0.9020	0.9069	0.9120	0.0049
47	55.7	0.9216	0.9447	0.9488	0.0231
48	67.2	0.9412	0.9893	0.9908	0.0482
49	71.6	0.9608	0.9945	0.9954	0.0337
50	78.2	0.9804	0.9980	0.9984	0.0176

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.1138, es menor que el delta tabular 0.1923.
Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con
un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución logNormal:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de escala (μ_y)= 3.5964Parámetro de forma (S_y)= 0.2655

Con momentos lineales:

Parámetro de escala (μ_{yl})= 3.5964Parámetro de forma (S_{yl})= 0.2594

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

Cuadro A.2.14

Distribución Log Normal de 3 Parámetros estación Puno.

m	X	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	23.6	0.0196	-2.1673	0.0151	0.0045
2	24.2	0.0392	-1.9677	0.0245	0.0147
3	24.5	0.0588	-1.8754	0.0304	0.0285
4	25	0.0784	-1.7309	0.0417	0.0367
5	26.4	0.0980	-1.3772	0.0842	0.0138
6	26.8	0.1176	-1.2873	0.0990	0.0187
7	27.6	0.1373	-1.1195	0.1315	0.0058
8	28	0.1569	-1.0409	0.1490	0.0079
9	28.2	0.1765	-1.0028	0.1580	0.0185
10	29	0.1961	-0.8577	0.1955	0.0006
11	29.9	0.2157	-0.7069	0.2398	0.0241
12	29.9	0.2353	-0.7069	0.2398	0.0045
13	30.1	0.2549	-0.6750	0.2498	0.0051
14	30.4	0.2745	-0.6281	0.2650	0.0095
15	31.4	0.2941	-0.4797	0.3157	0.0216
16	31.6	0.3137	-0.4514	0.3258	0.0121
17	31.7	0.3333	-0.4374	0.3309	0.0024
18	32.4	0.3529	-0.3423	0.3661	0.0131
19	33.4	0.3725	-0.2142	0.4152	0.0426
20	33.7	0.3922	-0.1774	0.4296	0.0374
21	34.3	0.4118	-0.1060	0.4578	0.0460
22	34.5	0.4314	-0.0828	0.4670	0.0356
23	35.6	0.4510	0.0401	0.5160	0.0650
24	35.8	0.4706	0.0616	0.5245	0.0540
25	36.1	0.4902	0.0933	0.5372	0.0470
26	36.2	0.5098	0.1038	0.5413	0.0315
27	36.8	0.5294	0.1655	0.5657	0.0363
28	36.9	0.5490	0.1755	0.5697	0.0207
29	36.9	0.5686	0.1755	0.5697	0.0010
30	38.2	0.5882	0.3019	0.6186	0.0304
31	38.5	0.6078	0.3299	0.6293	0.0214
32	38.6	0.6275	0.3391	0.6327	0.0053
33	38.7	0.6471	0.3483	0.6362	0.0109
34	39.4	0.6667	0.4114	0.6596	0.0071
35	39.7	0.6863	0.4378	0.6692	0.0170
36	40.2	0.7059	0.4810	0.6847	0.0211
37	40.2	0.7255	0.4810	0.6847	0.0407
38	40.9	0.7451	0.5399	0.7054	0.0397
39	41	0.7647	0.5481	0.7082	0.0565
40	41	0.7843	0.5481	0.7082	0.0761
41	42.9	0.8039	0.6985	0.7576	0.0463
42	44.4	0.8235	0.8093	0.7908	0.0327
43	45.2	0.8431	0.8658	0.8067	0.0364
44	48.5	0.8627	1.0823	0.8604	0.0023
45	49.5	0.8824	1.1433	0.8735	0.0088
46	51.8	0.9020	1.2764	0.8991	0.0029
47	55.7	0.9216	1.4826	0.9309	0.0093
48	67.2	0.9412	1.9845	0.9764	0.0352
49	71.6	0.9608	2.1459	0.9841	0.0233
50	78.2	0.9804	2.3645	0.9910	0.0106

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.0761, es menor que el delta tabular 0.1923. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución lognormal:

Parámetro de posición (x_0)= 18.2609
 Parámetro de escala (μ_y)= 2.8316
 Parámetro de forma (S_y)= 0.5336

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

Cuadro A.2.15

Distribución Log Pearson Tipo III estación Puno.

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	23.6	0.0196	0.0148	0.0180	0.0048
2	24.2	0.0392	0.0243	0.0278	0.0149
3	24.5	0.0588	0.0302	0.0337	0.0286
4	25.0	0.0784	0.0417	0.0451	0.0368
5	26.4	0.0980	0.0847	0.0871	0.0134
6	26.8	0.1176	0.0996	0.1016	0.0180
7	27.6	0.1373	0.1325	0.1334	0.0048
8	28.0	0.1569	0.1502	0.1505	0.0067
9	28.2	0.1765	0.1593	0.1593	0.0172
10	29.0	0.1961	0.1973	0.1962	0.0012
11	29.9	0.2157	0.2420	0.2397	0.0264
12	29.9	0.2353	0.2420	0.2397	0.0067
13	30.1	0.2549	0.2522	0.2496	0.0027
14	30.4	0.2745	0.2675	0.2646	0.0071
15	31.4	0.2941	0.3186	0.3148	0.0245
16	31.6	0.3137	0.3288	0.3248	0.0151
17	31.7	0.3333	0.3339	0.3298	0.0006
18	32.4	0.3529	0.3694	0.3648	0.0164
19	33.4	0.3725	0.4187	0.4138	0.0462
20	33.7	0.3922	0.4332	0.4281	0.0410
21	34.3	0.4118	0.4615	0.4564	0.0497
22	34.5	0.4314	0.4707	0.4656	0.0393
23	35.6	0.4510	0.5197	0.5147	0.0687
24	35.8	0.4706	0.5282	0.5233	0.0577
25	36.1	0.4902	0.5409	0.5359	0.0507
26	36.2	0.5098	0.5450	0.5401	0.0352
27	36.8	0.5294	0.5693	0.5646	0.0399
28	36.9	0.5490	0.5733	0.5686	0.0242
29	36.9	0.5686	0.5733	0.5686	0.0046
30	38.2	0.5882	0.6220	0.6178	0.0337
31	38.5	0.6078	0.6325	0.6285	0.0247
32	38.6	0.6275	0.6360	0.6320	0.0085
33	38.7	0.6471	0.6394	0.6355	0.0077
34	39.4	0.6667	0.6626	0.6590	0.0041
35	39.7	0.6863	0.6721	0.6687	0.0141
36	40.2	0.7059	0.6875	0.6843	0.0184
37	40.2	0.7255	0.6875	0.6843	0.0380
38	40.9	0.7451	0.7078	0.7051	0.0373
39	41.0	0.7647	0.7106	0.7079	0.0541
40	41.0	0.7843	0.7106	0.7079	0.0737
41	42.9	0.8039	0.7593	0.7576	0.0446
42	44.4	0.8235	0.7920	0.7909	0.0316
43	45.2	0.8431	0.8075	0.8068	0.0356
44	48.5	0.8627	0.8602	0.8606	0.0026
45	49.5	0.8824	0.8730	0.8736	0.0094
46	51.8	0.9020	0.8980	0.8991	0.0040
47	55.7	0.9216	0.9291	0.9307	0.0075
48	67.2	0.9412	0.9742	0.9757	0.0330
49	71.6	0.9608	0.9820	0.9833	0.0212
50	78.2	0.9804	0.9893	0.9903	0.0089

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.07366, es menor que el delta tabular 0.1923.
Los datos se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3, con un
nivel de significación del 5%

Los 3 parámetros de la distribución Log-Pearson tipo 3:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de localización (X_o)= 2.9642

Parámetro de forma (gamma)= 5.6681

Parámetro de escala (beta)= 0.1115

Con momentos lineales:

Parámetro de localización (X_{ol})= 2.908

Parámetro de forma (gamma)= 6.787

Parámetro de escala (beta)= 0.1014

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

Cuadro A.2.16

Distribución Gumbel estación Puno.

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	23.6	0.0196	0.0620	0.0470	0.0424
2	24.2	0.0392	0.0743	0.0580	0.0351
3	24.5	0.0588	0.0810	0.0641	0.0222
4	25	0.0784	0.0929	0.0752	0.0145
5	26.4	0.0980	0.1313	0.1118	0.0332
6	26.8	0.1176	0.1435	0.1238	0.0259
7	27.6	0.1373	0.1696	0.1496	0.0323
8	28	0.1569	0.1833	0.1634	0.0264
9	28.2	0.1765	0.1903	0.1705	0.0139
10	29	0.1961	0.2195	0.2002	0.0234
11	29.9	0.2157	0.2540	0.2358	0.0383
12	29.9	0.2353	0.2540	0.2358	0.0187
13	30.1	0.2549	0.2618	0.2439	0.0069
14	30.4	0.2745	0.2737	0.2563	0.0008
15	31.4	0.2941	0.3141	0.2986	0.0200
16	31.6	0.3137	0.3223	0.3072	0.0085
17	31.7	0.3333	0.3264	0.3115	0.0070
18	32.4	0.3529	0.3552	0.3419	0.0023
19	33.4	0.3725	0.3965	0.3856	0.0239
20	33.7	0.3922	0.4088	0.3987	0.0167
21	34.3	0.4118	0.4334	0.4248	0.0216
22	34.5	0.4314	0.4415	0.4335	0.0101
23	35.6	0.4510	0.4855	0.4803	0.0345
24	35.8	0.4706	0.4934	0.4886	0.0228
25	36.1	0.4902	0.5050	0.5010	0.0149
26	36.2	0.5098	0.5089	0.5051	0.0009
27	36.8	0.5294	0.5318	0.5295	0.0024
28	36.9	0.5490	0.5356	0.5335	0.0134
29	36.9	0.5686	0.5356	0.5335	0.0330
30	38.2	0.5882	0.5830	0.5837	0.0052
31	38.5	0.6078	0.5935	0.5949	0.0143
32	38.6	0.6275	0.5970	0.5985	0.0305
33	38.7	0.6471	0.6004	0.6022	0.0466
34	39.4	0.6667	0.6240	0.6271	0.0426
35	39.7	0.6863	0.6339	0.6374	0.0524
36	40.2	0.7059	0.6498	0.6542	0.0560
37	40.2	0.7255	0.6498	0.6542	0.0756
38	40.9	0.7451	0.6714	0.6768	0.0737
39	41	0.7647	0.6744	0.6799	0.0903
40	41	0.7843	0.6744	0.6799	0.1099
41	42.9	0.8039	0.7274	0.7351	0.0765
42	44.4	0.8235	0.7642	0.7730	0.0593
43	45.2	0.8431	0.7821	0.7913	0.0611
44	48.5	0.8627	0.8439	0.8538	0.0188
45	49.5	0.8824	0.8593	0.8691	0.0231
46	51.8	0.9020	0.8895	0.8987	0.0125
47	55.7	0.9216	0.9272	0.9351	0.0056
48	67.2	0.9412	0.9794	0.9831	0.0383
49	71.6	0.9608	0.9874	0.9899	0.0266
50	78.2	0.9804	0.9940	0.9954	0.0136

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.1099, es menor que el delta tabular 0.1923.
Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de
significación del 5%

Parámetros de la distribución Gumbel:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de posición (μ)= 32.7067Parámetro de escala (α)= 8.9036

Con momentos lineales:

Parámetro de posición (μ_l)= 32.9939Parámetro de escala (α_l)= 8.4061

Fuente: Reporte de Software Hidroesta2.

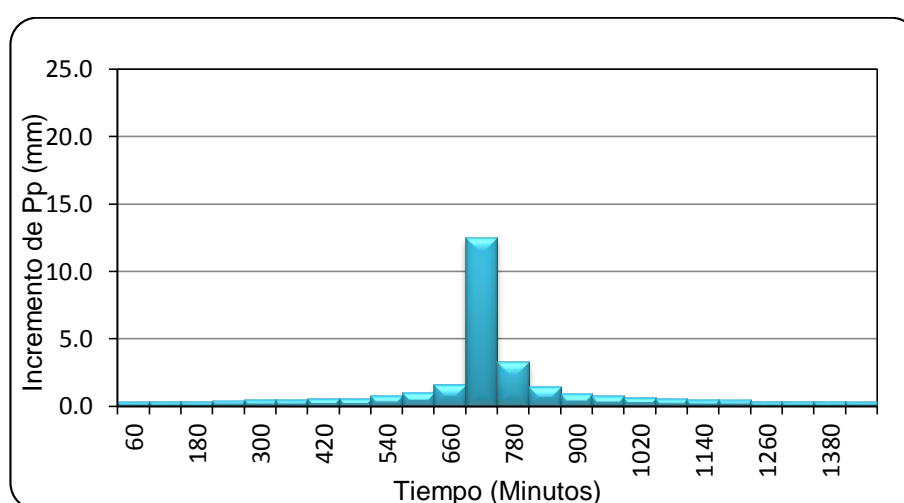
ANEXO 3
DISTRIBUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN
MEDIANTE EL PERFIL TIPO II

Cuadro A.3.1

Distribución de precipitación para Tr de 2 años estación Illpa.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	12.50	1	12.50	12.50
1	60	0.011	0.32	0.32	1.10	3.31	2	7.90	15.81
2	120	0.023	0.67	0.35	1.20	1.61	3	5.80	17.41
3	180	0.035	1.02	0.35	1.20	1.43	4	4.71	18.85
4	240	0.048	1.40	0.38	1.30	1.00	5	3.97	19.84
5	300	0.064	1.87	0.47	1.60	0.91	6	3.46	20.75
6	360	0.080	2.34	0.47	1.60	0.79	7	3.08	21.54
7	420	0.100	2.93	0.59	2.00	0.73	8	2.78	22.27
8	480	0.120	3.51	0.59	2.00	0.64	9	2.55	22.92
9	540	0.147	4.30	0.79	2.70	0.59	10	2.35	23.50
10	600	0.181	5.30	1.00	3.40	0.59	11	2.19	24.09
11	660	0.236	6.91	1.61	5.50	0.56	12	2.05	24.64
12	720	0.663	19.41	12.50	42.70	0.47	13	1.93	25.11
13	780	0.776	22.71	3.31	11.30	0.47	14	1.83	25.58
14	840	0.825	24.15	1.43	4.90	0.47	15	1.74	26.05
15	900	0.856	25.05	0.91	3.10	0.44	16	1.66	26.49
16	960	0.881	25.79	0.73	2.50	0.38	17	1.58	26.87
17	1020	0.903	26.43	0.64	2.20	0.35	18	1.51	27.22
18	1080	0.922	26.99	0.56	1.90	0.35	19	1.45	27.57
19	1140	0.938	27.45	0.47	1.60	0.35	20	1.40	27.92
20	1200	0.953	27.89	0.44	1.50	0.35	21	1.35	28.27
21	1260	0.965	28.24	0.35	1.20	0.35	22	1.30	28.62
22	1320	0.977	28.60	0.35	1.20	0.32	23	1.26	28.95
23	1380	0.989	28.95	0.35	1.20	0.32	24	1.22	29.27
24	1440	1.000	29.27	0.32	1.10				
				29.27					

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.1**

Hietograma para Tr de 2 años estación Illpa.

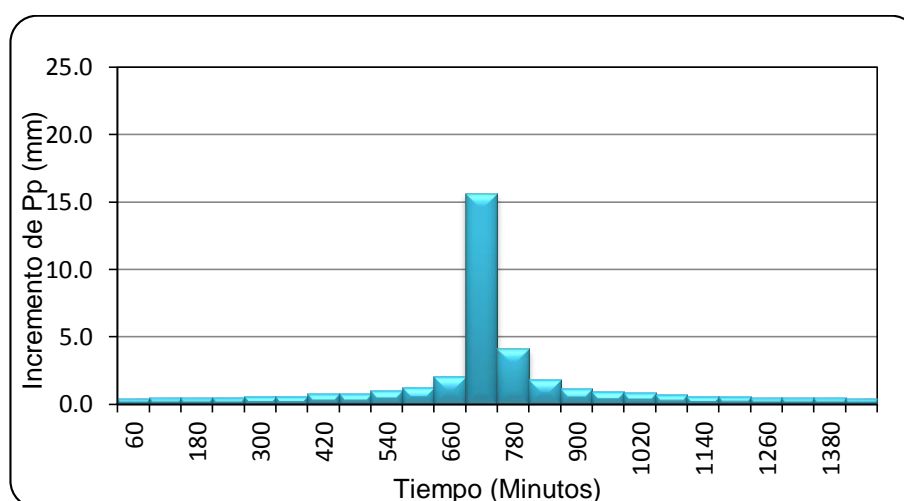
Cuadro A.3.2

Distribución de precipitación para Tr de 5 años estación Illpa.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00
1	60	0.011	0.40	0.40	1.10
2	120	0.023	0.84	0.44	1.20
3	180	0.035	1.28	0.44	1.20
4	240	0.048	1.75	0.47	1.30
5	300	0.064	2.34	0.58	1.60
6	360	0.080	2.92	0.58	1.60
7	420	0.100	3.65	0.73	2.00
8	480	0.120	4.38	0.73	2.00
9	540	0.147	5.37	0.99	2.70
10	600	0.181	6.61	1.24	3.40
11	660	0.236	8.62	2.01	5.50
12	720	0.663	24.21	15.59	42.70
13	780	0.776	28.34	4.13	11.30
14	840	0.825	30.13	1.79	4.90
15	900	0.856	31.26	1.13	3.10
16	960	0.881	32.17	0.91	2.50
17	1020	0.903	32.98	0.80	2.20
18	1080	0.922	33.67	0.69	1.90
19	1140	0.938	34.26	0.58	1.60
20	1200	0.953	34.80	0.55	1.50
21	1260	0.965	35.24	0.44	1.20
22	1320	0.977	35.68	0.44	1.20
23	1380	0.989	36.12	0.44	1.20
24	1440	1.000	36.52	0.40	1.10
				36.52	

Generación de Curvas IDF			
Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
15.59	1	15.59	15.59
4.13	2	9.86	19.72
2.01	3	7.24	21.73
1.79	4	5.88	23.52
1.24	5	4.95	24.76
1.13	6	4.32	25.89
0.99	7	3.84	26.88
0.91	8	3.47	27.79
0.80	9	3.18	28.60
0.73	10	2.93	29.33
0.73	11	2.73	30.06
0.69	12	2.56	30.75
0.58	13	2.41	31.33
0.58	14	2.28	31.92
0.58	15	2.17	32.50
0.55	16	2.07	33.05
0.47	17	1.97	33.53
0.44	18	1.89	33.96
0.44	19	1.81	34.40
0.44	20	1.74	34.84
0.44	21	1.68	35.28
0.44	22	1.62	35.72
0.40	23	1.57	36.12
0.40	24	1.52	36.52

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.2**

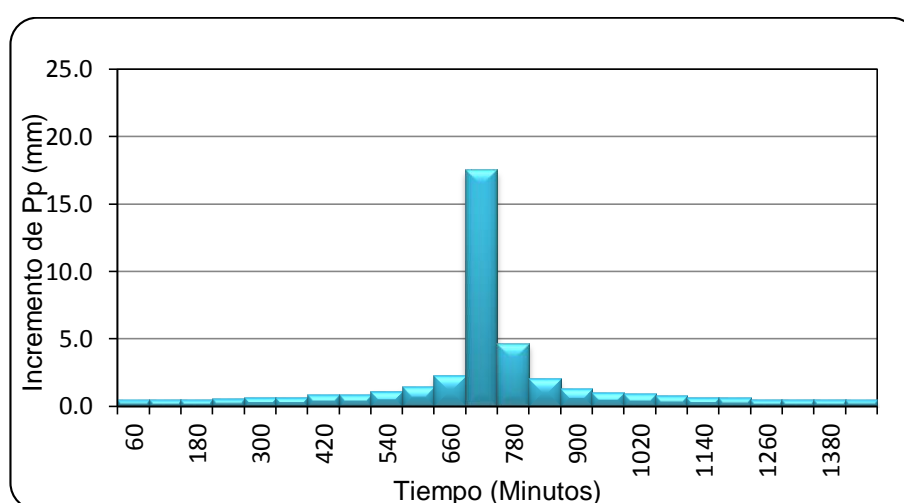
Hietograma para Tr de 5 años estación Illpa.

Cuadro A.3.3

Distribución de precipitación para Tr de 10 años estación Illpa.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	17.51	1	17.51	17.51
1	60	0.011	0.45	0.45	1.10	4.63	2	11.07	22.14
2	120	0.023	0.94	0.49	1.20	2.26	3	8.13	24.40
3	180	0.035	1.44	0.49	1.20	2.01	4	6.60	26.41
4	240	0.048	1.97	0.53	1.30	1.39	5	5.56	27.80
5	300	0.064	2.62	0.66	1.60	1.27	6	4.85	29.07
6	360	0.080	3.28	0.66	1.60	1.11	7	4.31	30.18
7	420	0.100	4.10	0.82	2.00	1.03	8	3.90	31.20
8	480	0.120	4.92	0.82	2.00	0.90	9	3.57	32.11
9	540	0.147	6.03	1.11	2.70	0.82	10	3.29	32.93
10	600	0.181	7.42	1.39	3.40	0.82	11	3.07	33.75
11	660	0.236	9.68	2.26	5.50	0.78	12	2.88	34.53
12	720	0.663	27.19	17.51	42.70	0.66	13	2.71	35.18
13	780	0.776	31.82	4.63	11.30	0.66	14	2.56	35.84
14	840	0.825	33.83	2.01	4.90	0.66	15	2.43	36.49
15	900	0.856	35.10	1.27	3.10	0.62	16	2.32	37.11
16	960	0.881	36.13	1.03	2.50	0.53	17	2.21	37.64
17	1020	0.903	37.03	0.90	2.20	0.49	18	2.12	38.13
18	1080	0.922	37.81	0.78	1.90	0.49	19	2.03	38.63
19	1140	0.938	38.46	0.66	1.60	0.49	20	1.96	39.12
20	1200	0.953	39.08	0.62	1.50	0.49	21	1.89	39.61
21	1260	0.965	39.57	0.49	1.20	0.49	22	1.82	40.10
22	1320	0.977	40.06	0.49	1.20	0.45	23	1.76	40.55
23	1380	0.989	40.55	0.49	1.20	0.45	24	1.71	41.00
24	1440	1.000	41.00	0.45	1.10				
				41.00					

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.3**

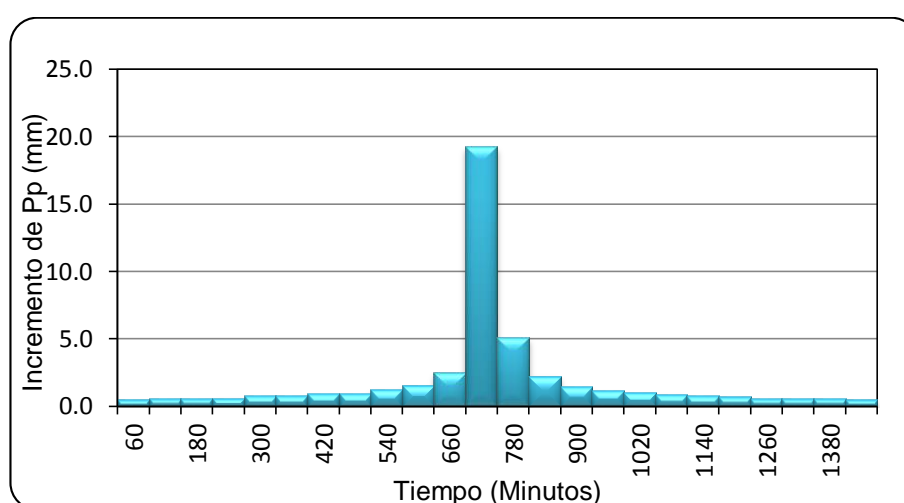
Hietograma para Tr de 10 años estación Illpa.

Cuadro A.3.4

Distribución de precipitación Tr de 20 años estación Illpa.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	19.27	1	19.27	19.27
1	60	0.011	0.50	0.50	1.10	5.10	2	12.18	24.36
2	120	0.023	1.04	0.54	1.20	2.48	3	8.95	26.85
3	180	0.035	1.58	0.54	1.20	2.21	4	7.26	29.06
4	240	0.048	2.17	0.59	1.30	1.53	5	6.12	30.59
5	300	0.064	2.89	0.72	1.60	1.40	6	5.33	31.99
6	360	0.080	3.61	0.72	1.60	1.22	7	4.74	33.21
7	420	0.100	4.51	0.90	2.00	1.13	8	4.29	34.34
8	480	0.120	5.41	0.90	2.00	0.99	9	3.93	35.33
9	540	0.147	6.63	1.22	2.70	0.90	10	3.62	36.23
10	600	0.181	8.17	1.53	3.40	0.90	11	3.38	37.13
11	660	0.236	10.65	2.48	5.50	0.86	12	3.17	37.99
12	720	0.663	29.91	19.27	42.70	0.72	13	2.98	38.71
13	780	0.776	35.01	5.10	11.30	0.72	14	2.82	39.43
14	840	0.825	37.22	2.21	4.90	0.72	15	2.68	40.16
15	900	0.856	38.62	1.40	3.10	0.68	16	2.55	40.83
16	960	0.881	39.75	1.13	2.50	0.59	17	2.44	41.42
17	1020	0.903	40.74	0.99	2.20	0.54	18	2.33	41.96
18	1080	0.922	41.60	0.86	1.90	0.54	19	2.24	42.50
19	1140	0.938	42.32	0.72	1.60	0.54	20	2.15	43.04
20	1200	0.953	43.00	0.68	1.50	0.54	21	2.08	43.59
21	1260	0.965	43.54	0.54	1.20	0.54	22	2.01	44.13
22	1320	0.977	44.08	0.54	1.20	0.50	23	1.94	44.62
23	1380	0.989	44.62	0.54	1.20	0.50	24	1.88	45.12
24	1440	1.000	45.12	0.50	1.10				

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.4**

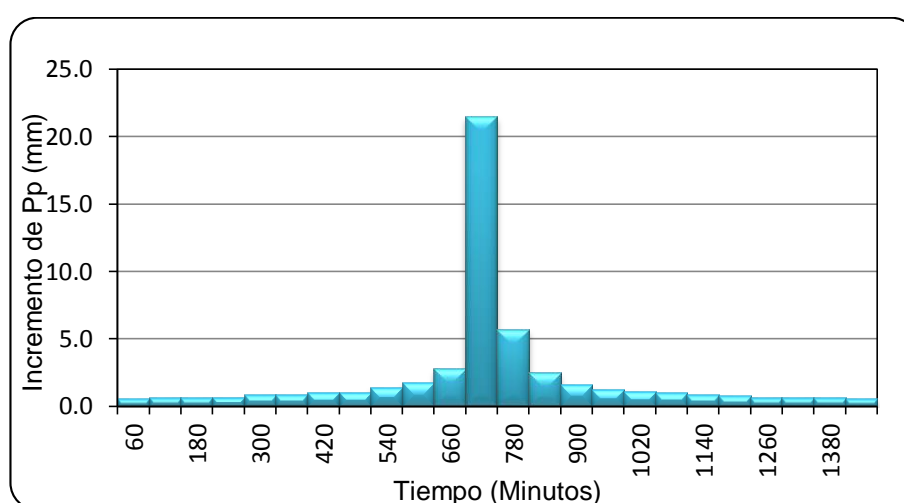
Hietograma para Tr de 20 años estación Illpa.

Cuadro A.3.5

Distribución de precipitación Tr de 50 años estación Illpa.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	21.45	1	21.45	21.45
1	60	0.011	0.55	0.55	1.10	5.68	2	13.57	27.13
2	120	0.023	1.16	0.60	1.20	2.76	3	9.97	29.90
3	180	0.035	1.76	0.60	1.20	2.46	4	8.09	32.36
4	240	0.048	2.41	0.65	1.30	1.71	5	6.81	34.07
5	300	0.064	3.22	0.80	1.60	1.56	6	5.94	35.62
6	360	0.080	4.02	0.80	1.60	1.36	7	5.28	36.98
7	420	0.100	5.02	1.00	2.00	1.26	8	4.78	38.24
8	480	0.120	6.03	1.00	2.00	1.11	9	4.37	39.34
9	540	0.147	7.39	1.36	2.70	1.00	10	4.03	40.35
10	600	0.181	9.09	1.71	3.40	1.00	11	3.76	41.35
11	660	0.236	11.86	2.76	5.50	0.95	12	3.53	42.31
12	720	0.663	33.31	21.45	42.70	0.80	13	3.32	43.11
13	780	0.776	38.99	5.68	11.30	0.80	14	3.14	43.91
14	840	0.825	41.45	2.46	4.90	0.80	15	2.98	44.72
15	900	0.856	43.01	1.56	3.10	0.80	16	2.84	45.47
16	960	0.881	44.27	1.26	2.50	0.75	17	2.71	46.12
17	1020	0.903	45.37	1.11	2.20	0.65	18	2.60	46.73
18	1080	0.922	46.33	0.95	1.90	0.60	19	2.49	47.33
19	1140	0.938	47.13	0.80	1.60	0.60	20	2.40	47.93
20	1200	0.953	47.88	0.75	1.50	0.60	21	2.31	48.54
21	1260	0.965	48.49	0.60	1.20	0.60	22	2.23	49.14
22	1320	0.977	49.09	0.60	1.20	0.55	23	2.16	49.69
23	1380	0.989	49.69	0.60	1.20	0.55	24	2.09	50.24
24	1440	1.000	50.24	0.55	1.10				
				50.24					

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.5**

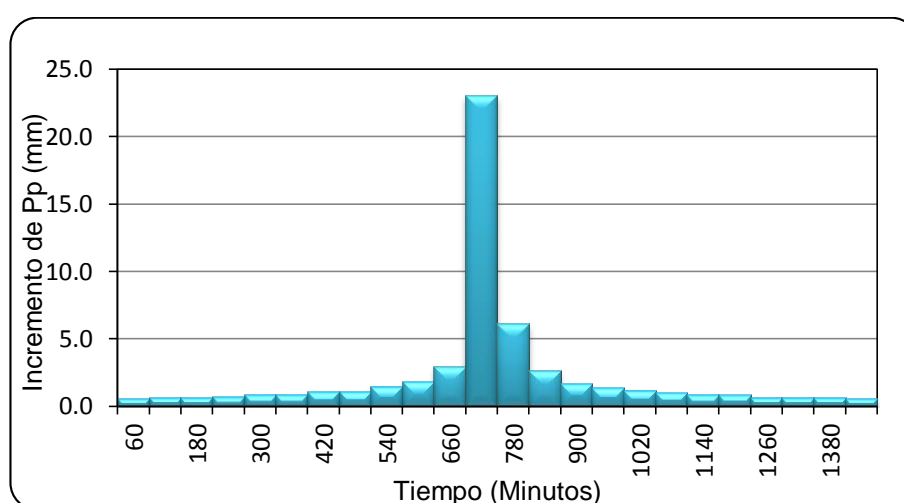
Hietograma para Tr de 50 años estación Illpa.

Cuadro A.3.6

Distribución de precipitación Tr de 100 años estación Illpa.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	23.05	1	23.05	23.05
1	60	0.011	0.59	0.59	1.10	6.10	2	14.57	29.15
2	120	0.023	1.24	0.65	1.20	2.97	3	10.71	32.12
3	180	0.035	1.89	0.65	1.20	2.64	4	8.69	34.76
4	240	0.048	2.59	0.70	1.30	1.84	5	7.32	36.60
5	300	0.064	3.45	0.86	1.60	1.67	6	6.38	38.27
6	360	0.080	4.32	0.86	1.60	1.46	7	5.68	39.73
7	420	0.100	5.40	1.08	2.00	1.35	8	5.13	41.08
8	480	0.120	6.48	1.08	2.00	1.19	9	4.70	42.27
9	540	0.147	7.93	1.46	2.70	1.08	10	4.33	43.35
10	600	0.181	9.77	1.84	3.40	1.08	11	4.04	44.43
11	660	0.236	12.74	2.97	5.50	1.03	12	3.79	45.45
12	720	0.663	35.79	23.05	42.70	0.86	13	3.56	46.31
13	780	0.776	41.89	6.10	11.30	0.86	14	3.37	47.18
14	840	0.825	44.53	2.64	4.90	0.86	15	3.20	48.04
15	900	0.856	46.21	1.67	3.10	0.86	16	3.05	48.85
16	960	0.881	47.56	1.35	2.50	0.81	17	2.91	49.55
17	1020	0.903	48.74	1.19	2.20	0.70	18	2.79	50.20
18	1080	0.922	49.77	1.03	1.90	0.65	19	2.68	50.85
19	1140	0.938	50.63	0.86	1.60	0.65	20	2.57	51.50
20	1200	0.953	51.44	0.81	1.50	0.65	21	2.48	52.14
21	1260	0.965	52.09	0.65	1.20	0.65	22	2.40	52.79
22	1320	0.977	52.74	0.65	1.20	0.65	23	2.32	53.39
23	1380	0.989	53.39	0.65	1.20	0.59	24	2.25	53.98
24	1440	1.000	53.98	0.59	1.10	0.59			

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.6**

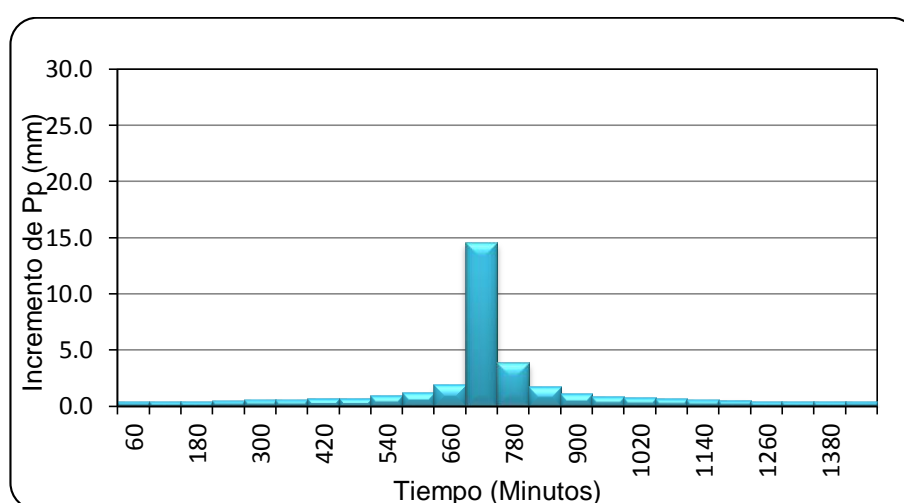
Hietograma para Tr de 100 años estación Illpa.

Cuadro A.3.7

Distribución de precipitación para Tr de 2 años estación Umayo.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	14.55	1	14.55	14.55
1	60	0.011	0.37	0.37	1.10	3.85	2	9.20	18.40
2	120	0.023	0.78	0.41	1.20	1.87	3	6.76	20.28
3	180	0.035	1.19	0.41	1.20	1.67	4	5.49	21.95
4	240	0.048	1.64	0.44	1.30	1.16	5	4.62	23.11
5	300	0.064	2.18	0.55	1.60	1.06	6	4.03	24.16
6	360	0.080	2.73	0.55	1.60	0.92	7	3.58	25.08
7	420	0.100	3.41	0.68	2.00	0.85	8	3.24	25.94
8	480	0.120	4.09	0.68	2.00	0.75	9	2.97	26.69
9	540	0.147	5.01	0.92	2.70	0.68	10	2.74	27.37
10	600	0.181	6.17	1.16	3.40	0.68	11	2.55	28.05
11	660	0.236	8.04	1.87	5.50	0.65	12	2.39	28.70
12	720	0.663	22.60	14.55	42.70	0.55	13	2.25	29.24
13	780	0.776	26.45	3.85	11.30	0.55	14	2.13	29.79
14	840	0.825	28.12	1.67	4.90	0.55	15	2.02	30.33
15	900	0.856	29.17	1.06	3.10	0.51	16	1.93	30.84
16	960	0.881	30.03	0.85	2.50	0.44	17	1.84	31.29
17	1020	0.903	30.78	0.75	2.20	0.41	18	1.76	31.70
18	1080	0.922	31.42	0.65	1.90	0.41	19	1.69	32.11
19	1140	0.938	31.97	0.55	1.60	0.41	20	1.63	32.51
20	1200	0.953	32.48	0.51	1.50	0.41	21	1.57	32.92
21	1260	0.965	32.89	0.41	1.20	0.41	22	1.52	33.33
22	1320	0.977	33.30	0.41	1.20	0.37	23	1.47	33.71
23	1380	0.989	33.71	0.41	1.20	0.37	24	1.42	34.08
24	1440	1.000	34.08	0.37	1.10				
				34.08					

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.7**

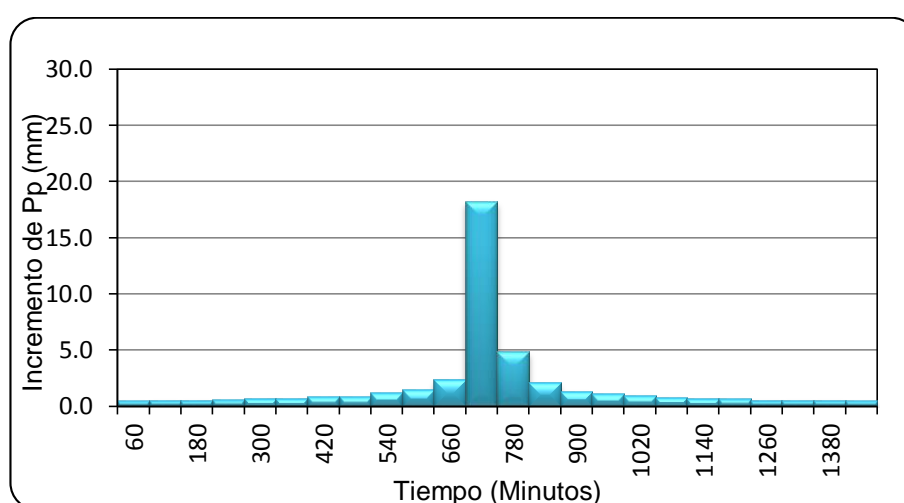
Hietograma para Tr de 2 años estación Umayo.

Cuadro A.3.8

Distribución de precipitación para Tr de 5 años estación Umayo.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	18.18	1	18.18	18.18
1	60	0.011	0.47	0.47	1.10	4.81	2	11.49	22.99
2	120	0.023	0.98	0.51	1.20	2.34	3	8.44	25.33
3	180	0.035	1.49	0.51	1.20	2.09	4	6.85	27.41
4	240	0.048	2.04	0.55	1.30	1.45	5	5.77	28.86
5	300	0.064	2.72	0.68	1.60	1.32	6	5.03	30.18
6	360	0.080	3.41	0.68	1.60	1.15	7	4.48	31.33
7	420	0.100	4.26	0.85	2.00	1.06	8	4.05	32.39
8	480	0.120	5.11	0.85	2.00	0.94	9	3.70	33.33
9	540	0.147	6.26	1.15	2.70	0.85	10	3.42	34.18
10	600	0.181	7.70	1.45	3.40	0.85	11	3.18	35.03
11	660	0.236	10.05	2.34	5.50	0.81	12	2.99	35.84
12	720	0.663	28.22	18.18	42.70	0.68	13	2.81	36.52
13	780	0.776	33.03	4.81	11.30	0.68	14	2.66	37.20
14	840	0.825	35.12	2.09	4.90	0.68	15	2.53	37.89
15	900	0.856	36.44	1.32	3.10	0.64	16	2.41	38.52
16	960	0.881	37.50	1.06	2.50	0.55	17	2.30	39.08
17	1020	0.903	38.44	0.94	2.20	0.51	18	2.20	39.59
18	1080	0.922	39.25	0.81	1.90	0.51	19	2.11	40.10
19	1140	0.938	39.93	0.68	1.60	0.51	20	2.03	40.61
20	1200	0.953	40.57	0.64	1.50	0.51	21	1.96	41.12
21	1260	0.965	41.08	0.51	1.20	0.51	22	1.89	41.63
22	1320	0.977	41.59	0.51	1.20	0.47	23	1.83	42.10
23	1380	0.989	42.10	0.51	1.20	0.47	24	1.77	42.57
24	1440	1.000	42.57	0.47	1.10				
				42.57					

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.8**

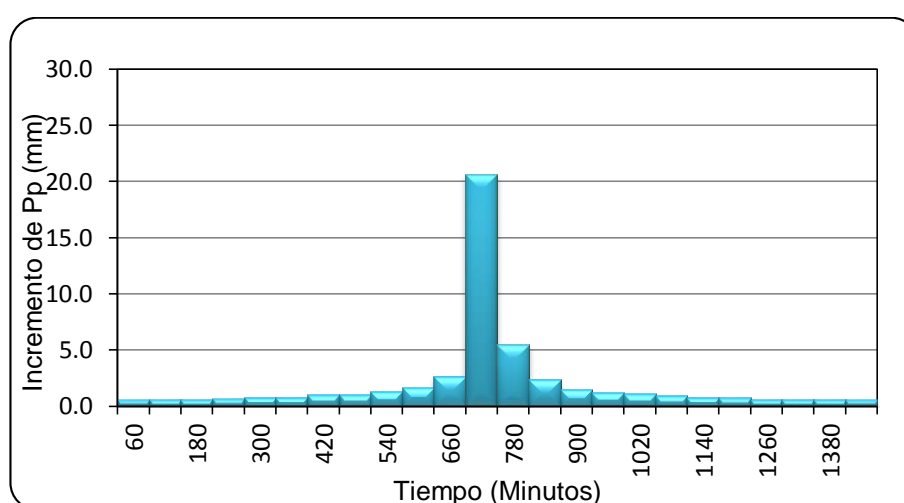
Hietograma para Tr de 5 años estación Umayo.

Cuadro A.3.9

Distribución de precipitación para Tr de 10 años estación Umayo.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	20.58	1	20.58	20.58
1	60	0.011	0.53	0.53	1.10	5.45	2	13.01	26.02
2	120	0.023	1.11	0.58	1.20	2.65	3	9.56	28.67
3	180	0.035	1.69	0.58	1.20	2.36	4	7.76	31.03
4	240	0.048	2.31	0.63	1.30	1.64	5	6.53	32.67
5	300	0.064	3.08	0.77	1.60	1.49	6	5.69	34.16
6	360	0.080	3.85	0.77	1.60	1.30	7	5.07	35.47
7	420	0.100	4.82	0.96	2.00	1.20	8	4.58	36.67
8	480	0.120	5.78	0.96	2.00	1.06	9	4.19	37.73
9	540	0.147	7.08	1.30	2.70	0.96	10	3.87	38.69
10	600	0.181	8.72	1.64	3.40	0.96	11	3.61	39.66
11	660	0.236	11.37	2.65	5.50	0.92	12	3.38	40.57
12	720	0.663	31.95	20.58	42.70	0.77	13	3.18	41.34
13	780	0.776	37.39	5.45	11.30	0.77	14	3.01	42.12
14	840	0.825	39.75	2.36	4.90	0.77	15	2.86	42.89
15	900	0.856	41.25	1.49	3.10	0.72	16	2.73	43.61
16	960	0.881	42.45	1.20	2.50	0.63	17	2.60	44.24
17	1020	0.903	43.51	1.06	2.20	0.58	18	2.49	44.81
18	1080	0.922	44.43	0.92	1.90	0.58	19	2.39	45.39
19	1140	0.938	45.20	0.77	1.60	0.58	20	2.30	45.97
20	1200	0.953	45.92	0.72	1.50	0.58	21	2.22	46.55
21	1260	0.965	46.50	0.58	1.20	0.58	22	2.14	47.13
22	1320	0.977	47.08	0.58	1.20	0.53	23	2.07	47.66
23	1380	0.989	47.66	0.58	1.20	0.53	24	2.01	48.19
24	1440	1.000	48.19	0.53	1.10				
				48.19					

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.9**

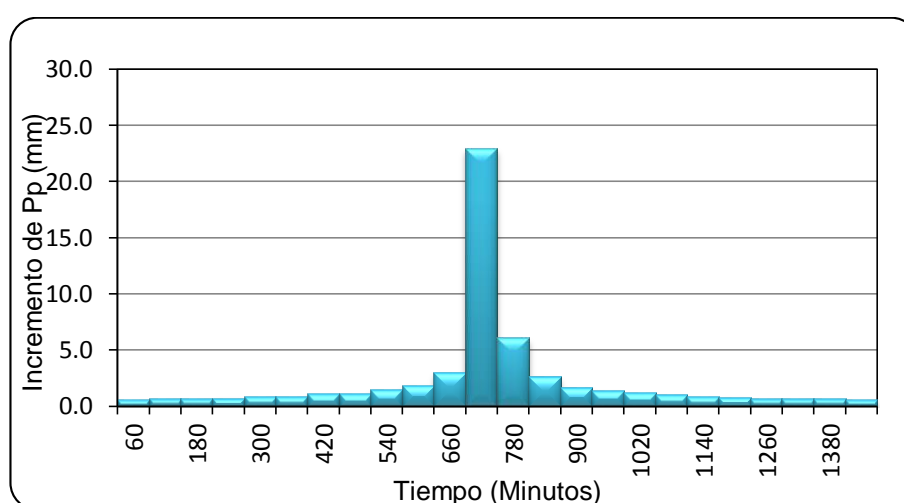
Hietograma para Tr de 10 años estación Umayo.

Cuadro A.3.10

Distribución de precipitación Tr de 20 años estación Umayo.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	22.88	1	22.88	22.88
1	60	0.011	0.59	0.59	1.10	6.05	2	14.47	28.93
2	120	0.023	1.23	0.64	1.20	2.95	3	10.63	31.88
3	180	0.035	1.88	0.64	1.20	2.63	4	8.63	34.50
4	240	0.048	2.57	0.70	1.30	1.82	5	7.26	36.32
5	300	0.064	3.43	0.86	1.60	1.66	6	6.33	37.99
6	360	0.080	4.29	0.86	1.60	1.45	7	5.63	39.43
7	420	0.100	5.36	1.07	2.00	1.34	8	5.10	40.77
8	480	0.120	6.43	1.07	2.00	1.18	9	4.66	41.95
9	540	0.147	7.88	1.45	2.70	1.07	10	4.30	43.02
10	600	0.181	9.70	1.82	3.40	1.07	11	4.01	44.09
11	660	0.236	12.64	2.95	5.50	1.02	12	3.76	45.11
12	720	0.663	35.52	22.88	42.70	0.86	13	3.54	45.97
13	780	0.776	41.58	6.05	11.30	0.86	14	3.34	46.83
14	840	0.825	44.20	2.63	4.90	0.86	15	3.18	47.68
15	900	0.856	45.86	1.66	3.10	0.86	16	3.03	48.49
16	960	0.881	47.20	1.34	2.50	0.80	17	2.89	49.18
17	1020	0.903	48.38	1.18	2.20	0.70	18	2.77	49.83
18	1080	0.922	49.40	1.02	1.90	0.64	19	2.66	50.47
19	1140	0.938	50.25	0.86	1.60	0.64	20	2.56	51.11
20	1200	0.953	51.06	0.80	1.50	0.64	21	2.46	51.75
21	1260	0.965	51.70	0.64	1.20	0.64	22	2.38	52.40
22	1320	0.977	52.34	0.64	1.20	0.64	23	2.30	52.99
23	1380	0.989	52.99	0.64	1.20	0.59	24	2.23	53.58
24	1440	1.000	53.58	0.59	1.10	0.59			

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.10**

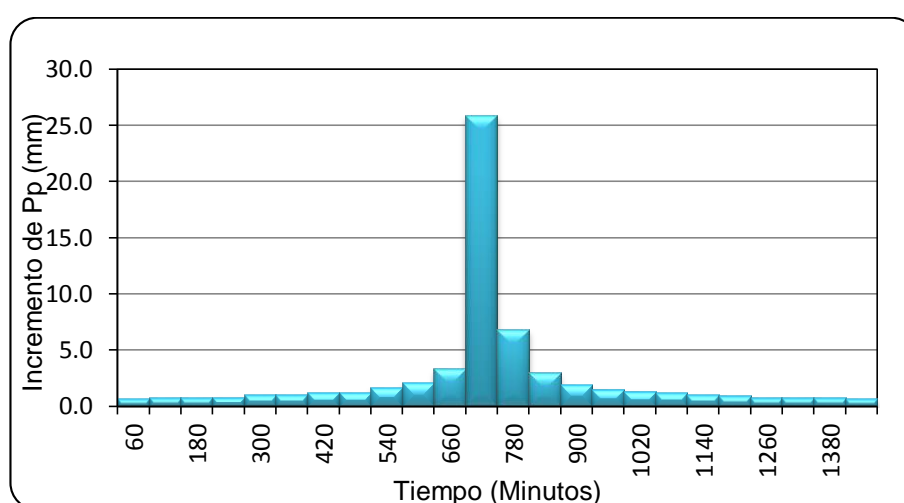
Hietograma para Tr de 20 años estación Umayo.

Cuadro A.3.11

Distribución de precipitación Tr de 50 años estación Umayo.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	25.86	1	25.86	25.86
1	60	0.011	0.67	0.67	1.10	6.84	2	16.35	32.70
2	120	0.023	1.39	0.73	1.20	3.33	3	12.01	36.03
3	180	0.035	2.12	0.73	1.20	2.97	4	9.75	39.00
4	240	0.048	2.91	0.79	1.30	2.06	5	8.21	41.05
5	300	0.064	3.88	0.97	1.60	1.88	6	7.16	42.93
6	360	0.080	4.84	0.97	1.60	1.63	7	6.37	44.57
7	420	0.100	6.06	1.21	2.00	1.51	8	5.76	46.08
8	480	0.120	7.27	1.21	2.00	1.33	9	5.27	47.41
9	540	0.147	8.90	1.63	2.70	1.21	10	4.86	48.62
10	600	0.181	10.96	2.06	3.40	1.21	11	4.53	49.83
11	660	0.236	14.29	3.33	5.50	1.15	12	4.25	50.99
12	720	0.663	40.15	25.86	42.70	0.97	13	4.00	51.95
13	780	0.776	46.99	6.84	11.30	0.97	14	3.78	52.92
14	840	0.825	49.96	2.97	4.90	0.97	15	3.59	53.89
15	900	0.856	51.83	1.88	3.10	0.91	16	3.42	54.80
16	960	0.881	53.35	1.51	2.50	0.79	17	3.27	55.59
17	1020	0.903	54.68	1.33	2.20	0.73	18	3.13	56.31
18	1080	0.922	55.83	1.15	1.90	0.73	19	3.00	57.04
19	1140	0.938	56.80	0.97	1.60	0.73	20	2.89	57.77
20	1200	0.953	57.71	0.91	1.50	0.73	21	2.79	58.49
21	1260	0.965	58.43	0.73	1.20	0.73	22	2.69	59.22
22	1320	0.977	59.16	0.73	1.20	0.67	23	2.60	59.89
23	1380	0.989	59.89	0.73	1.20	0.67	24	2.52	60.55
24	1440	1.000	60.55	0.67	1.10				

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.11**

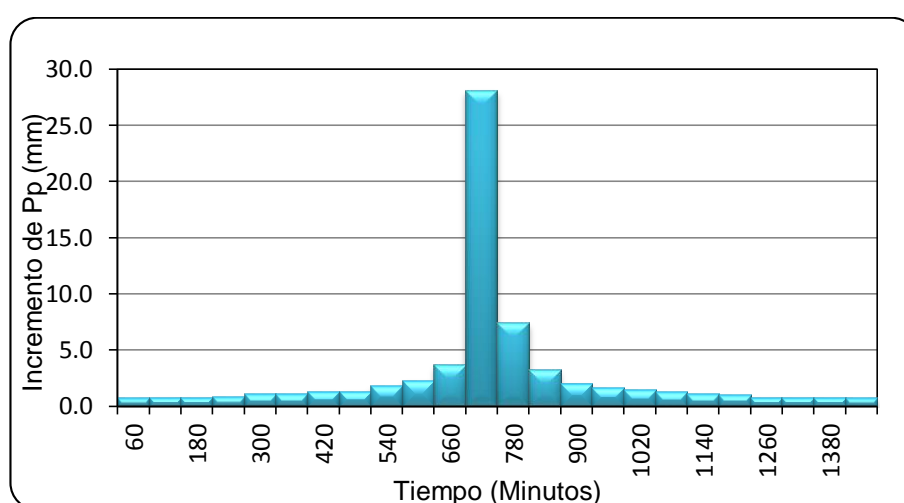
Hietograma para Tr de 50 años estación Umayo.

Cuadro A.3.12

Distribución de precipitación Tr de 100 años estación Umayo.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	28.09	1	28.09	28.09
1	60	0.011	0.72	0.72	1.10	7.43	2	17.76	35.52
2	120	0.023	1.51	0.79	1.20	3.62	3	13.05	39.14
3	180	0.035	2.30	0.79	1.20	3.22	4	10.59	42.36
4	240	0.048	3.16	0.86	1.30	2.24	5	8.92	44.60
5	300	0.064	4.21	1.05	1.60	2.04	6	7.77	46.64
6	360	0.080	5.26	1.05	1.60	1.78	7	6.92	48.41
7	420	0.100	6.58	1.32	2.00	1.64	8	6.26	50.06
8	480	0.120	7.89	1.32	2.00	1.45	9	5.72	51.51
9	540	0.147	9.67	1.78	2.70	1.32	10	5.28	52.82
10	600	0.181	11.91	2.24	3.40	1.32	11	4.92	54.14
11	660	0.236	15.52	3.62	5.50	1.25	12	4.62	55.39
12	720	0.663	43.61	28.09	42.70	1.05	13	4.34	56.44
13	780	0.776	51.05	7.43	11.30	1.05	14	4.11	57.49
14	840	0.825	54.27	3.22	4.90	1.05	15	3.90	58.54
15	900	0.856	56.31	2.04	3.10	0.99	16	3.72	59.53
16	960	0.881	57.95	1.64	2.50	0.86	17	3.55	60.39
17	1020	0.903	59.40	1.45	2.20	0.79	18	3.40	61.18
18	1080	0.922	60.65	1.25	1.90	0.79	19	3.26	61.96
19	1140	0.938	61.70	1.05	1.60	0.79	20	3.14	62.75
20	1200	0.953	62.69	0.99	1.50	0.79	21	3.03	63.54
21	1260	0.965	63.48	0.79	1.20	0.79	22	2.92	64.33
22	1320	0.977	64.27	0.79	1.20	0.72	23	2.83	65.06
23	1380	0.989	65.06	0.79	1.20	0.72	24	2.74	65.78
24	1440	1.000	65.78	0.72	1.10				

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.12**

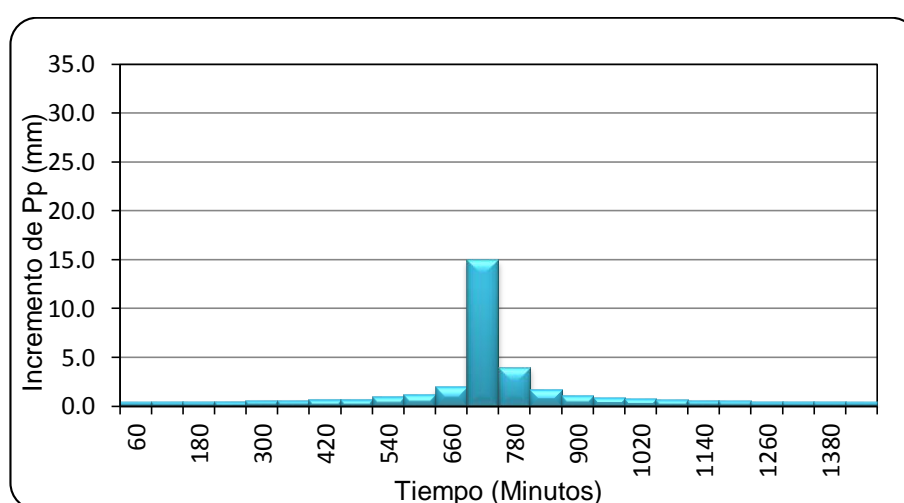
Hietograma para Tr de 100 años estación Umayo.

Cuadro A.3.13

Distribución de precipitación para Tr de 2 años estación Puno.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	15.01	1	15.01	15.01
1	60	0.011	0.39	0.39	1.10	3.97	2	9.49	18.99
2	120	0.023	0.81	0.42	1.20	1.93	3	6.97	20.92
3	180	0.035	1.23	0.42	1.20	1.72	4	5.66	22.64
4	240	0.048	1.69	0.46	1.30	1.20	5	4.77	23.84
5	300	0.064	2.25	0.56	1.60	1.09	6	4.15	24.93
6	360	0.080	2.81	0.56	1.60	0.95	7	3.70	25.88
7	420	0.100	3.52	0.70	2.00	0.88	8	3.34	26.76
8	480	0.120	4.22	0.70	2.00	0.77	9	3.06	27.53
9	540	0.147	5.17	0.95	2.70	0.70	10	2.82	28.23
10	600	0.181	6.36	1.20	3.40	0.70	11	2.63	28.94
11	660	0.236	8.30	1.93	5.50	0.67	12	2.47	29.61
12	720	0.663	23.31	15.01	42.70	0.56	13	2.32	30.17
13	780	0.776	27.28	3.97	11.30	0.56	14	2.20	30.73
14	840	0.825	29.01	1.72	4.90	0.56	15	2.09	31.29
15	900	0.856	30.10	1.09	3.10	0.53	16	1.99	31.82
16	960	0.881	30.98	0.88	2.50	0.46	17	1.90	32.28
17	1020	0.903	31.75	0.77	2.20	0.42	18	1.82	32.70
18	1080	0.922	32.42	0.67	1.90	0.42	19	1.74	33.12
19	1140	0.938	32.98	0.56	1.60	0.42	20	1.68	33.54
20	1200	0.953	33.51	0.53	1.50	0.42	21	1.62	33.96
21	1260	0.965	33.93	0.42	1.20	0.42	22	1.56	34.39
22	1320	0.977	34.35	0.42	1.20	0.39	23	1.51	34.77
23	1380	0.989	34.77	0.42	1.20	0.39	24	1.47	35.16
24	1440	1.000	35.16	0.39	1.10				
				35.16					

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.13**

Hietograma para Tr de 2 años estación Puno.

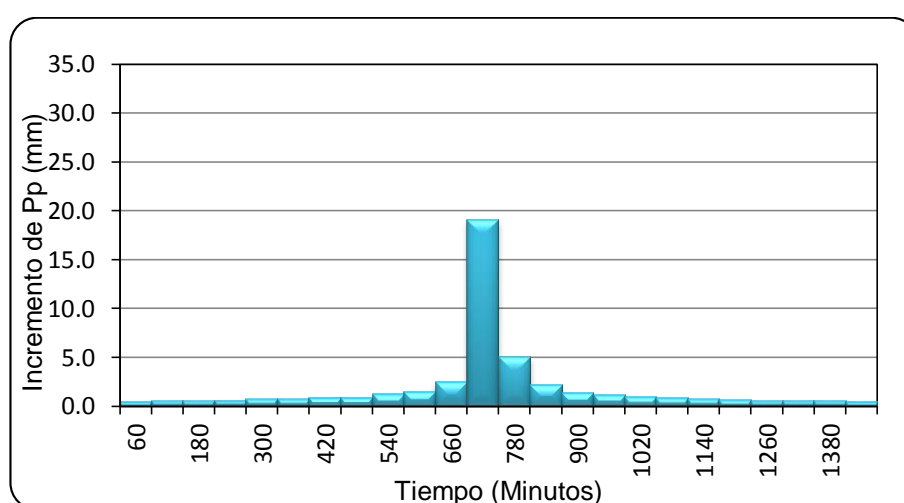
Cuadro A.3.14

Distribución de precipitación para Tr de 5 años estación Puno.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00
1	60	0.011	0.49	0.49	1.10
2	120	0.023	1.03	0.54	1.20
3	180	0.035	1.57	0.54	1.20
4	240	0.048	2.15	0.58	1.30
5	300	0.064	2.87	0.72	1.60
6	360	0.080	3.58	0.72	1.60
7	420	0.100	4.48	0.90	2.00
8	480	0.120	5.37	0.90	2.00
9	540	0.147	6.58	1.21	2.70
10	600	0.181	8.10	1.52	3.40
11	660	0.236	10.57	2.46	5.50
12	720	0.663	29.68	19.12	42.70
13	780	0.776	34.74	5.06	11.30
14	840	0.825	36.93	2.19	4.90
15	900	0.856	38.32	1.39	3.10
16	960	0.881	39.44	1.12	2.50
17	1020	0.903	40.43	0.98	2.20
18	1080	0.922	41.28	0.85	1.90
19	1140	0.938	41.99	0.72	1.60
20	1200	0.953	42.67	0.67	1.50
21	1260	0.965	43.20	0.54	1.20
22	1320	0.977	43.74	0.54	1.20
23	1380	0.989	44.28	0.54	1.20
24	1440	1.000	44.77	0.49	1.10
				44.77	

Generación de Curvas IDF			
Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
19.12	1	19.12	19.12
5.06	2	12.09	24.18
2.46	3	8.88	26.64
2.19	4	7.21	28.83
1.52	5	6.07	30.35
1.39	6	5.29	31.74
1.21	7	4.71	32.95
1.12	8	4.26	34.07
0.98	9	3.89	35.05
0.90	10	3.59	35.95
0.90	11	3.35	36.85
0.85	12	3.14	37.70
0.72	13	2.95	38.41
0.72	14	2.79	39.13
0.72	15	2.66	39.84
0.67	16	2.53	40.52
0.58	17	2.42	41.10
0.54	18	2.31	41.64
0.54	19	2.22	42.17
0.54	20	2.14	42.71
0.54	21	2.06	43.25
0.54	22	1.99	43.78
0.49	23	1.93	44.28
0.49	24	1.87	44.77

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.14**

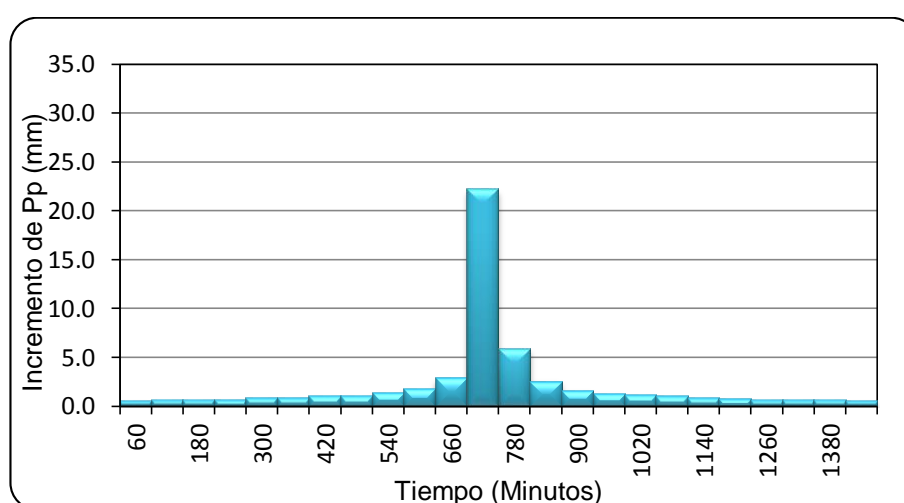
Hietograma para Tr de 5 años estación Puno.

Cuadro A.3.15

Distribución de precipitación para Tr de 10 años estación Puno.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	22.19	1	22.19	22.19
1	60	0.011	0.57	0.57	1.10	5.87	2	14.03	28.06
2	120	0.023	1.20	0.62	1.20	2.86	3	10.31	30.92
3	180	0.035	1.82	0.62	1.20	2.55	4	8.37	33.47
4	240	0.048	2.49	0.68	1.30	1.77	5	7.05	35.23
5	300	0.064	3.33	0.83	1.60	1.61	6	6.14	36.84
6	360	0.080	4.16	0.83	1.60	1.40	7	5.46	38.25
7	420	0.100	5.20	1.04	2.00	1.30	8	4.94	39.55
8	480	0.120	6.24	1.04	2.00	1.14	9	4.52	40.69
9	540	0.147	7.64	1.40	2.70	1.04	10	4.17	41.73
10	600	0.181	9.41	1.77	3.40	1.04	11	3.89	42.77
11	660	0.236	12.26	2.86	5.50	0.99	12	3.65	43.76
12	720	0.663	34.45	22.19	42.70	0.83	13	3.43	44.59
13	780	0.776	40.33	5.87	11.30	0.83	14	3.24	45.42
14	840	0.825	42.87	2.55	4.90	0.83	15	3.08	46.25
15	900	0.856	44.48	1.61	3.10	0.83	16	2.94	47.03
16	960	0.881	45.78	1.30	2.50	0.78	17	2.81	47.70
17	1020	0.903	46.93	1.14	2.20	0.68	18	2.68	48.33
18	1080	0.922	47.91	0.99	1.90	0.62	19	2.58	48.95
19	1140	0.938	48.74	0.83	1.60	0.62	20	2.48	49.58
20	1200	0.953	49.52	0.78	1.50	0.62	21	2.39	50.20
21	1260	0.965	50.15	0.62	1.20	0.62	22	2.31	50.82
22	1320	0.977	50.77	0.62	1.20	0.62	23	2.23	51.39
23	1380	0.989	51.39	0.62	1.20	0.57	24	2.17	51.97
24	1440	1.000	51.97	0.57	1.10	0.57			
				51.97					

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.15**

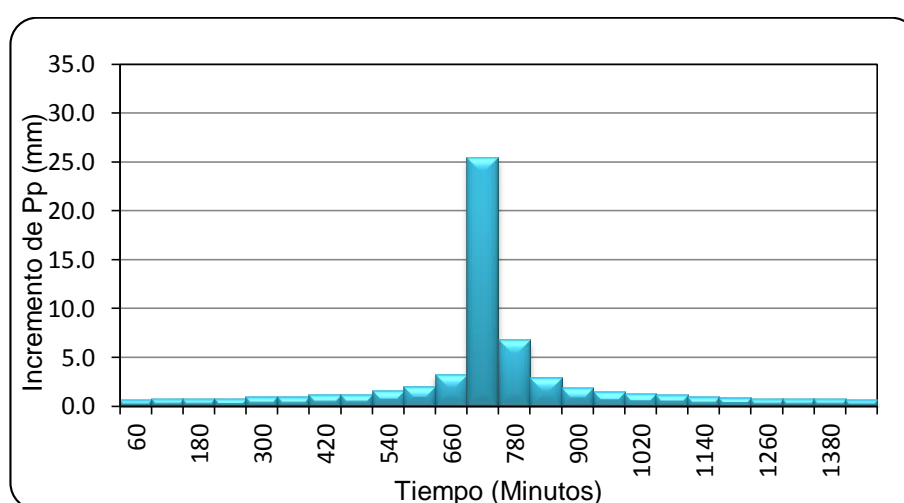
Hietograma para Tr de 10 años estación Puno.

Cuadro A.3.16

Distribución de precipitación Tr de 20 años estación Puno.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	25.41	1	25.41	25.41
1	60	0.011	0.65	0.65	1.10	6.73	2	16.07	32.14
2	120	0.023	1.37	0.71	1.20	3.27	3	11.80	35.41
3	180	0.035	2.08	0.71	1.20	2.92	4	9.58	38.33
4	240	0.048	2.86	0.77	1.30	2.02	5	8.07	40.35
5	300	0.064	3.81	0.95	1.60	1.84	6	7.03	42.20
6	360	0.080	4.76	0.95	1.60	1.61	7	6.26	43.80
7	420	0.100	5.95	1.19	2.00	1.49	8	5.66	45.29
8	480	0.120	7.14	1.19	2.00	1.31	9	5.18	46.60
9	540	0.147	8.75	1.61	2.70	1.19	10	4.78	47.79
10	600	0.181	10.77	2.02	3.40	1.19	11	4.45	48.98
11	660	0.236	14.05	3.27	5.50	1.13	12	4.18	50.11
12	720	0.663	39.46	25.41	42.70	0.95	13	3.93	51.06
13	780	0.776	46.18	6.73	11.30	0.95	14	3.72	52.02
14	840	0.825	49.10	2.92	4.90	0.95	15	3.53	52.97
15	900	0.856	50.94	1.84	3.10	0.89	16	3.37	53.86
16	960	0.881	52.43	1.49	2.50	0.77	17	3.21	54.63
17	1020	0.903	53.74	1.31	2.20	0.71	18	3.07	55.35
18	1080	0.922	54.87	1.13	1.90	0.71	19	2.95	56.06
19	1140	0.938	55.82	0.95	1.60	0.71	20	2.84	56.78
20	1200	0.953	56.72	0.89	1.50	0.71	21	2.74	57.49
21	1260	0.965	57.43	0.71	1.20	0.71	22	2.65	58.20
22	1320	0.977	58.14	0.71	1.20	0.65	23	2.56	58.86
23	1380	0.989	58.86	0.71	1.20	0.65	24	2.48	59.51
24	1440	1.000	59.51	0.65	1.10				

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.16**

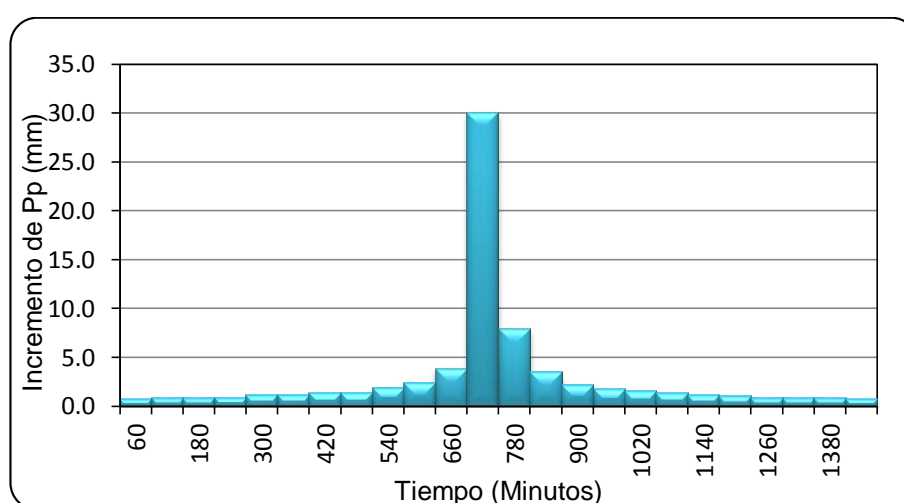
Hietograma para Tr de 20 años estación Puno.

Cuadro A.3.17

Distribución de precipitación Tr de 50 años estación Puno.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	30.03	1	30.03	30.03
1	60	0.011	0.77	0.77	1.10	7.95	2	18.99	37.97
2	120	0.023	1.62	0.84	1.20	3.87	3	13.95	41.84
3	180	0.035	2.46	0.84	1.20	3.45	4	11.32	45.29
4	240	0.048	3.38	0.91	1.30	2.39	5	9.54	47.68
5	300	0.064	4.50	1.13	1.60	2.18	6	8.31	49.86
6	360	0.080	5.63	1.13	1.60	1.90	7	7.39	51.76
7	420	0.100	7.03	1.41	2.00	1.76	8	6.69	53.51
8	480	0.120	8.44	1.41	2.00	1.55	9	6.12	55.06
9	540	0.147	10.34	1.90	2.70	1.41	10	5.65	56.47
10	600	0.181	12.73	2.39	3.40	1.41	11	5.26	57.87
11	660	0.236	16.60	3.87	5.50	1.34	12	4.93	59.21
12	720	0.663	46.62	30.03	42.70	1.13	13	4.64	60.33
13	780	0.776	54.57	7.95	11.30	1.13	14	4.39	61.46
14	840	0.825	58.01	3.45	4.90	1.13	15	4.17	62.58
15	900	0.856	60.19	2.18	3.10	1.05	16	3.98	63.64
16	960	0.881	61.95	1.76	2.50	0.91	17	3.80	64.55
17	1020	0.903	63.50	1.55	2.20	0.84	18	3.63	65.40
18	1080	0.922	64.83	1.34	1.90	0.84	19	3.49	66.24
19	1140	0.938	65.96	1.13	1.60	0.84	20	3.35	67.08
20	1200	0.953	67.01	1.05	1.50	0.84	21	3.23	67.93
21	1260	0.965	67.86	0.84	1.20	0.84	22	3.13	68.77
22	1320	0.977	68.70	0.84	1.20	0.77	23	3.02	69.55
23	1380	0.989	69.55	0.84	1.20	0.77	24	2.93	70.32
24	1440	1.000	70.32	0.77	1.10				

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.17**

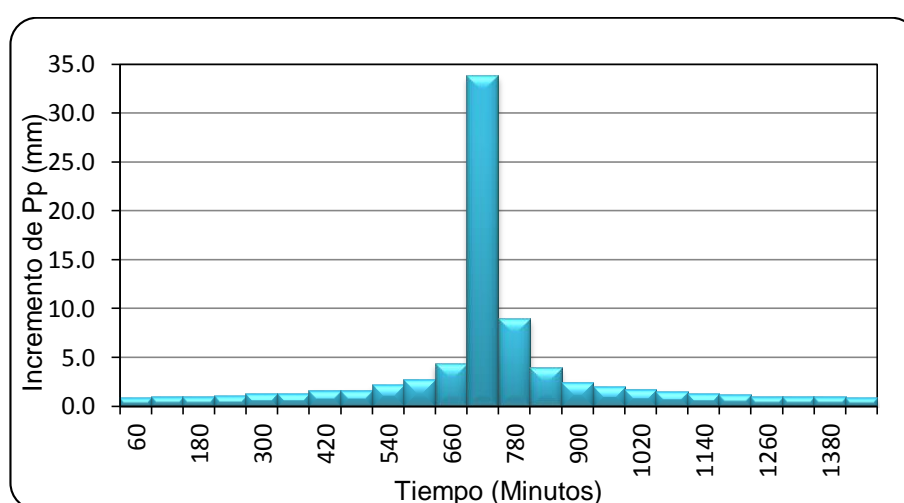
Hietograma para Tr de 50 años estación Puno.

Cuadro A.3.18

Distribución de precipitación Tr de 100 años estación Puno.

Tiempo (horas)	Tiempo (minutos)	Factor de Escala Tipo II	Altura Acum. de Pp (mm)	Incremento de Pp (mm)	% de Pp	Generación de Curvas IDF			
						Pp Decreciente (mm)	Tiempo (hrs)	I (mm/hr)	Pp Acum. (mm)
0	0	0.000	0.00	0.00	0.00	33.85	1	33.85	33.85
1	60	0.011	0.87	0.87	1.10	8.96	2	21.41	42.81
2	120	0.023	1.82	0.95	1.20	4.36	3	15.72	47.17
3	180	0.035	2.77	0.95	1.20	3.88	4	12.76	51.06
4	240	0.048	3.81	1.03	1.30	2.70	5	10.75	53.75
5	300	0.064	5.07	1.27	1.60	2.46	6	9.37	56.21
6	360	0.080	6.34	1.27	1.60	2.14	7	8.34	58.35
7	420	0.100	7.93	1.59	2.00	1.98	8	7.54	60.33
8	480	0.120	9.51	1.59	2.00	1.74	9	6.90	62.08
9	540	0.147	11.65	2.14	2.70	1.59	10	6.37	63.66
10	600	0.181	14.35	2.70	3.40	1.59	11	5.93	65.25
11	660	0.236	18.71	4.36	5.50	1.51	12	5.56	66.75
12	720	0.663	52.56	33.85	42.70	1.27	13	5.23	68.02
13	780	0.776	61.52	8.96	11.30	1.27	14	4.95	69.29
14	840	0.825	65.40	3.88	4.90	1.27	15	4.70	70.56
15	900	0.856	67.86	2.46	3.10	1.19	16	4.48	71.75
16	960	0.881	69.84	1.98	2.50	1.03	17	4.28	72.78
17	1020	0.903	71.59	1.74	2.20	0.95	18	4.10	73.73
18	1080	0.922	73.09	1.51	1.90	0.95	19	3.93	74.68
19	1140	0.938	74.36	1.27	1.60	0.95	20	3.78	75.63
20	1200	0.953	75.55	1.19	1.50	0.95	21	3.65	76.58
21	1260	0.965	76.50	0.95	1.20	0.95	22	3.52	77.53
22	1320	0.977	77.46	0.95	1.20	0.87	23	3.41	78.41
23	1380	0.989	78.41	0.95	1.20	0.87	24	3.30	79.28
24	1440	1.000	79.28	0.87	1.10				
				79.28					

Fuente: Elaboración propia.

**Figura A.3.18**

Hietograma para Tr de 100 años estación Puno.

ANEXO 4
PARÁMETROS DE CORRELACIÓN LINEAL MÚLTIPLE

Cuadro A.4.1

Parámetros de la ecuación del Método SCS estación Mañazo.

Nº	T (hr)	D (min)	Tr (años)	I (mm/hr)	Y=Log(I)	X ₁ =Log(Tr)	X ₂ =Log(D)	X ₁ *Y	X ₂ *Y	(X ₁) ²	(X ₂) ²	X ₁ X ₂
1	1	60	2	12.78	1.1064	0.3010	1.7782	0.3331	1.9674	0.0906	3.1618	0.5353
2	2	120	2	8.08	0.9074	0.3010	2.0792	0.2731	1.8866	0.0906	4.3230	0.6259
3	3	180	2	5.93	0.7734	0.3010	2.2553	0.2328	1.7442	0.0906	5.0863	0.6789
4	4	240	2	4.82	0.6828	0.3010	2.3802	0.2055	1.6253	0.0906	5.6654	0.7165
5	5	300	2	4.06	0.6083	0.3010	2.4771	0.1831	1.5067	0.0906	6.1361	0.7457
6	6	360	2	3.54	0.5485	0.3010	2.5563	0.1651	1.4021	0.0906	6.5347	0.7695
7	7	420	2	3.15	0.4978	0.3010	2.6232	0.1498	1.3058	0.0906	6.8814	0.7897
8	8	480	2	2.85	0.4543	0.3010	2.6812	0.1368	1.2181	0.0906	7.1891	0.8071
9	9	540	2	2.60	0.4155	0.3010	2.7324	0.1251	1.1353	0.0906	7.4660	0.8225
10	10	600	2	2.40	0.3807	0.3010	2.7782	0.1146	1.0577	0.0906	7.7181	0.8363
11	11	660	2	2.24	0.3500	0.3010	2.8195	0.1054	0.9868	0.0906	7.9498	0.8488
12	12	720	2	2.10	0.3221	0.3010	2.8573	0.0970	0.9204	0.0906	8.1643	0.8601
13	13	780	2	1.97	0.2955	0.3010	2.8921	0.0890	0.8547	0.0906	8.3642	0.8706
14	14	840	2	1.87	0.2714	0.3010	2.9243	0.0817	0.7936	0.0906	8.5514	0.8803
15	15	900	2	1.78	0.2493	0.3010	2.9542	0.0750	0.7365	0.0906	8.7275	0.8893
16	16	960	2	1.69	0.2285	0.3010	2.9823	0.0688	0.6815	0.0906	8.8939	0.8978
17	17	1020	2	1.62	0.2084	0.3010	3.0086	0.0627	0.6270	0.0906	9.0517	0.9057
18	18	1080	2	1.55	0.1892	0.3010	3.0334	0.0570	0.5739	0.0906	9.2017	0.9132
19	19	1140	2	1.48	0.1713	0.3010	3.0569	0.0516	0.5236	0.0906	9.3447	0.9202
20	20	1200	2	1.43	0.1545	0.3010	3.0792	0.0465	0.4758	0.0906	9.4814	0.9269
21	21	1260	2	1.38	0.1388	0.3010	3.1004	0.0418	0.4302	0.0906	9.6123	0.9333
22	22	1320	2	1.33	0.1239	0.3010	3.1206	0.0373	0.3867	0.0906	9.7380	0.9394
23	23	1380	2	1.29	0.1095	0.3010	3.1399	0.0330	0.3437	0.0906	9.8588	0.9452
24	24	1440	2	1.25	0.0958	0.3010	3.1584	0.0288	0.3025	0.0906	9.9753	0.9508
25	1	60	5	16.24	1.2105	0.6990	1.7782	0.8461	2.1525	0.4886	3.1618	1.2429
26	2	120	5	10.27	1.0115	0.6990	2.0792	0.7070	2.1031	0.4886	4.3230	1.4533
27	3	180	5	7.54	0.8775	0.6990	2.2553	0.6134	1.9790	0.4886	5.0863	1.5764
28	4	240	5	6.12	0.7869	0.6990	2.3802	0.5500	1.8731	0.4886	5.6654	1.6637
29	5	300	5	5.16	0.7124	0.6990	2.4771	0.4979	1.7646	0.4886	6.1361	1.7314
30	6	360	5	4.49	0.6526	0.6990	2.5563	0.4562	1.6683	0.4886	6.5347	1.7868
31	7	420	5	4.00	0.6019	0.6990	2.6232	0.4207	1.5789	0.4886	6.8814	1.8336
32	8	480	5	3.62	0.5584	0.6990	2.6812	0.3903	1.4972	0.4886	7.1891	1.8741
33	9	540	5	3.31	0.5196	0.6990	2.7324	0.3632	1.4198	0.4886	7.4660	1.9099
34	10	600	5	3.05	0.4848	0.6990	2.7782	0.3389	1.3469	0.4886	7.7181	1.9418
35	11	660	5	2.85	0.4541	0.6990	2.8195	0.3174	1.2804	0.4886	7.9498	1.9708
36	12	720	5	2.67	0.4262	0.6990	2.8573	0.2979	1.2179	0.4886	8.1643	1.9972
37	13	780	5	2.51	0.3997	0.6990	2.8921	0.2794	1.1559	0.4886	8.3642	2.0215
38	14	840	5	2.37	0.3755	0.6990	2.9243	0.2625	1.0981	0.4886	8.5514	2.0440
39	15	900	5	2.26	0.3534	0.6990	2.9542	0.2470	1.0441	0.4886	8.7275	2.0649
40	16	960	5	2.15	0.3326	0.6990	2.9823	0.2325	0.9920	0.4886	8.8939	2.0845
41	17	1020	5	2.05	0.3125	0.6990	3.0086	0.2184	0.9402	0.4886	9.0517	2.1029
42	18	1080	5	1.96	0.2933	0.6990	3.0334	0.2050	0.8898	0.4886	9.2017	2.1203
43	19	1140	5	1.89	0.2754	0.6990	3.0569	0.1925	0.8419	0.4886	9.3447	2.1367
44	20	1200	5	1.81	0.2586	0.6990	3.0792	0.1808	0.7964	0.4886	9.4814	2.1523
45	21	1260	5	1.75	0.2429	0.6990	3.1004	0.1698	0.7530	0.4886	9.6123	2.1671
46	22	1320	5	1.69	0.2280	0.6990	3.1206	0.1594	0.7116	0.4886	9.7380	2.1812
47	23	1380	5	1.64	0.2136	0.6990	3.1399	0.1493	0.6706	0.4886	9.8588	2.1947
48	24	1440	5	1.58	0.1999	0.6990	3.1584	0.1397	0.6314	0.4886	9.9753	2.2076
49	1	60	10	19.30	1.2856	1.0000	1.7782	1.2856	2.2860	1.0000	3.1618	1.7782
50	2	120	10	12.21	1.0866	1.0000	2.0792	1.0866	2.2592	1.0000	4.3230	2.0792
51	3	180	10	8.97	0.9526	1.0000	2.2553	0.9526	2.1484	1.0000	5.0863	2.2553
52	4	240	10	7.28	0.8620	1.0000	2.3802	0.8620	2.0518	1.0000	5.6654	2.3802
53	5	300	10	6.13	0.7875	1.0000	2.4771	0.7875	1.9506	1.0000	6.1361	2.4771
54	6	360	10	5.34	0.7277	1.0000	2.5563	0.7277	1.8602	1.0000	6.5347	2.5563
55	7	420	10	4.75	0.6770	1.0000	2.6232	0.6770	1.7759	1.0000	6.8814	2.6232
56	8	480	10	4.30	0.6335	1.0000	2.6812	0.6335	1.6985	1.0000	7.1891	2.6812
57	9	540	10	3.93	0.5947	1.0000	2.7324	0.5947	1.6250	1.0000	7.4660	2.7324
58	10	600	10	3.63	0.5599	1.0000	2.7782	0.5599	1.5555	1.0000	7.7181	2.7782
59	11	660	10	3.38	0.5292	1.0000	2.8195	0.5292	1.4921	1.0000	7.9498	2.8195
60	12	720	10	3.17	0.5013	1.0000	2.8573	0.5013	1.4325	1.0000	8.1643	2.8573
61	13	780	10	2.98	0.4747	1.0000	2.8921	0.4747	1.3730	1.0000	8.3642	2.8921
62	14	840	10	2.82	0.4506	1.0000	2.9243	0.4506	1.3176	1.0000	8.5514	2.9243
63	15	900	10	2.68	0.4285	1.0000	2.9542	0.4285	1.2659	1.0000	8.7275	2.9542
64	16	960	10	2.56	0.4077	1.0000	2.9823	0.4077	1.2160	1.0000	8.8939	2.9823
65	17	1020	10	2.44	0.3876	1.0000	3.0086	0.3876	1.1661	1.0000	9.0517	3.0086
66	18	1080	10	2.34	0.3684	1.0000	3.0334	0.3684	1.1175	1.0000	9.2017	3.0334
67	19	1140	10	2.24	0.3505	1.0000	3.0569	0.3505	1.0714	1.0000	9.3447	3.0569
68	20	1200	10	2.16	0.3337	1.0000	3.0792	0.3337	1.0276	1.0000	9.4814	3.0792
69	21	1260	10	2.08	0.3180	1.0000	3.1004	0.3180	0.9858	1.0000	9.6123	3.1004
70	22	1320	10	2.01	0.3031	1.0000	3.1206	0.3031	0.9459	1.0000	9.7380	3.1206
71	23	1380	10	1.94	0.2887	1.0000	3.1399	0.2887	0.9064	1.0000	9.8588	3.1399
72	24	1440	10	1.88	0.2750	1.0000	3.1584	0.2750	0.8685	1.0000	9.9753	3.1584
73	1	60	20	22.85	1.3589	1.3010	1.7782	1.7679	2.4163	1.6927	3.1618	2.3134

74	2	120	20	14.45	1.1598	1.3010	2.0792	1.5089	2.4114	1.6927	4.3230	2.7051
75	3	180	20	10.61	1.0258	1.3010	2.2553	1.3346	2.3135	1.6927	5.0863	2.9342
76	4	240	20	8.62	0.9353	1.3010	2.3802	1.2168	2.2261	1.6927	5.6654	3.0967
77	5	300	20	7.26	0.8607	1.3010	2.4771	1.1198	2.1320	1.6927	6.1361	3.2228
78	6	360	20	6.32	0.8009	1.3010	2.5563	1.0420	2.0474	1.6927	6.5347	3.3258
79	7	420	20	5.63	0.7502	1.3010	2.6232	0.9761	1.9680	1.6927	6.8814	3.4129
80	8	480	20	5.09	0.7067	1.3010	2.6812	0.9195	1.8949	1.6927	7.1891	3.4884
81	9	540	20	4.66	0.6680	1.3010	2.7324	0.8690	1.8251	1.6927	7.4660	3.5549
82	10	600	20	4.30	0.6332	1.3010	2.7782	0.8237	1.7590	1.6927	7.7181	3.6145
83	11	660	20	4.00	0.6024	1.3010	2.8195	0.7838	1.6986	1.6927	7.9498	3.6683
84	12	720	20	3.75	0.5746	1.3010	2.8573	0.7475	1.6417	1.6927	8.1643	3.7175
85	13	780	20	3.53	0.5480	1.3010	2.8921	0.7129	1.5848	1.6927	8.3642	3.7627
86	14	840	20	3.34	0.5238	1.3010	2.9243	0.6815	1.5318	1.6927	8.5514	3.8046
87	15	900	20	3.17	0.5017	1.3010	2.9542	0.6528	1.4822	1.6927	8.7275	3.8436
88	16	960	20	3.03	0.4810	1.3010	2.9823	0.6257	1.4344	1.6927	8.8939	3.8800
89	17	1020	20	2.89	0.4608	1.3010	3.0086	0.5996	1.3864	1.6927	9.0517	3.9143
90	18	1080	20	2.76	0.4416	1.3010	3.0334	0.5746	1.3397	1.6927	9.2017	3.9466
91	19	1140	20	2.65	0.4237	1.3010	3.0569	0.5513	1.2953	1.6927	9.3447	3.9771
92	20	1200	20	2.55	0.4070	1.3010	3.0792	0.5295	1.2531	1.6927	9.4814	4.0061
93	21	1260	20	2.46	0.3912	1.3010	3.1004	0.5090	1.2128	1.6927	9.6123	4.0337
94	22	1320	20	2.38	0.3764	1.3010	3.1206	0.4896	1.1744	1.6927	9.7380	4.0600
95	23	1380	20	2.30	0.3619	1.3010	3.1399	0.4708	1.1363	1.6927	9.8588	4.0851
96	24	1440	20	2.23	0.3482	1.3010	3.1584	0.4530	1.0998	1.6927	9.9753	4.1091
97	1	60	50	28.38	1.4530	1.6990	1.7782	2.4687	2.5837	2.8865	3.1618	3.0210
98	2	120	50	17.95	1.2540	1.6990	2.0792	2.1305	2.6073	2.8865	4.3230	3.5325
99	3	180	50	13.18	1.1200	1.6990	2.2553	1.9029	2.5259	2.8865	5.0863	3.8316
100	4	240	50	10.70	1.0294	1.6990	2.3802	1.7490	2.4503	2.8865	5.6654	4.0439
101	5	300	50	9.01	0.9549	1.6990	2.4771	1.6223	2.3654	2.8865	6.1361	4.2086
102	6	360	50	7.85	0.8951	1.6990	2.5563	1.5208	2.2882	2.8865	6.5347	4.3431
103	7	420	50	6.99	0.8444	1.6990	2.6232	1.4346	2.2151	2.8865	6.8814	4.4568
104	8	480	50	6.32	0.8009	1.6990	2.6812	1.3607	2.1474	2.8865	7.1891	4.5553
105	9	540	50	5.78	0.7621	1.6990	2.7324	1.2949	2.0825	2.8865	7.4660	4.6423
106	10	600	50	5.34	0.7273	1.6990	2.7782	1.2357	2.0206	2.8865	7.7181	4.7200
107	11	660	50	4.97	0.6966	1.6990	2.8195	1.1835	1.9642	2.8865	7.9498	4.7903
108	12	720	50	4.66	0.6688	1.6990	2.8573	1.1362	1.9108	2.8865	8.1643	4.8545
109	13	780	50	4.39	0.6422	1.6990	2.8921	1.0910	1.8572	2.8865	8.3642	4.9136
110	14	840	50	4.15	0.6180	1.6990	2.9243	1.0500	1.8072	2.8865	8.5514	4.9683
111	15	900	50	3.94	0.5959	1.6990	2.9542	1.0124	1.7605	2.8865	8.7275	5.0192
112	16	960	50	3.76	0.5751	1.6990	2.9823	0.9772	1.7152	2.8865	8.8939	5.0668
113	17	1020	50	3.59	0.5550	1.6990	3.0086	0.9430	1.6698	2.8865	9.0517	5.1115
114	18	1080	50	3.43	0.5358	1.6990	3.0334	0.9104	1.6254	2.8865	9.2017	5.1537
115	19	1140	50	3.30	0.5179	1.6990	3.0569	0.8799	1.5832	2.8865	9.3447	5.1936
116	20	1200	50	3.17	0.5011	1.6990	3.0792	0.8514	1.5431	2.8865	9.4814	5.2314
117	21	1260	50	3.06	0.4854	1.6990	3.1004	0.8246	1.5048	2.8865	9.6123	5.2674
118	22	1320	50	2.95	0.4705	1.6990	3.1206	0.7994	1.4683	2.8865	9.7380	5.3018
119	23	1380	50	2.86	0.4561	1.6990	3.1399	0.7749	1.4321	2.8865	9.8588	5.3346
120	24	1440	50	2.77	0.4424	1.6990	3.1584	0.7516	1.3973	2.8865	9.9753	5.3660
121	1	60	100	33.29	1.5223	2.0000	1.7782	3.0445	2.7068	4.0000	3.1618	3.5563
122	2	120	100	21.05	1.3232	2.0000	2.0792	2.6464	2.7512	4.0000	4.3230	4.1584
123	3	180	100	15.46	1.1892	2.0000	2.2553	2.3785	2.6821	4.0000	5.0863	4.5105
124	4	240	100	12.55	1.0987	2.0000	2.3802	2.1973	2.6151	4.0000	5.6654	4.7604
125	5	300	100	10.57	1.0241	2.0000	2.4771	2.0482	2.5368	4.0000	6.1361	4.9542
126	6	360	100	9.21	0.9643	2.0000	2.5563	1.9287	2.4651	4.0000	6.5347	5.1126
127	7	420	100	8.20	0.9136	2.0000	2.6232	1.8272	2.3967	4.0000	6.8814	5.2465
128	8	480	100	7.42	0.8701	2.0000	2.6812	1.7403	2.3330	4.0000	7.1891	5.3625
129	9	540	100	6.78	0.8314	2.0000	2.7324	1.6627	2.2716	4.0000	7.4660	5.4648
130	10	600	100	6.26	0.7966	2.0000	2.7782	1.5931	2.2130	4.0000	7.7181	5.5563
131	11	660	100	5.83	0.7658	2.0000	2.8195	1.5317	2.1593	4.0000	7.9498	5.6391
132	12	720	100	5.47	0.7380	2.0000	2.8573	1.4759	2.1086	4.0000	8.1643	5.7147
133	13	780	100	5.15	0.7114	2.0000	2.8921	1.4228	2.0574	4.0000	8.3642	5.7842
134	14	840	100	4.87	0.6872	2.0000	2.9243	1.3745	2.0096	4.0000	8.5514	5.8486
135	15	900	100	4.63	0.6651	2.0000	2.9542	1.3303	1.9650	4.0000	8.7275	5.9085
136	16	960	100	4.41	0.6444	2.0000	2.9823	1.2887	1.9217	4.0000	8.8939	5.9645
137	17	1020	100	4.21	0.6242	2.0000	3.0086	1.2485	1.8781	4.0000	9.0517	6.0172
138	18	1080	100	4.03	0.6051	2.0000	3.0334	1.2101	1.8354	4.0000	9.2017	6.0668
139	19	1140	100	3.86	0.5871	2.0000	3.0569	1.1743	1.7948	4.0000	9.3447	6.1138
140	20	1200	100	3.72	0.5704	2.0000	3.0792	1.1407	1.7562	4.0000	9.4814	6.1584
141	21	1260	100	3.59	0.5546	2.0000	3.1004	1.1092	1.7195	4.0000	9.6123	6.2007
142	22	1320	100	3.47	0.5398	2.0000	3.1206	1.0795	1.6844	4.0000	9.7380	6.2411
143	23	1380	100	3.35	0.5253	2.0000	3.1399	1.0506	1.6494	4.0000	9.8588	6.2798
144	24	1440	100	3.25	0.5116	2.0000	3.1584	1.0233	1.6159	4.0000	9.9753	6.3167
Σ =				86.8568	168.0000	398.8100	113.0067	227.2078	243.8006	1122.4614	465.2783	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.4.2

Parámetros de la ecuación del Método Dick Peschke estación Mañazo.

Nº	D (min)	Tr (años)	I (mm/hr)	Y=Log(I)	X ₁ =Log(Tr)	X ₂ =Log(D)	X ₁ *Y	X ₂ *Y	(X ₁) ²	(X ₂) ²	X ₁ X ₂
1	5	2	87.16	1.9403	0.3010	0.6990	0.5841	1.3562	0.0906	0.4886	0.2104
2	10	2	51.83	1.7146	0.3010	1.0000	0.5161	1.7146	0.0906	1.0000	0.3010
3	15	2	38.24	1.5825	0.3010	1.1761	0.4764	1.8611	0.0906	1.3832	0.3540
4	20	2	30.82	1.4888	0.3010	1.3010	0.4482	1.9369	0.0906	1.6927	0.3916
5	25	2	26.07	1.4161	0.3010	1.3979	0.4263	1.9796	0.0906	1.9542	0.4208
6	30	2	22.74	1.3567	0.3010	1.4771	0.4084	2.0040	0.0906	2.1819	0.4447
7	35	2	20.25	1.3065	0.3010	1.5441	0.3933	2.0173	0.0906	2.3841	0.4648
8	40	2	18.32	1.2630	0.3010	1.6021	0.3802	2.0234	0.0906	2.5666	0.4823
9	45	2	16.77	1.2246	0.3010	1.6532	0.3687	2.0246	0.0906	2.7331	0.4977
10	50	2	15.50	1.1903	0.3010	1.6990	0.3583	2.0223	0.0906	2.8865	0.5114
11	55	2	14.43	1.1593	0.3010	1.7404	0.3490	2.0176	0.0906	3.0289	0.5239
12	60	2	13.52	1.1309	0.3010	1.7782	0.3404	2.0110	0.0906	3.1618	0.5353
13	5	5	110.78	2.0444	0.6990	0.6990	1.4290	1.4290	0.4886	0.4886	0.4886
14	10	5	65.87	1.8187	0.6990	1.0000	1.2712	1.8187	0.4886	1.0000	0.6990
15	15	5	48.60	1.6866	0.6990	1.1761	1.1789	1.9836	0.4886	1.3832	0.8221
16	20	5	39.17	1.5929	0.6990	1.3010	1.1134	2.0724	0.4886	1.6927	0.9094
17	25	5	33.13	1.5202	0.6990	1.3979	1.0626	2.1252	0.4886	1.9542	0.9771
18	30	5	28.90	1.4608	0.6990	1.4771	1.0211	2.1578	0.4886	2.1819	1.0325
19	35	5	25.74	1.4106	0.6990	1.5441	0.9860	2.1781	0.4886	2.3841	1.0793
20	40	5	23.29	1.3671	0.6990	1.6021	0.9556	2.1902	0.4886	2.5666	1.1198
21	45	5	21.32	1.3288	0.6990	1.6532	0.9288	2.1967	0.4886	2.7331	1.1555
22	50	5	19.70	1.2944	0.6990	1.6990	0.9048	2.1992	0.4886	2.8865	1.1875
23	55	5	18.34	1.2634	0.6990	1.7404	0.8831	2.1988	0.4886	3.0289	1.2165
24	60	5	17.18	1.2351	0.6990	1.7782	0.8633	2.1961	0.4886	3.1618	1.2429
25	5	10	131.68	2.1195	1.0000	0.6990	2.1195	1.4815	1.0000	0.4886	0.6990
26	10	10	78.30	1.8938	1.0000	1.0000	1.8938	1.8938	1.0000	1.0000	1.0000
27	15	10	57.77	1.7617	1.0000	1.1761	1.7617	2.0719	1.0000	1.3832	1.1761
28	20	10	46.56	1.6680	1.0000	1.3010	1.6680	2.1701	1.0000	1.6927	1.3010
29	25	10	39.38	1.5953	1.0000	1.3979	1.5953	2.2301	1.0000	1.9542	1.3979
30	30	10	34.35	1.5359	1.0000	1.4771	1.5359	2.2687	1.0000	2.1819	1.4771
31	35	10	30.60	1.4857	1.0000	1.5441	1.4857	2.2940	1.0000	2.3841	1.5441
32	40	10	27.68	1.4422	1.0000	1.6021	1.4422	2.3105	1.0000	2.5666	1.6021
33	45	10	25.34	1.4038	1.0000	1.6532	1.4038	2.3209	1.0000	2.7331	1.6532
34	50	10	23.42	1.3695	1.0000	1.6990	1.3695	2.3268	1.0000	2.8865	1.6990
35	55	10	21.80	1.3385	1.0000	1.7404	1.3385	2.3295	1.0000	3.0289	1.7404
36	60	10	20.42	1.3101	1.0000	1.7782	1.3101	2.3296	1.0000	3.1618	1.7782
37	5	20	155.87	2.1928	1.3010	0.6990	2.8529	1.5327	1.6927	0.4886	0.9094
38	10	20	92.68	1.9670	1.3010	1.0000	2.5591	1.9670	1.6927	1.0000	1.3010
39	15	20	68.38	1.8349	1.3010	1.1761	2.3873	2.1580	1.6927	1.3832	1.5301
40	20	20	55.11	1.7412	1.3010	1.3010	2.2654	2.2654	1.6927	1.6927	1.6927
41	25	20	46.62	1.6685	1.3010	1.3979	2.1708	2.3325	1.6927	1.9542	1.8188
42	30	20	40.66	1.6092	1.3010	1.4771	2.0936	2.3769	1.6927	2.1819	1.9218
43	35	20	36.22	1.5589	1.3010	1.5441	2.0282	2.4071	1.6927	2.3841	2.0089
44	40	20	32.77	1.5155	1.3010	1.6021	1.9716	2.4278	1.6927	2.5666	2.0843
45	45	20	30.00	1.4771	1.3010	1.6532	1.9217	2.4419	1.6927	2.7331	2.1509
46	50	20	27.72	1.4428	1.3010	1.6990	1.8771	2.4512	1.6927	2.8865	2.2104
47	55	20	25.81	1.4117	1.3010	1.7404	1.8367	2.4569	1.6927	3.0289	2.2643
48	60	20	24.18	1.3834	1.3010	1.7782	1.7998	2.4599	1.6927	3.1618	2.3134
49	5	50	193.62	2.2870	1.6990	0.6990	3.8855	1.5985	2.8865	0.4886	1.1875
50	10	50	115.13	2.0612	1.6990	1.0000	3.5019	2.0612	2.8865	1.0000	1.6990
51	15	50	84.94	1.9291	1.6990	1.1761	3.2775	2.2688	2.8865	1.3832	1.9981
52	20	50	68.46	1.8354	1.6990	1.3010	3.1183	2.3879	2.8865	1.6927	2.2104
53	25	50	57.91	1.7627	1.6990	1.3979	2.9948	2.4642	2.8865	1.9542	2.3751
54	30	50	50.51	1.7033	1.6990	1.4771	2.8939	2.5160	2.8865	2.1819	2.5096
55	35	50	44.99	1.6531	1.6990	1.5441	2.8086	2.5525	2.8865	2.3841	2.6233
56	40	50	40.70	1.6096	1.6990	1.6021	2.7347	2.5787	2.8865	2.5666	2.7219
57	45	50	37.26	1.5713	1.6990	1.6532	2.6695	2.5976	2.8865	2.7331	2.8088
58	50	50	34.43	1.5370	1.6990	1.6990	2.6112	2.6112	2.8865	2.8865	2.8865
59	55	50	32.06	1.5059	1.6990	1.7404	2.5585	2.6208	2.8865	3.0289	2.9568
60	60	50	30.03	1.4776	1.6990	1.7782	2.5103	2.6273	2.8865	3.1618	3.0210
61	5	100	227.08	2.3562	2.0000	0.6990	4.7124	1.6469	4.0000	0.4886	1.3979
62	10	100	135.02	2.1304	2.0000	1.0000	4.2608	2.1304	4.0000	1.0000	2.0000
63	15	100	99.62	1.9983	2.0000	1.1761	3.9967	2.3502	4.0000	1.3832	2.3522
64	20	100	80.28	1.9046	2.0000	1.3010	3.8093	2.4780	4.0000	1.6927	2.6021
65	25	100	67.91	1.8319	2.0000	1.3979	3.6639	2.5610	4.0000	1.9542	2.7959
66	30	100	59.23	1.7726	2.0000	1.4771	3.5451	2.6183	4.0000	2.1819	2.9542
67	35	100	52.77	1.7224	2.0000	1.5441	3.4447	2.6594	4.0000	2.3841	3.0881
68	40	100	47.74	1.6789	2.0000	1.6021	3.3577	2.6896	4.0000	2.5666	3.2041
69	45	100	43.70	1.6405	2.0000	1.6532	3.2810	2.7121	4.0000	2.7331	3.3064
70	50	100	40.38	1.6062	2.0000	1.6990	3.2124	2.7288	4.0000	2.8865	3.3979
71	55	100	37.60	1.5751	2.0000	1.7404	3.1503	2.7413	4.0000	3.0289	3.4807
72	60	100	35.22	1.5468	2.0000	1.7782	3.0936	2.7504	4.0000	3.1618	3.5563
Σ =				116.2209	84.0000	102.4079	141.4279	159.9709	121.9003	152.7695	119.4758

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.4.3

Parámetros de la ecuación del Método F. C. Bell estación Mañazo.

Nº	D (min)	Tr (años)	I (mm/hr)	Y=Log(I)	X ₁ =Log(Tr)	X ₂ =Log(D)	X ₁ *Y	X ₂ *Y	(X ₁) ²	(X ₂) ²	X ₁ X ₂
1	5	2	50.16	1.7003	0.3010	0.6990	0.5119	1.1885	0.0906	0.4886	0.2104
2	10	2	37.54	1.5745	0.3010	1.0000	0.4740	1.5745	0.0906	1.0000	0.3010
3	15	2	30.60	1.4857	0.3010	1.1761	0.4472	1.7473	0.0906	1.3832	0.3540
4	20	2	26.18	1.4180	0.3010	1.3010	0.4268	1.8448	0.0906	1.6927	0.3916
5	25	2	23.08	1.3633	0.3010	1.3979	0.4104	1.9058	0.0906	1.9542	0.4208
6	30	2	20.77	1.3173	0.3010	1.4771	0.3966	1.9459	0.0906	2.1819	0.4447
7	35	2	18.96	1.2777	0.3010	1.5441	0.3846	1.9729	0.0906	2.3841	0.4648
8	40	2	17.50	1.2429	0.3010	1.6021	0.3742	1.9912	0.0906	2.5666	0.4823
9	45	2	16.29	1.2118	0.3010	1.6532	0.3648	2.0034	0.0906	2.7331	0.4977
10	50	2	15.27	1.1838	0.3010	1.6990	0.3563	2.0112	0.0906	2.8865	0.5114
11	55	2	14.39	1.1581	0.3010	1.7404	0.3486	2.0156	0.0906	3.0289	0.5239
12	60	2	13.63	1.1346	0.3010	1.7782	0.3415	2.0175	0.0906	3.1618	0.5353
13	5	5	64.66	1.8106	0.6990	0.6990	1.2656	1.2656	0.4886	0.4886	0.4886
14	10	5	48.39	1.6848	0.6990	1.0000	1.1776	1.6848	0.4886	1.0000	0.6990
15	15	5	39.44	1.5960	0.6990	1.1761	1.1155	1.8770	0.4886	1.3832	0.8221
16	20	5	33.75	1.5283	0.6990	1.3010	1.0682	1.9883	0.4886	1.6927	0.9094
17	25	5	29.75	1.4735	0.6990	1.3979	1.0300	2.0599	0.4886	1.9542	0.9771
18	30	5	26.77	1.4276	0.6990	1.4771	0.9979	2.1088	0.4886	2.1819	1.0325
19	35	5	24.44	1.3880	0.6990	1.5441	0.9702	2.1432	0.4886	2.3841	1.0793
20	40	5	22.55	1.3532	0.6990	1.6021	0.9459	2.1679	0.4886	2.5666	1.1198
21	45	5	21.00	1.3221	0.6990	1.6532	0.9241	2.1858	0.4886	2.7331	1.1555
22	50	5	19.68	1.2941	0.6990	1.6990	0.9045	2.1986	0.4886	2.8865	1.1875
23	55	5	18.55	1.2684	0.6990	1.7404	0.8866	2.2075	0.4886	3.0289	1.2165
24	60	5	17.57	1.2449	0.6990	1.7782	0.8701	2.2136	0.4886	3.1618	1.2429
25	5	10	75.63	1.8787	1.0000	0.6990	1.8787	1.3131	1.0000	0.4886	0.6990
26	10	10	56.60	1.7528	1.0000	1.0000	1.7528	1.7528	1.0000	1.0000	1.0000
27	15	10	46.13	1.6640	1.0000	1.1761	1.6640	1.9570	1.0000	1.3832	1.1761
28	20	10	39.47	1.5963	1.0000	1.3010	1.5963	2.0768	1.0000	1.6927	1.3010
29	25	10	34.80	1.5416	1.0000	1.3979	1.5416	2.1551	1.0000	1.9542	1.3979
30	30	10	31.31	1.4957	1.0000	1.4771	1.4957	2.2093	1.0000	2.1819	1.4771
31	35	10	28.58	1.4561	1.0000	1.5441	1.4561	2.2483	1.0000	2.3841	1.5441
32	40	10	26.38	1.4213	1.0000	1.6021	1.4213	2.2770	1.0000	2.5666	1.6021
33	45	10	24.56	1.3902	1.0000	1.6532	1.3902	2.2983	1.0000	2.7331	1.6532
34	50	10	23.02	1.3621	1.0000	1.6990	1.3621	2.3142	1.0000	2.8865	1.6990
35	55	10	21.70	1.3365	1.0000	1.7404	1.3365	2.3260	1.0000	3.0289	1.7404
36	60	10	20.56	1.3129	1.0000	1.7782	1.3129	2.3346	1.0000	3.1618	1.7782
37	5	20	86.60	1.9375	1.3010	0.6990	2.5208	1.3543	1.6927	0.4886	0.9094
38	10	20	64.81	1.8117	1.3010	1.0000	2.3570	1.8117	1.6927	1.0000	1.3010
39	15	20	52.83	1.7229	1.3010	1.1761	2.2415	2.0262	1.6927	1.3832	1.5301
40	20	20	45.20	1.6551	1.3010	1.3010	2.1534	2.1534	1.6927	1.6927	1.6927
41	25	20	39.85	1.6004	1.3010	1.3979	2.0822	2.2373	1.6927	1.9542	1.8188
42	30	20	35.85	1.5545	1.3010	1.4771	2.0225	2.2962	1.6927	2.1819	1.9218
43	35	20	32.73	1.5149	1.3010	1.5441	1.9709	2.3391	1.6927	2.3841	2.0089
44	40	20	30.21	1.4801	1.3010	1.6021	1.9257	2.3712	1.6927	2.5666	2.0843
45	45	20	28.12	1.4490	1.3010	1.6532	1.8852	2.3955	1.6927	2.7331	2.1509
46	50	20	26.36	1.4209	1.3010	1.6990	1.8487	2.4141	1.6927	2.8865	2.2104
47	55	20	24.85	1.3953	1.3010	1.7404	1.8154	2.4284	1.6927	3.0289	2.2643
48	60	20	23.54	1.3718	1.3010	1.7782	1.7847	2.4392	1.6927	3.1618	2.3134
49	5	50	101.10	2.0048	1.6990	0.6990	3.4060	1.4013	2.8865	0.4886	1.1875
50	10	50	75.67	1.8789	1.6990	1.0000	3.1922	1.8789	2.8865	1.0000	1.6990
51	15	50	61.67	1.7901	1.6990	1.1761	3.0413	2.1053	2.8865	1.3832	1.9981
52	20	50	52.77	1.7224	1.6990	1.3010	2.9263	2.2409	2.8865	1.6927	2.2104
53	25	50	46.52	1.6677	1.6990	1.3979	2.8333	2.3313	2.8865	1.9542	2.3751
54	30	50	41.85	1.6217	1.6990	1.4771	2.7553	2.3955	2.8865	2.1819	2.5096
55	35	50	38.21	1.5822	1.6990	1.5441	2.6880	2.4430	2.8865	2.3841	2.6233
56	40	50	35.26	1.5473	1.6990	1.6021	2.6289	2.4789	2.8865	2.5666	2.7219
57	45	50	32.83	1.5163	1.6990	1.6532	2.5761	2.5067	2.8865	2.7331	2.8088
58	50	50	30.77	1.4882	1.6990	1.6990	2.5284	2.5284	2.8865	2.8865	2.8865
59	55	50	29.01	1.4626	1.6990	1.7404	2.4848	2.5454	2.8865	3.0289	2.9568
60	60	50	27.48	1.4390	1.6990	1.7782	2.4448	2.5588	2.8865	3.1618	3.0210
61	5	100	112.07	2.0495	2.0000	0.6990	4.0990	1.4325	4.0000	0.4886	1.3979
62	10	100	83.88	1.9236	2.0000	1.0000	3.8473	1.9236	4.0000	1.0000	2.0000
63	15	100	68.36	1.8348	2.0000	1.1761	3.6697	2.1579	4.0000	1.3832	2.3522
64	20	100	58.49	1.7671	2.0000	1.3010	3.5342	2.2991	4.0000	1.6927	2.6021
65	25	100	51.57	1.7124	2.0000	1.3979	3.4248	2.3938	4.0000	1.9542	2.7959
66	30	100	46.40	1.6665	2.0000	1.4771	3.3330	2.4616	4.0000	2.1819	2.9542
67	35	100	42.35	1.6269	2.0000	1.5441	3.2538	2.5120	4.0000	2.3841	3.0881
68	40	100	39.09	1.5921	2.0000	1.6021	3.1841	2.5506	4.0000	2.5666	3.2041
69	45	100	36.39	1.5610	2.0000	1.6532	3.1220	2.5807	4.0000	2.7331	3.3064
70	50	100	34.11	1.5329	2.0000	1.6990	3.0658	2.6044	4.0000	2.8865	3.3979
71	55	100	32.16	1.5073	2.0000	1.7404	3.0146	2.6232	4.0000	3.0289	3.4807
72	60	100	30.46	1.4837	2.0000	1.7782	2.9675	2.6383	4.0000	3.1618	3.5563
Σ =				110.5610	84.0000	102.4079	133.8305	153.4408	121.9003	152.7695	119.4758

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.4.4

Parámetros de la ecuación del Método SCS estación Illpa.

Nº	T (hr)	D (min)	Tr (años)	I (mm/hr)	Y=Log(I)	X ₁ =Log(Tr)	X ₂ =Log(D)	X ₁ *Y	X ₂ *Y	(X ₁) ²	(X ₂) ²	X ₁ X ₂
1	1	60	2	12.50	1.0968	0.3010	1.7782	0.3302	1.9503	0.0906	3.1618	0.5353
2	2	120	2	7.90	0.8978	0.3010	2.0792	0.2703	1.8666	0.0906	4.3230	0.6259
3	3	180	2	5.80	0.7638	0.3010	2.2553	0.2299	1.7226	0.0906	5.0863	0.6789
4	4	240	2	4.71	0.6732	0.3010	2.3802	0.2027	1.6024	0.0906	5.6654	0.7165
5	5	300	2	3.97	0.5987	0.3010	2.4771	0.1802	1.4830	0.0906	6.1361	0.7457
6	6	360	2	3.46	0.5389	0.3010	2.5563	0.1622	1.3776	0.0906	6.5347	0.7695
7	7	420	2	3.08	0.4882	0.3010	2.6232	0.1470	1.2806	0.0906	6.8814	0.7897
8	8	480	2	2.78	0.4447	0.3010	2.6812	0.1339	1.1923	0.0906	7.1891	0.8071
9	9	540	2	2.55	0.4059	0.3010	2.7324	0.1222	1.1091	0.0906	7.4660	0.8225
10	10	600	2	2.35	0.3711	0.3010	2.7782	0.1117	1.0310	0.0906	7.7181	0.8363
11	11	660	2	2.19	0.3404	0.3010	2.8195	0.1025	0.9598	0.0906	7.9498	0.8488
12	12	720	2	2.05	0.3125	0.3010	2.8573	0.0941	0.8930	0.0906	8.1643	0.8601
13	13	780	2	1.93	0.2859	0.3010	2.8921	0.0861	0.8270	0.0906	8.3642	0.8706
14	14	840	2	1.83	0.2618	0.3010	2.9243	0.0788	0.7655	0.0906	8.5514	0.8803
15	15	900	2	1.74	0.2397	0.3010	2.9542	0.0722	0.7081	0.0906	8.7275	0.8893
16	16	960	2	1.66	0.2189	0.3010	2.9823	0.0659	0.6529	0.0906	8.8939	0.8978
17	17	1020	2	1.58	0.1988	0.3010	3.0086	0.0598	0.5981	0.0906	9.0517	0.9057
18	18	1080	2	1.51	0.1796	0.3010	3.0334	0.0541	0.5448	0.0906	9.2017	0.9132
19	19	1140	2	1.45	0.1617	0.3010	3.0569	0.0487	0.4943	0.0906	9.3447	0.9202
20	20	1200	2	1.40	0.1449	0.3010	3.0792	0.0436	0.4462	0.0906	9.4814	0.9269
21	21	1260	2	1.35	0.1292	0.3010	3.1004	0.0389	0.4004	0.0906	9.6123	0.9333
22	22	1320	2	1.30	0.1143	0.3010	3.1206	0.0344	0.3567	0.0906	9.7380	0.9394
23	23	1380	2	1.26	0.0999	0.3010	3.1399	0.0301	0.3136	0.0906	9.8588	0.9452
24	24	1440	2	1.22	0.0862	0.3010	3.1584	0.0259	0.2722	0.0906	9.9753	0.9508
25	1	60	5	15.59	1.1930	0.6990	1.7782	0.8338	2.1213	0.4886	3.1618	1.2429
26	2	120	5	9.86	0.9939	0.6990	2.0792	0.6947	2.0665	0.4886	4.3230	1.4533
27	3	180	5	7.24	0.8599	0.6990	2.2553	0.6011	1.9394	0.4886	5.0863	1.5764
28	4	240	5	5.88	0.7694	0.6990	2.3802	0.5378	1.8312	0.4886	5.6654	1.6637
29	5	300	5	4.95	0.6948	0.6990	2.4771	0.4856	1.7211	0.4886	6.1361	1.7314
30	6	360	5	4.32	0.6350	0.6990	2.5563	0.4439	1.6233	0.4886	6.5347	1.7868
31	7	420	5	3.84	0.5843	0.6990	2.6232	0.4084	1.5328	0.4886	6.8814	1.8336
32	8	480	5	3.47	0.5408	0.6990	2.6812	0.3780	1.4501	0.4886	7.1891	1.8741
33	9	540	5	3.18	0.5021	0.6990	2.7324	0.3509	1.3718	0.4886	7.4660	1.9099
34	10	600	5	2.93	0.4673	0.6990	2.7782	0.3266	1.2981	0.4886	7.7181	1.9418
35	11	660	5	2.73	0.4365	0.6990	2.8195	0.3051	1.2309	0.4886	7.9498	1.9708
36	12	720	5	2.56	0.4087	0.6990	2.8573	0.2856	1.1677	0.4886	8.1643	1.9972
37	13	780	5	2.41	0.3821	0.6990	2.8921	0.2671	1.1050	0.4886	8.3642	2.0215
38	14	840	5	2.28	0.3579	0.6990	2.9243	0.2502	1.0467	0.4886	8.5514	2.0440
39	15	900	5	2.17	0.3358	0.6990	2.9542	0.2347	0.9921	0.4886	8.7275	2.0649
40	16	960	5	2.07	0.3151	0.6990	2.9823	0.2202	0.9396	0.4886	8.8939	2.0845
41	17	1020	5	1.97	0.2949	0.6990	3.0086	0.2061	0.8873	0.4886	9.0517	2.1029
42	18	1080	5	1.89	0.2757	0.6990	3.0334	0.1927	0.8365	0.4886	9.2017	2.1203
43	19	1140	5	1.81	0.2578	0.6990	3.0569	0.1802	0.7882	0.4886	9.3447	2.1367
44	20	1200	5	1.74	0.2411	0.6990	3.0792	0.1685	0.7423	0.4886	9.4814	2.1523
45	21	1260	5	1.68	0.2253	0.6990	3.1004	0.1575	0.6985	0.4886	9.6123	2.1671
46	22	1320	5	1.62	0.2105	0.6990	3.1206	0.1471	0.6567	0.4886	9.7380	2.1812
47	23	1380	5	1.57	0.1960	0.6990	3.1399	0.1370	0.6154	0.4886	9.8588	2.1947
48	24	1440	5	1.52	0.1823	0.6990	3.1584	0.1274	0.5758	0.4886	9.9753	2.2076
49	1	60	10	17.51	1.2433	1.0000	1.7782	1.2433	2.2107	1.0000	3.1618	1.7782
50	2	120	10	11.07	1.0442	1.0000	2.0792	1.0442	2.1711	1.0000	4.3230	2.0792
51	3	180	10	8.13	0.9102	1.0000	2.2553	0.9102	2.0528	1.0000	5.0863	2.2553
52	4	240	10	6.60	0.8197	1.0000	2.3802	0.8197	1.9510	1.0000	5.6654	2.3802
53	5	300	10	5.56	0.7451	1.0000	2.4771	0.7451	1.8457	1.0000	6.1361	2.4771
54	6	360	10	4.85	0.6853	1.0000	2.5563	0.6853	1.7519	1.0000	6.5347	2.5563
55	7	420	10	4.31	0.6346	1.0000	2.6232	0.6346	1.6648	1.0000	6.8814	2.6232
56	8	480	10	3.90	0.5911	1.0000	2.6812	0.5911	1.5850	1.0000	7.1891	2.6812
57	9	540	10	3.57	0.5524	1.0000	2.7324	0.5524	1.5093	1.0000	7.4660	2.7324
58	10	600	10	3.29	0.5176	1.0000	2.7782	0.5176	1.4378	1.0000	7.7181	2.7782
59	11	660	10	3.07	0.4868	1.0000	2.8195	0.4868	1.3727	1.0000	7.9498	2.8195
60	12	720	10	2.88	0.4590	1.0000	2.8573	0.4590	1.3114	1.0000	8.1643	2.8573
61	13	780	10	2.71	0.4324	1.0000	2.8921	0.4324	1.2505	1.0000	8.3642	2.8921
62	14	840	10	2.56	0.4082	1.0000	2.9243	0.4082	1.1937	1.0000	8.5514	2.9243
63	15	900	10	2.43	0.3861	1.0000	2.9542	0.3861	1.1407	1.0000	8.7275	2.9542
64	16	960	10	2.32	0.3654	1.0000	2.9823	0.3654	1.0896	1.0000	8.8939	2.9823
65	17	1020	10	2.21	0.3452	1.0000	3.0086	0.3452	1.0387	1.0000	9.0517	3.0086
66	18	1080	10	2.12	0.3260	1.0000	3.0334	0.3260	0.9890	1.0000	9.2017	3.0334
67	19	1140	10	2.03	0.3081	1.0000	3.0569	0.3081	0.9419	1.0000	9.3447	3.0569
68	20	1200	10	1.96	0.2914	1.0000	3.0792	0.2914	0.8971	1.0000	9.4814	3.0792
69	21	1260	10	1.89	0.2756	1.0000	3.1004	0.2756	0.8544	1.0000	9.6123	3.1004
70	22	1320	10	1.82	0.2608	1.0000	3.1206	0.2608	0.8137	1.0000	9.7380	3.1206
71	23	1380	10	1.76	0.2463	1.0000	3.1399	0.2463	0.7734	1.0000	9.8588	3.1399
72	24	1440	10	1.71	0.2326	1.0000	3.1584	0.2326	0.7347	1.0000	9.9753	3.1584
73	1	60	20	19.27	1.2848	1.3010	1.7782	1.6715	2.2846	1.6927	3.1618	2.3134

74	2	120	20	12.18	1.0857	1.3010	2.0792	1.4126	2.2574	1.6927	4.3230	2.7051
75	3	180	20	8.95	0.9518	1.3010	2.2553	1.2383	2.1465	1.6927	5.0863	2.9342
76	4	240	20	7.26	0.8612	1.3010	2.3802	1.1204	2.0498	1.6927	5.6654	3.0967
77	5	300	20	6.12	0.7866	1.3010	2.4771	1.0234	1.9486	1.6927	6.1361	3.2228
78	6	360	20	5.33	0.7269	1.3010	2.5563	0.9457	1.8581	1.6927	6.5347	3.3258
79	7	420	20	4.74	0.6761	1.3010	2.6232	0.8797	1.7737	1.6927	6.8814	3.4129
80	8	480	20	4.29	0.6327	1.3010	2.6812	0.8231	1.6963	1.6927	7.1891	3.4884
81	9	540	20	3.93	0.5939	1.3010	2.7324	0.7727	1.6227	1.6927	7.4660	3.5549
82	10	600	20	3.62	0.5591	1.3010	2.7782	0.7274	1.5532	1.6927	7.7181	3.6145
83	11	660	20	3.38	0.5284	1.3010	2.8195	0.6874	1.4898	1.6927	7.9498	3.6683
84	12	720	20	3.17	0.5005	1.3010	2.8573	0.6512	1.4301	1.6927	8.1643	3.7175
85	13	780	20	2.98	0.4739	1.3010	2.8921	0.6166	1.3706	1.6927	8.3642	3.7627
86	14	840	20	2.82	0.4497	1.3010	2.9243	0.5851	1.3152	1.6927	8.5514	3.8046
87	15	900	20	2.68	0.4277	1.3010	2.9542	0.5564	1.2634	1.6927	8.7275	3.8436
88	16	960	20	2.55	0.4069	1.3010	2.9823	0.5294	1.2135	1.6927	8.8939	3.8800
89	17	1020	20	2.44	0.3868	1.3010	3.0086	0.5032	1.1636	1.6927	9.0517	3.9143
90	18	1080	20	2.33	0.3676	1.3010	3.0334	0.4782	1.1150	1.6927	9.2017	3.9466
91	19	1140	20	2.24	0.3497	1.3010	3.0569	0.4549	1.0689	1.6927	9.3447	3.9771
92	20	1200	20	2.15	0.3329	1.3010	3.0792	0.4331	1.0250	1.6927	9.4814	4.0061
93	21	1260	20	2.08	0.3171	1.3010	3.1004	0.4126	0.9832	1.6927	9.6123	4.0337
94	22	1320	20	2.01	0.3023	1.3010	3.1206	0.3933	0.9433	1.6927	9.7380	4.0600
95	23	1380	20	1.94	0.2878	1.3010	3.1399	0.3745	0.9038	1.6927	9.8588	4.0851
96	24	1440	20	1.88	0.2742	1.3010	3.1584	0.3567	0.8659	1.6927	9.9753	4.1091
97	1	60	50	21.45	1.3315	1.6990	1.7782	2.2622	2.3676	2.8865	3.1618	3.0210
98	2	120	50	13.57	1.1324	1.6990	2.0792	1.9240	2.3546	2.8865	4.3230	3.5325
99	3	180	50	9.97	0.9985	1.6990	2.2553	1.6964	2.2518	2.8865	5.0863	3.8316
100	4	240	50	8.09	0.9079	1.6990	2.3802	1.5425	2.1610	2.8865	5.6654	4.0439
101	5	300	50	6.81	0.8333	1.6990	2.4771	1.4158	2.0643	2.8865	6.1361	4.2086
102	6	360	50	5.94	0.7736	1.6990	2.5563	1.3143	1.9775	2.8865	6.5347	4.3431
103	7	420	50	5.28	0.7229	1.6990	2.6232	1.2281	1.8963	2.8865	6.8814	4.4568
104	8	480	50	4.78	0.6794	1.6990	2.6812	1.1542	1.8216	2.8865	7.1891	4.5553
105	9	540	50	4.37	0.6406	1.6990	2.7324	1.0884	1.7504	2.8865	7.4660	4.6423
106	10	600	50	4.03	0.6058	1.6990	2.7782	1.0292	1.6830	2.8865	7.7181	4.7200
107	11	660	50	3.76	0.5751	1.6990	2.8195	0.9771	1.6215	2.8865	7.9498	4.7903
108	12	720	50	3.53	0.5472	1.6990	2.8573	0.9297	1.5636	2.8865	8.1643	4.8545
109	13	780	50	3.32	0.5206	1.6990	2.8921	0.8845	1.5057	2.8865	8.3642	4.9136
110	14	840	50	3.14	0.4965	1.6990	2.9243	0.8435	1.4518	2.8865	8.5514	4.9683
111	15	900	50	2.98	0.4744	1.6990	2.9542	0.8060	1.4014	2.8865	8.7275	5.0192
112	16	960	50	2.84	0.4536	1.6990	2.9823	0.7707	1.3528	2.8865	8.8939	5.0668
113	17	1020	50	2.71	0.4335	1.6990	3.0086	0.7365	1.3042	2.8865	9.0517	5.1115
114	18	1080	50	2.60	0.4143	1.6990	3.0334	0.7039	1.2567	2.8865	9.2017	5.1537
115	19	1140	50	2.49	0.3964	1.6990	3.0569	0.6734	1.2117	2.8865	9.3447	5.1936
116	20	1200	50	2.40	0.3796	1.6990	3.0792	0.6449	1.1689	2.8865	9.4814	5.2314
117	21	1260	50	2.31	0.3638	1.6990	3.1004	0.6182	1.1280	2.8865	9.6123	5.2674
118	22	1320	50	2.23	0.3490	1.6990	3.1206	0.5929	1.0891	2.8865	9.7380	5.3018
119	23	1380	50	2.16	0.3346	1.6990	3.1399	0.5684	1.0505	2.8865	9.8588	5.3346
120	24	1440	50	2.09	0.3209	1.6990	3.1584	0.5452	1.0134	2.8865	9.9753	5.3660
121	1	60	100	23.05	1.3627	2.0000	1.7782	2.7253	2.4230	4.0000	3.1618	3.5563
122	2	120	100	14.57	1.1636	2.0000	2.0792	2.3272	2.4193	4.0000	4.3230	4.1584
123	3	180	100	10.71	1.0296	2.0000	2.2553	2.0592	2.3221	4.0000	5.0863	4.5105
124	4	240	100	8.69	0.9391	2.0000	2.3802	1.8781	2.2351	4.0000	5.6654	4.7604
125	5	300	100	7.32	0.8645	2.0000	2.4771	1.7290	2.1414	4.0000	6.1361	4.9542
126	6	360	100	6.38	0.8047	2.0000	2.5563	1.6094	2.0571	4.0000	6.5347	5.1126
127	7	420	100	5.68	0.7540	2.0000	2.6232	1.5080	1.9780	4.0000	6.8814	5.2465
128	8	480	100	5.13	0.7105	2.0000	2.6812	1.4210	1.9051	4.0000	7.1891	5.3625
129	9	540	100	4.70	0.6717	2.0000	2.7324	1.3435	1.8355	4.0000	7.4660	5.4648
130	10	600	100	4.33	0.6369	2.0000	2.7782	1.2739	1.7695	4.0000	7.7181	5.5563
131	11	660	100	4.04	0.6062	2.0000	2.8195	1.2125	1.7093	4.0000	7.9498	5.6391
132	12	720	100	3.79	0.5784	2.0000	2.8573	1.1567	1.6526	4.0000	8.1643	5.7147
133	13	780	100	3.56	0.5518	2.0000	2.8921	1.1035	1.5958	4.0000	8.3642	5.7842
134	14	840	100	3.37	0.5276	2.0000	2.9243	1.0552	1.5429	4.0000	8.5514	5.8486
135	15	900	100	3.20	0.5055	2.0000	2.9542	1.0111	1.4934	4.0000	8.7275	5.9085
136	16	960	100	3.05	0.4848	2.0000	2.9823	0.9695	1.4457	4.0000	8.8939	5.9645
137	17	1020	100	2.91	0.4646	2.0000	3.0086	0.9292	1.3979	4.0000	9.0517	6.0172
138	18	1080	100	2.79	0.4454	2.0000	3.0334	0.8909	1.3512	4.0000	9.2017	6.0668
139	19	1140	100	2.68	0.4275	2.0000	3.0569	0.8551	1.3069	4.0000	9.3447	6.1138
140	20	1200	100	2.57	0.4107	2.0000	3.0792	0.8215	1.2648	4.0000	9.4814	6.1584
141	21	1260	100	2.48	0.3950	2.0000	3.1004	0.7900	1.2246	4.0000	9.6123	6.2007
142	22	1320	100	2.40	0.3801	2.0000	3.1206	0.7603	1.1863	4.0000	9.7380	6.2411
143	23	1380	100	2.32	0.3657	2.0000	3.1399	0.7314	1.1482	4.0000	9.8588	6.2798
144	24	1440	100	2.25	0.3520	2.0000	3.1584	0.7040	1.1118	4.0000	9.9753	6.3167
Σ =				76.6628	168.0000	398.8100	96.6958	198.9752	243.8006	1122.4614	465.2783	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.4.5

Parámetros de la ecuación del Método Dick Peschke estación Illpa.

Nº	D (min)	Tr (años)	I (mm/hr)	Y=Log(I)	X ₁ =Log(Tr)	X ₂ =Log(D)	X ₁ *Y	X ₂ *Y	(X ₁) ²	(X ₂) ²	X ₁ X ₂
1	5	2	85.26	1.9307	0.3010	0.6990	0.5812	1.3495	0.0906	0.4886	0.2104
2	10	2	50.69	1.7050	0.3010	1.0000	0.5132	1.7050	0.0906	1.0000	0.3010
3	15	2	37.40	1.5729	0.3010	1.1761	0.4735	1.8499	0.0906	1.3832	0.3540
4	20	2	30.14	1.4792	0.3010	1.3010	0.4453	1.9245	0.0906	1.6927	0.3916
5	25	2	25.50	1.4065	0.3010	1.3979	0.4234	1.9662	0.0906	1.9542	0.4208
6	30	2	22.24	1.3471	0.3010	1.4771	0.4055	1.9899	0.0906	2.1819	0.4447
7	35	2	19.81	1.2969	0.3010	1.5441	0.3904	2.0025	0.0906	2.3841	0.4648
8	40	2	17.92	1.2534	0.3010	1.6021	0.3773	2.0081	0.0906	2.5666	0.4823
9	45	2	16.41	1.2151	0.3010	1.6532	0.3658	2.0087	0.0906	2.7331	0.4977
10	50	2	15.16	1.1807	0.3010	1.6990	0.3554	2.0060	0.0906	2.8865	0.5114
11	55	2	14.12	1.1497	0.3010	1.7404	0.3461	2.0009	0.0906	3.0289	0.5239
12	60	2	13.22	1.1214	0.3010	1.7782	0.3376	1.9939	0.0906	3.1618	0.5353
13	5	5	106.38	2.0269	0.6990	0.6990	1.4167	1.4167	0.4886	0.4886	0.4886
14	10	5	63.26	1.8011	0.6990	1.0000	1.2589	1.8011	0.4886	1.0000	0.6990
15	15	5	46.67	1.6690	0.6990	1.1761	1.1666	1.9629	0.4886	1.3832	0.8221
16	20	5	37.61	1.5753	0.6990	1.3010	1.1011	2.0495	0.4886	1.6927	0.9094
17	25	5	31.82	1.5026	0.6990	1.3979	1.0503	2.1006	0.4886	1.9542	0.9771
18	30	5	27.75	1.4433	0.6990	1.4771	1.0088	2.1319	0.4886	2.1819	1.0325
19	35	5	24.72	1.3930	0.6990	1.5441	0.9737	2.1510	0.4886	2.3841	1.0793
20	40	5	22.36	1.3496	0.6990	1.6021	0.9433	2.1621	0.4886	2.5666	1.1198
21	45	5	20.47	1.3112	0.6990	1.6532	0.9165	2.1677	0.4886	2.7331	1.1555
22	50	5	18.92	1.2769	0.6990	1.6990	0.8925	2.1694	0.4886	2.8865	1.1875
23	55	5	17.61	1.2458	0.6990	1.7404	0.8708	2.1682	0.4886	3.0289	1.2165
24	60	5	16.50	1.2175	0.6990	1.7782	0.8510	2.1649	0.4886	3.1618	1.2429
25	5	10	119.45	2.0772	1.0000	0.6990	2.0772	1.4519	1.0000	0.4886	0.6990
26	10	10	71.02	1.8514	1.0000	1.0000	1.8514	1.8514	1.0000	1.0000	1.0000
27	15	10	52.40	1.7193	1.0000	1.1761	1.7193	2.0221	1.0000	1.3832	1.1761
28	20	10	42.23	1.6256	1.0000	1.3010	1.6256	2.1150	1.0000	1.6927	1.3010
29	25	10	35.72	1.5529	1.0000	1.3979	1.5529	2.1709	1.0000	1.9542	1.3979
30	30	10	31.16	1.4936	1.0000	1.4771	1.4936	2.2062	1.0000	2.1819	1.4771
31	35	10	27.76	1.4433	1.0000	1.5441	1.4433	2.2286	1.0000	2.3841	1.5441
32	40	10	25.11	1.3999	1.0000	1.6021	1.3999	2.2426	1.0000	2.5666	1.6021
33	45	10	22.99	1.3615	1.0000	1.6532	1.3615	2.2508	1.0000	2.7331	1.6532
34	50	10	21.24	1.3272	1.0000	1.6990	1.3272	2.2548	1.0000	2.8865	1.6990
35	55	10	19.78	1.2961	1.0000	1.7404	1.2961	2.2557	1.0000	3.0289	1.7404
36	60	10	18.53	1.2678	1.0000	1.7782	1.2678	2.2543	1.0000	3.1618	1.7782
37	5	20	131.43	2.1187	1.3010	0.6990	2.7565	1.4809	1.6927	0.4886	0.9094
38	10	20	78.15	1.8929	1.3010	1.0000	2.4627	1.8929	1.6927	1.0000	1.3010
39	15	20	57.66	1.7609	1.3010	1.1761	2.2909	2.0709	1.6927	1.3832	1.5301
40	20	20	46.47	1.6671	1.3010	1.3010	2.1690	2.1690	1.6927	1.6927	1.6927
41	25	20	39.31	1.5945	1.3010	1.3979	2.0744	2.2290	1.6927	1.9542	1.8188
42	30	20	34.28	1.5351	1.3010	1.4771	1.9972	2.2675	1.6927	2.1819	1.9218
43	35	20	30.54	1.4849	1.3010	1.5441	1.9319	2.2927	1.6927	2.3841	2.0089
44	40	20	27.63	1.4414	1.3010	1.6021	1.8753	2.3092	1.6927	2.5666	2.0843
45	45	20	25.29	1.4030	1.3010	1.6532	1.8254	2.3195	1.6927	2.7331	2.1509
46	50	20	23.37	1.3687	1.3010	1.6990	1.7807	2.3254	1.6927	2.8865	2.2104
47	55	20	21.76	1.3377	1.3010	1.7404	1.7403	2.3280	1.6927	3.0289	2.2643
48	60	20	20.38	1.3093	1.3010	1.7782	1.7035	2.3281	1.6927	3.1618	2.3134
49	5	50	146.36	2.1654	1.6990	0.6990	3.6790	1.5136	2.8865	0.4886	1.1875
50	10	50	87.03	1.9396	1.6990	1.0000	3.2954	1.9396	2.8865	1.0000	1.6990
51	15	50	64.21	1.8076	1.6990	1.1761	3.0710	2.1259	2.8865	1.3832	1.9981
52	20	50	51.75	1.7139	1.6990	1.3010	2.9118	2.2298	2.8865	1.6927	2.2104
53	25	50	43.77	1.6412	1.6990	1.3979	2.7883	2.2943	2.8865	1.9542	2.3751
54	30	50	38.18	1.5818	1.6990	1.4771	2.6874	2.3365	2.8865	2.1819	2.5096
55	35	50	34.01	1.5316	1.6990	1.5441	2.6021	2.3649	2.8865	2.3841	2.6233
56	40	50	30.77	1.4881	1.6990	1.6021	2.5282	2.3840	2.8865	2.5666	2.7219
57	45	50	28.17	1.4497	1.6990	1.6532	2.4631	2.3967	2.8865	2.7331	2.8088
58	50	50	26.03	1.4154	1.6990	1.6990	2.4048	2.4048	2.8865	2.8865	2.8865
59	55	50	24.23	1.3844	1.6990	1.7404	2.3520	2.4093	2.8865	3.0289	2.9568
60	60	50	22.70	1.3560	1.6990	1.7782	2.3039	2.4112	2.8865	3.1618	3.0210
61	5	100	157.24	2.1966	2.0000	0.6990	4.3931	1.5353	4.0000	0.4886	1.3979
62	10	100	93.50	1.9708	2.0000	1.0000	3.9416	1.9708	4.0000	1.0000	2.0000
63	15	100	68.98	1.8387	2.0000	1.1761	3.6774	2.1625	4.0000	1.3832	2.3522
64	20	100	55.59	1.7450	2.0000	1.3010	3.4900	2.2703	4.0000	1.6927	2.6021
65	25	100	47.03	1.6723	2.0000	1.3979	3.3447	2.3378	4.0000	1.9542	2.7959
66	30	100	41.02	1.6129	2.0000	1.4771	3.2259	2.3825	4.0000	2.1819	2.9542
67	35	100	36.54	1.5627	2.0000	1.5441	3.1255	2.4130	4.0000	2.3841	3.0881
68	40	100	33.06	1.5192	2.0000	1.6021	3.0385	2.4339	4.0000	2.5666	3.2041
69	45	100	30.26	1.4809	2.0000	1.6532	2.9618	2.4482	4.0000	2.7331	3.3064
70	50	100	27.96	1.4466	2.0000	1.6990	2.8931	2.4577	4.0000	2.8865	3.3979
71	55	100	26.03	1.4155	2.0000	1.7404	2.8310	2.4635	4.0000	3.0289	3.4807
72	60	100	24.39	1.3872	2.0000	1.7782	2.7744	2.4666	4.0000	3.1618	3.5563
Σ =				111.1239	84.0000	102.4079	133.2725	152.7213	121.9003	152.7695	119.4758

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.4.6

Parámetros de la ecuación del Método F. C. Bell estación Illpa.

Nº	D (min)	Tr (años)	I (mm/hr)	Y=Log(I)	X ₁ =Log(Tr)	X ₂ =Log(D)	X ₁ *Y	X ₂ *Y	(X ₁) ²	(X ₂) ²	X ₁ X ₂
1	5	2	45.50	1.6580	0.3010	0.6990	0.4991	1.1589	0.0906	0.4886	0.2104
2	10	2	34.05	1.5321	0.3010	1.0000	0.4612	1.5321	0.0906	1.0000	0.3010
3	15	2	27.75	1.4433	0.3010	1.1761	0.4345	1.6975	0.0906	1.3832	0.3540
4	20	2	23.75	1.3756	0.3010	1.3010	0.4141	1.7897	0.0906	1.6927	0.3916
5	25	2	20.94	1.3209	0.3010	1.3979	0.3976	1.8465	0.0906	1.9542	0.4208
6	30	2	18.84	1.2750	0.3010	1.4771	0.3838	1.8833	0.0906	2.1819	0.4447
7	35	2	17.19	1.2354	0.3010	1.5441	0.3719	1.9075	0.0906	2.3841	0.4648
8	40	2	15.87	1.2006	0.3010	1.6021	0.3614	1.9234	0.0906	2.5666	0.4823
9	45	2	14.77	1.1695	0.3010	1.6532	0.3520	1.9334	0.0906	2.7331	0.4977
10	50	2	13.85	1.1414	0.3010	1.6990	0.3436	1.9392	0.0906	2.8865	0.5114
11	55	2	13.06	1.1158	0.3010	1.7404	0.3359	1.9419	0.0906	3.0289	0.5239
12	60	2	12.37	1.0922	0.3010	1.7782	0.3288	1.9422	0.0906	3.1618	0.5353
13	5	5	58.65	1.7683	0.6990	0.6990	1.2360	1.2360	0.4886	0.4886	0.4886
14	10	5	43.90	1.6424	0.6990	1.0000	1.1480	1.6424	0.4886	1.0000	0.6990
15	15	5	35.78	1.5536	0.6990	1.1761	1.0859	1.8272	0.4886	1.3832	0.8221
16	20	5	30.61	1.4859	0.6990	1.3010	1.0386	1.9332	0.4886	1.6927	0.9094
17	25	5	26.99	1.4312	0.6990	1.3979	1.0004	2.0007	0.4886	1.9542	0.9771
18	30	5	24.28	1.3853	0.6990	1.4771	0.9683	2.0462	0.4886	2.1819	1.0325
19	35	5	22.17	1.3457	0.6990	1.5441	0.9406	2.0778	0.4886	2.3841	1.0793
20	40	5	20.46	1.3109	0.6990	1.6021	0.9162	2.1001	0.4886	2.5666	1.1198
21	45	5	19.04	1.2798	0.6990	1.6532	0.8945	2.1157	0.4886	2.7331	1.1555
22	50	5	17.85	1.2517	0.6990	1.6990	0.8749	2.1266	0.4886	2.8865	1.1875
23	55	5	16.83	1.2261	0.6990	1.7404	0.8570	2.1338	0.4886	3.0289	1.2165
24	60	5	15.94	1.2025	0.6990	1.7782	0.8405	2.1383	0.4886	3.1618	1.2429
25	5	10	68.60	1.8363	1.0000	0.6990	1.8363	1.2835	1.0000	0.4886	0.6990
26	10	10	51.34	1.7105	1.0000	1.0000	1.7105	1.7105	1.0000	1.0000	1.0000
27	15	10	41.85	1.6217	1.0000	1.1761	1.6217	1.9072	1.0000	1.3832	1.1761
28	20	10	35.81	1.5539	1.0000	1.3010	1.5539	2.0217	1.0000	1.6927	1.3010
29	25	10	31.57	1.4992	1.0000	1.3979	1.4992	2.0959	1.0000	1.9542	1.3979
30	30	10	28.40	1.4533	1.0000	1.4771	1.4533	2.1467	1.0000	2.1819	1.4771
31	35	10	25.93	1.4137	1.0000	1.5441	1.4137	2.1829	1.0000	2.3841	1.5441
32	40	10	23.93	1.3789	1.0000	1.6021	1.3789	2.2091	1.0000	2.5666	1.6021
33	45	10	22.28	1.3478	1.0000	1.6532	1.3478	2.2282	1.0000	2.7331	1.6532
34	50	10	20.88	1.3197	1.0000	1.6990	1.3197	2.2422	1.0000	2.8865	1.6990
35	55	10	19.68	1.2941	1.0000	1.7404	1.2941	2.2523	1.0000	3.0289	1.7404
36	60	10	18.65	1.2706	1.0000	1.7782	1.2706	2.2593	1.0000	3.1618	1.7782
37	5	20	78.55	1.8952	1.3010	0.6990	2.4656	1.3247	1.6927	0.4886	0.9094
38	10	20	58.79	1.7693	1.3010	1.0000	2.3019	1.7693	1.6927	1.0000	1.3010
39	15	20	47.92	1.6805	1.3010	1.1761	2.1864	1.9764	1.6927	1.3832	1.5301
40	20	20	41.00	1.6128	1.3010	1.3010	2.0983	2.0983	1.6927	1.6927	1.6927
41	25	20	36.15	1.5581	1.3010	1.3979	2.0271	2.1781	1.6927	1.9542	1.8188
42	30	20	32.52	1.5121	1.3010	1.4771	1.9673	2.2336	1.6927	2.1819	1.9218
43	35	20	29.69	1.4726	1.3010	1.5441	1.9158	2.2737	1.6927	2.3841	2.0089
44	40	20	27.40	1.4377	1.3010	1.6021	1.8705	2.3033	1.6927	2.5666	2.0843
45	45	20	25.51	1.4067	1.3010	1.6532	1.8301	2.3255	1.6927	2.7331	2.1509
46	50	20	23.91	1.3786	1.3010	1.6990	1.7936	2.3422	1.6927	2.8865	2.2104
47	55	20	22.54	1.3530	1.3010	1.7404	1.7602	2.3546	1.6927	3.0289	2.2643
48	60	20	21.35	1.3294	1.3010	1.7782	1.7296	2.3639	1.6927	3.1618	2.3134
49	5	50	91.70	1.9624	1.6990	0.6990	3.3340	1.3717	2.8865	0.4886	1.1875
50	10	50	68.64	1.8365	1.6990	1.0000	3.1202	1.8365	2.8865	1.0000	1.6990
51	15	50	55.94	1.7477	1.6990	1.1761	2.9693	2.0555	2.8865	1.3832	1.9981
52	20	50	47.86	1.6800	1.6990	1.3010	2.8543	2.1857	2.8865	1.6927	2.2104
53	25	50	42.20	1.6253	1.6990	1.3979	2.7613	2.2721	2.8865	1.9542	2.3751
54	30	50	37.97	1.5794	1.6990	1.4771	2.6833	2.3329	2.8865	2.1819	2.5096
55	35	50	34.66	1.5398	1.6990	1.5441	2.6161	2.3775	2.8865	2.3841	2.6233
56	40	50	31.99	1.5050	1.6990	1.6021	2.5569	2.4111	2.8865	2.5666	2.7219
57	45	50	29.78	1.4739	1.6990	1.6532	2.5041	2.4367	2.8865	2.7331	2.8088
58	50	50	27.91	1.4458	1.6990	1.6990	2.4564	2.4564	2.8865	2.8865	2.8865
59	55	50	26.31	1.4202	1.6990	1.7404	2.4129	2.4717	2.8865	3.0289	2.9568
60	60	50	24.93	1.3966	1.6990	1.7782	2.3729	2.4834	2.8865	3.1618	3.0210
61	5	100	101.65	2.0071	2.0000	0.6990	4.0143	1.4029	4.0000	0.4886	1.3979
62	10	100	76.08	1.8813	2.0000	1.0000	3.7626	1.8813	4.0000	1.0000	2.0000
63	15	100	62.01	1.7925	2.0000	1.1761	3.5849	2.1081	4.0000	1.3832	2.3522
64	20	100	53.06	1.7247	2.0000	1.3010	3.4495	2.2439	4.0000	1.6927	2.6021
65	25	100	46.78	1.6700	2.0000	1.3979	3.3401	2.3346	4.0000	1.9542	2.7959
66	30	100	42.08	1.6241	2.0000	1.4771	3.2482	2.3990	4.0000	2.1819	2.9542
67	35	100	38.42	1.5845	2.0000	1.5441	3.1691	2.4466	4.0000	2.3841	3.0881
68	40	100	35.46	1.5497	2.0000	1.6021	3.0994	2.4827	4.0000	2.5666	3.2041
69	45	100	33.01	1.5186	2.0000	1.6532	3.0373	2.5106	4.0000	2.7331	3.3064
70	50	100	30.94	1.4905	2.0000	1.6990	2.9811	2.5324	4.0000	2.8865	3.3979
71	55	100	29.17	1.4649	2.0000	1.7404	2.9299	2.5495	4.0000	3.0289	3.4807
72	60	100	27.63	1.4414	2.0000	1.7782	2.8828	2.5630	4.0000	3.1618	3.5563
Σ =				107.5109	84.0000	102.4079	130.2720	149.1025	121.9003	152.7695	119.4758

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.4.7

Parámetros de la ecuación del Método SCS estación Umayo.

Nº	T (hr)	D (min)	Tr (años)	I (mm/hr)	Y=Log(I)	X ₁ =Log(Tr)	X ₂ =Log(D)	X ₁ *Y	X ₂ *Y	(X ₁) ²	(X ₂) ²	X ₁ X ₂
1	1	60	2	14.55	1.1630	0.3010	1.7782	0.3501	2.0679	0.0906	3.1618	0.5353
2	2	120	2	9.20	0.9639	0.3010	2.0792	0.2902	2.0041	0.0906	4.3230	0.6259
3	3	180	2	6.76	0.8299	0.3010	2.2553	0.2498	1.8717	0.0906	5.0863	0.6789
4	4	240	2	5.49	0.7394	0.3010	2.3802	0.2226	1.7598	0.0906	5.6654	0.7165
5	5	300	2	4.62	0.6648	0.3010	2.4771	0.2001	1.6468	0.0906	6.1361	0.7457
6	6	360	2	4.03	0.6050	0.3010	2.5563	0.1821	1.5466	0.0906	6.5347	0.7695
7	7	420	2	3.58	0.5543	0.3010	2.6232	0.1669	1.4541	0.0906	6.8814	0.7897
8	8	480	2	3.24	0.5108	0.3010	2.6812	0.1538	1.3697	0.0906	7.1891	0.8071
9	9	540	2	2.97	0.4721	0.3010	2.7324	0.1421	1.2898	0.0906	7.4660	0.8225
10	10	600	2	2.74	0.4372	0.3010	2.7782	0.1316	1.2147	0.0906	7.7181	0.8363
11	11	660	2	2.55	0.4065	0.3010	2.8195	0.1224	1.1463	0.0906	7.9498	0.8488
12	12	720	2	2.39	0.3787	0.3010	2.8573	0.1140	1.0820	0.0906	8.1643	0.8601
13	13	780	2	2.25	0.3521	0.3010	2.8921	0.1060	1.0182	0.0906	8.3642	0.8706
14	14	840	2	2.13	0.3279	0.3010	2.9243	0.0987	0.9589	0.0906	8.5514	0.8803
15	15	900	2	2.02	0.3058	0.3010	2.9542	0.0921	0.9035	0.0906	8.7275	0.8893
16	16	960	2	1.93	0.2851	0.3010	2.9823	0.0858	0.8501	0.0906	8.8939	0.8978
17	17	1020	2	1.84	0.2649	0.3010	3.0086	0.0798	0.7971	0.0906	9.0517	0.9057
18	18	1080	2	1.76	0.2457	0.3010	3.0334	0.0740	0.7454	0.0906	9.2017	0.9132
19	19	1140	2	1.69	0.2278	0.3010	3.0569	0.0686	0.6965	0.0906	9.3447	0.9202
20	20	1200	2	1.63	0.2111	0.3010	3.0792	0.0635	0.6499	0.0906	9.4814	0.9269
21	21	1260	2	1.57	0.1953	0.3010	3.1004	0.0588	0.6055	0.0906	9.6123	0.9333
22	22	1320	2	1.52	0.1804	0.3010	3.1206	0.0543	0.5631	0.0906	9.7380	0.9394
23	23	1380	2	1.47	0.1660	0.3010	3.1399	0.0500	0.5212	0.0906	9.8588	0.9452
24	24	1440	2	1.42	0.1523	0.3010	3.1584	0.0459	0.4811	0.0906	9.9753	0.9508
25	1	60	5	18.18	1.2595	0.6990	1.7782	0.8804	2.2396	0.4886	3.1618	1.2429
26	2	120	5	11.49	1.0605	0.6990	2.0792	0.7412	2.2049	0.4886	4.3230	1.4533
27	3	180	5	8.44	0.9265	0.6990	2.2553	0.6476	2.0895	0.4886	5.0863	1.5764
28	4	240	5	6.85	0.8359	0.6990	2.3802	0.5843	1.9897	0.4886	5.6654	1.6637
29	5	300	5	5.77	0.7613	0.6990	2.4771	0.5322	1.8860	0.4886	6.1361	1.7314
30	6	360	5	5.03	0.7016	0.6990	2.5563	0.4904	1.7935	0.4886	6.5347	1.7868
31	7	420	5	4.48	0.6509	0.6990	2.6232	0.4549	1.7074	0.4886	6.8814	1.8336
32	8	480	5	4.05	0.6074	0.6990	2.6812	0.4245	1.6285	0.4886	7.1891	1.8741
33	9	540	5	3.70	0.5686	0.6990	2.7324	0.3974	1.5537	0.4886	7.4660	1.9099
34	10	600	5	3.42	0.5338	0.6990	2.7782	0.3731	1.4830	0.4886	7.7181	1.9418
35	11	660	5	3.18	0.5031	0.6990	2.8195	0.3516	1.4185	0.4886	7.9498	1.9708
36	12	720	5	2.99	0.4752	0.6990	2.8573	0.3322	1.3579	0.4886	8.1643	1.9972
37	13	780	5	2.81	0.4486	0.6990	2.8921	0.3136	1.2975	0.4886	8.3642	2.0215
38	14	840	5	2.66	0.4245	0.6990	2.9243	0.2967	1.2413	0.4886	8.5514	2.0440
39	15	900	5	2.53	0.4024	0.6990	2.9542	0.2813	1.1888	0.4886	8.7275	2.0649
40	16	960	5	2.41	0.3816	0.6990	2.9823	0.2667	1.1381	0.4886	8.8939	2.0845
41	17	1020	5	2.30	0.3615	0.6990	3.0086	0.2527	1.0876	0.4886	9.0517	2.1029
42	18	1080	5	2.20	0.3423	0.6990	3.0334	0.2393	1.0383	0.4886	9.2017	2.1203
43	19	1140	5	2.11	0.3244	0.6990	3.0569	0.2267	0.9916	0.4886	9.3447	2.1367
44	20	1200	5	2.03	0.3076	0.6990	3.0792	0.2150	0.9472	0.4886	9.4814	2.1523
45	21	1260	5	1.96	0.2918	0.6990	3.1004	0.2040	0.9048	0.4886	9.6123	2.1671
46	22	1320	5	1.89	0.2770	0.6990	3.1206	0.1936	0.8644	0.4886	9.7380	2.1812
47	23	1380	5	1.83	0.2626	0.6990	3.1399	0.1835	0.8244	0.4886	9.8588	2.1947
48	24	1440	5	1.77	0.2489	0.6990	3.1584	0.1740	0.7860	0.4886	9.9753	2.2076
49	1	60	10	20.58	1.3134	1.0000	1.7782	1.3134	2.3353	1.0000	3.1618	1.7782
50	2	120	10	13.01	1.1143	1.0000	2.0792	1.1143	2.3168	1.0000	4.3230	2.0792
51	3	180	10	9.56	0.9803	1.0000	2.2553	0.9803	2.2109	1.0000	5.0863	2.2553
52	4	240	10	7.76	0.8898	1.0000	2.3802	0.8898	2.1178	1.0000	5.6654	2.3802
53	5	300	10	6.53	0.8152	1.0000	2.4771	0.8152	2.0193	1.0000	6.1361	2.4771
54	6	360	10	5.69	0.7554	1.0000	2.5563	0.7554	1.9311	1.0000	6.5347	2.5563
55	7	420	10	5.07	0.7047	1.0000	2.6232	0.7047	1.8486	1.0000	6.8814	2.6232
56	8	480	10	4.58	0.6612	1.0000	2.6812	0.6612	1.7729	1.0000	7.1891	2.6812
57	9	540	10	4.19	0.6224	1.0000	2.7324	0.6224	1.7008	1.0000	7.4660	2.7324
58	10	600	10	3.87	0.5876	1.0000	2.7782	0.5876	1.6326	1.0000	7.7181	2.7782
59	11	660	10	3.61	0.5569	1.0000	2.8195	0.5569	1.5703	1.0000	7.9498	2.8195
60	12	720	10	3.38	0.5291	1.0000	2.8573	0.5291	1.5117	1.0000	8.1643	2.8573
61	13	780	10	3.18	0.5025	1.0000	2.8921	0.5025	1.4532	1.0000	8.3642	2.8921
62	14	840	10	3.01	0.4783	1.0000	2.9243	0.4783	1.3987	1.0000	8.5514	2.9243
63	15	900	10	2.86	0.4562	1.0000	2.9542	0.4562	1.3478	1.0000	8.7275	2.9542
64	16	960	10	2.73	0.4355	1.0000	2.9823	0.4355	1.2987	1.0000	8.8939	2.9823
65	17	1020	10	2.60	0.4153	1.0000	3.0086	0.4153	1.2495	1.0000	9.0517	3.0086
66	18	1080	10	2.49	0.3961	1.0000	3.0334	0.3961	1.2017	1.0000	9.2017	3.0334
67	19	1140	10	2.39	0.3782	1.0000	3.0569	0.3782	1.1562	1.0000	9.3447	3.0569
68	20	1200	10	2.30	0.3614	1.0000	3.0792	0.3614	1.1130	1.0000	9.4814	3.0792
69	21	1260	10	2.22	0.3457	1.0000	3.1004	0.3457	1.0718	1.0000	9.6123	3.1004
70	22	1320	10	2.14	0.3308	1.0000	3.1206	0.3308	1.0324	1.0000	9.7380	3.1206
71	23	1380	10	2.07	0.3164	1.0000	3.1399	0.3164	0.9935	1.0000	9.8588	3.1399
72	24	1440	10	2.01	0.3027	1.0000	3.1584	0.3027	0.9561	1.0000	9.9753	3.1584
73	1	60	20	22.88	1.3594	1.3010	1.7782	1.7686	2.4172	1.6927	3.1618	2.3134

74	2	120	20	14.47	1.1603	1.3010	2.0792	1.5096	2.4126	1.6927	4.3230	2.7051
75	3	180	20	10.63	1.0264	1.3010	2.2553	1.3353	2.3147	1.6927	5.0863	2.9342
76	4	240	20	8.63	0.9358	1.3010	2.3802	1.2175	2.2274	1.6927	5.6654	3.0967
77	5	300	20	7.26	0.8612	1.3010	2.4771	1.1205	2.1334	1.6927	6.1361	3.2228
78	6	360	20	6.33	0.8015	1.3010	2.5563	1.0427	2.0488	1.6927	6.5347	3.3258
79	7	420	20	5.63	0.7508	1.3010	2.6232	0.9768	1.9694	1.6927	6.8814	3.4129
80	8	480	20	5.10	0.7073	1.3010	2.6812	0.9202	1.8964	1.6927	7.1891	3.4884
81	9	540	20	4.66	0.6685	1.3010	2.7324	0.8697	1.8266	1.6927	7.4660	3.5549
82	10	600	20	4.30	0.6337	1.3010	2.7782	0.8244	1.7605	1.6927	7.7181	3.6145
83	11	660	20	4.01	0.6030	1.3010	2.8195	0.7845	1.7001	1.6927	7.9498	3.6683
84	12	720	20	3.76	0.5751	1.3010	2.8573	0.7482	1.6433	1.6927	8.1643	3.7175
85	13	780	20	3.54	0.5485	1.3010	2.8921	0.7136	1.5864	1.6927	8.3642	3.7627
86	14	840	20	3.34	0.5244	1.3010	2.9243	0.6822	1.5334	1.6927	8.5514	3.8046
87	15	900	20	3.18	0.5023	1.3010	2.9542	0.6535	1.4838	1.6927	8.7275	3.8436
88	16	960	20	3.03	0.4815	1.3010	2.9823	0.6264	1.4360	1.6927	8.8939	3.8800
89	17	1020	20	2.89	0.4614	1.3010	3.0086	0.6003	1.3881	1.6927	9.0517	3.9143
90	18	1080	20	2.77	0.4422	1.3010	3.0334	0.5753	1.3413	1.6927	9.2017	3.9466
91	19	1140	20	2.66	0.4243	1.3010	3.0569	0.5520	1.2970	1.6927	9.3447	3.9771
92	20	1200	20	2.56	0.4075	1.3010	3.0792	0.5302	1.2547	1.6927	9.4814	4.0061
93	21	1260	20	2.46	0.3917	1.3010	3.1004	0.5097	1.2145	1.6927	9.6123	4.0337
94	22	1320	20	2.38	0.3769	1.3010	3.1206	0.4903	1.1761	1.6927	9.7380	4.0600
95	23	1380	20	2.30	0.3624	1.3010	3.1399	0.4715	1.1380	1.6927	9.8588	4.0851
96	24	1440	20	2.23	0.3488	1.3010	3.1584	0.4537	1.1015	1.6927	9.9753	4.1091
97	1	60	50	25.86	1.4126	1.6990	1.7782	2.3999	2.5117	2.8865	3.1618	3.0210
98	2	120	50	16.35	1.2135	1.6990	2.0792	2.0617	2.5231	2.8865	4.3230	3.5325
99	3	180	50	12.01	1.0795	1.6990	2.2553	1.8341	2.4346	2.8865	5.0863	3.8316
100	4	240	50	9.75	0.9890	1.6990	2.3802	1.6802	2.3539	2.8865	5.6654	4.0439
101	5	300	50	8.21	0.9144	1.6990	2.4771	1.5535	2.2651	2.8865	6.1361	4.2086
102	6	360	50	7.16	0.8546	1.6990	2.5563	1.4520	2.1847	2.8865	6.5347	4.3431
103	7	420	50	6.37	0.8039	1.6990	2.6232	1.3658	2.1089	2.8865	6.8814	4.4568
104	8	480	50	5.76	0.7604	1.6990	2.6812	1.2919	2.0389	2.8865	7.1891	4.5553
105	9	540	50	5.27	0.7217	1.6990	2.7324	1.2261	1.9718	2.8865	7.4660	4.6423
106	10	600	50	4.86	0.6868	1.6990	2.7782	1.1669	1.9082	2.8865	7.7181	4.7200
107	11	660	50	4.53	0.6561	1.6990	2.8195	1.1148	1.8500	2.8865	7.9498	4.7903
108	12	720	50	4.25	0.6283	1.6990	2.8573	1.0674	1.7952	2.8865	8.1643	4.8545
109	13	780	50	4.00	0.6017	1.6990	2.8921	1.0222	1.7401	2.8865	8.3642	4.9136
110	14	840	50	3.78	0.5775	1.6990	2.9243	0.9812	1.6888	2.8865	8.5514	4.9683
111	15	900	50	3.59	0.5554	1.6990	2.9542	0.9437	1.6409	2.8865	8.7275	5.0192
112	16	960	50	3.42	0.5347	1.6990	2.9823	0.9084	1.5945	2.8865	8.8939	5.0668
113	17	1020	50	3.27	0.5145	1.6990	3.0086	0.8742	1.5480	2.8865	9.0517	5.1115
114	18	1080	50	3.13	0.4953	1.6990	3.0334	0.8416	1.5026	2.8865	9.2017	5.1537
115	19	1140	50	3.00	0.4774	1.6990	3.0569	0.8111	1.4595	2.8865	9.3447	5.1936
116	20	1200	50	2.89	0.4606	1.6990	3.0792	0.7826	1.4184	2.8865	9.4814	5.2314
117	21	1260	50	2.79	0.4449	1.6990	3.1004	0.7559	1.3793	2.8865	9.6123	5.2674
118	22	1320	50	2.69	0.4300	1.6990	3.1206	0.7306	1.3420	2.8865	9.7380	5.3018
119	23	1380	50	2.60	0.4156	1.6990	3.1399	0.7061	1.3049	2.8865	9.8588	5.3346
120	24	1440	50	2.52	0.4019	1.6990	3.1584	0.6828	1.2694	2.8865	9.9753	5.3660
121	1	60	100	28.09	1.4485	2.0000	1.7782	2.8970	2.5757	4.0000	3.1618	3.5563
122	2	120	100	17.76	1.2495	2.0000	2.0792	2.4989	2.5978	4.0000	4.3230	4.1584
123	3	180	100	13.05	1.1155	2.0000	2.2553	2.2310	2.5157	4.0000	5.0863	4.5105
124	4	240	100	10.59	1.0249	2.0000	2.3802	2.0498	2.4395	4.0000	5.6654	4.7604
125	5	300	100	8.92	0.9504	2.0000	2.4771	1.9007	2.3541	4.0000	6.1361	4.9542
126	6	360	100	7.77	0.8906	2.0000	2.5563	1.7812	2.2766	4.0000	6.5347	5.1126
127	7	420	100	6.92	0.8399	2.0000	2.6232	1.6797	2.2032	4.0000	6.8814	5.2465
128	8	480	100	6.26	0.7964	2.0000	2.6812	1.5928	2.1353	4.0000	7.1891	5.3625
129	9	540	100	5.72	0.7576	2.0000	2.7324	1.5152	2.0701	4.0000	7.4660	5.4648
130	10	600	100	5.28	0.7228	2.0000	2.7782	1.4456	2.0081	4.0000	7.7181	5.5563
131	11	660	100	4.92	0.6921	2.0000	2.8195	1.3842	1.9514	4.0000	7.9498	5.6391
132	12	720	100	4.62	0.6642	2.0000	2.8573	1.3284	1.8979	4.0000	8.1643	5.7147
133	13	780	100	4.34	0.6376	2.0000	2.8921	1.2753	1.8441	4.0000	8.3642	5.7842
134	14	840	100	4.11	0.6135	2.0000	2.9243	1.2270	1.7940	4.0000	8.5514	5.8486
135	15	900	100	3.90	0.5914	2.0000	2.9542	1.1828	1.7471	4.0000	8.7275	5.9085
136	16	960	100	3.72	0.5706	2.0000	2.9823	1.1412	1.7017	4.0000	8.8939	5.9645
137	17	1020	100	3.55	0.5505	2.0000	3.0086	1.1010	1.6562	4.0000	9.0517	6.0172
138	18	1080	100	3.40	0.5313	2.0000	3.0334	1.0626	1.6117	4.0000	9.2017	6.0668
139	19	1140	100	3.26	0.5134	2.0000	3.0569	1.0268	1.5694	4.0000	9.3447	6.1138
140	20	1200	100	3.14	0.4966	2.0000	3.0792	0.9932	1.5292	4.0000	9.4814	6.1584
141	21	1260	100	3.03	0.4809	2.0000	3.1004	0.9617	1.4908	4.0000	9.6123	6.2007
142	22	1320	100	2.92	0.4660	2.0000	3.1206	0.9320	1.4542	4.0000	9.7380	6.2411
143	23	1380	100	2.83	0.4516	2.0000	3.1399	0.9031	1.4178	4.0000	9.8588	6.2798
144	24	1440	100	2.74	0.4379	2.0000	3.1584	0.8758	1.3830	4.0000	9.9753	6.3167
				Σ =	87.3259	168.0000	398.8100	109.7282	228.5069	243.8006	1122.4614	465.2783

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.4.8

Parámetros de la ecuación del Método Dick Peschke estación Umayo.

Nº	D (min)	Tr (años)	I (mm/hr)	Y=Log(I)	X ₁ =Log(Tr)	X ₂ =Log(D)	X ₁ *Y	X ₂ *Y	(X ₁) ²	(X ₂) ²	X ₁ X ₂
1	5	2	99.28	1.9969	0.3010	0.6990	0.6011	1.3957	0.0906	0.4886	0.2104
2	10	2	59.03	1.7711	0.3010	1.0000	0.5332	1.7711	0.0906	1.0000	0.3010
3	15	2	43.55	1.6390	0.3010	1.1761	0.4934	1.9276	0.0906	1.3832	0.3540
4	20	2	35.10	1.5453	0.3010	1.3010	0.4652	2.0105	0.0906	1.6927	0.3916
5	25	2	29.69	1.4726	0.3010	1.3979	0.4433	2.0587	0.0906	1.9542	0.4208
6	30	2	25.90	1.4133	0.3010	1.4771	0.4254	2.0875	0.0906	2.1819	0.4447
7	35	2	23.07	1.3630	0.3010	1.5441	0.4103	2.1046	0.0906	2.3841	0.4648
8	40	2	20.87	1.3195	0.3010	1.6021	0.3972	2.1140	0.0906	2.5666	0.4823
9	45	2	19.11	1.2812	0.3010	1.6532	0.3857	2.1181	0.0906	2.7331	0.4977
10	50	2	17.65	1.2469	0.3010	1.6990	0.3753	2.1184	0.0906	2.8865	0.5114
11	55	2	16.44	1.2158	0.3010	1.7404	0.3660	2.1160	0.0906	3.0289	0.5239
12	60	2	15.40	1.1875	0.3010	1.7782	0.3575	2.1115	0.0906	3.1618	0.5353
13	5	5	124.00	2.0934	0.6990	0.6990	1.4632	1.4632	0.4886	0.4886	0.4886
14	10	5	73.73	1.8676	0.6990	1.0000	1.3054	1.8676	0.4886	1.0000	0.6990
15	15	5	54.40	1.7356	0.6990	1.1761	1.2131	2.0412	0.4886	1.3832	0.8221
16	20	5	43.84	1.6419	0.6990	1.3010	1.1476	2.1361	0.4886	1.6927	0.9094
17	25	5	37.08	1.5692	0.6990	1.3979	1.0968	2.1936	0.4886	1.9542	0.9771
18	30	5	32.35	1.5098	0.6990	1.4771	1.0553	2.2302	0.4886	2.1819	1.0325
19	35	5	28.81	1.4596	0.6990	1.5441	1.0202	2.2537	0.4886	2.3841	1.0793
20	40	5	26.07	1.4161	0.6990	1.6021	0.9898	2.2687	0.4886	2.5666	1.1198
21	45	5	23.86	1.3777	0.6990	1.6532	0.9630	2.2777	0.4886	2.7331	1.1555
22	50	5	22.05	1.3434	0.6990	1.6990	0.9390	2.2824	0.4886	2.8865	1.1875
23	55	5	20.53	1.3124	0.6990	1.7404	0.9173	2.2840	0.4886	3.0289	1.2165
24	60	5	19.23	1.2840	0.6990	1.7782	0.8975	2.2832	0.4886	3.1618	1.2429
25	5	10	140.37	2.1473	1.0000	0.6990	2.1473	1.5009	1.0000	0.4886	0.6990
26	10	10	83.46	1.9215	1.0000	1.0000	1.9215	1.9215	1.0000	1.0000	1.0000
27	15	10	61.58	1.7894	1.0000	1.1761	1.7894	2.1045	1.0000	1.3832	1.1761
28	20	10	49.63	1.6957	1.0000	1.3010	1.6957	2.2062	1.0000	1.6927	1.3010
29	25	10	41.98	1.6230	1.0000	1.3979	1.6230	2.2689	1.0000	1.9542	1.3979
30	30	10	36.61	1.5636	1.0000	1.4771	1.5636	2.3097	1.0000	2.1819	1.4771
31	35	10	32.62	1.5134	1.0000	1.5441	1.5134	2.3369	1.0000	2.3841	1.5441
32	40	10	29.51	1.4699	1.0000	1.6021	1.4699	2.3549	1.0000	2.5666	1.6021
33	45	10	27.01	1.4316	1.0000	1.6532	1.4316	2.3667	1.0000	2.7331	1.6532
34	50	10	24.96	1.3973	1.0000	1.6990	1.3973	2.3739	1.0000	2.8865	1.6990
35	55	10	23.24	1.3662	1.0000	1.7404	1.3662	2.3777	1.0000	3.0289	1.7404
36	60	10	21.77	1.3379	1.0000	1.7782	1.3379	2.3789	1.0000	3.1618	1.7782
37	5	20	156.07	2.1933	1.3010	0.6990	2.8536	1.5331	1.6927	0.4886	0.9094
38	10	20	92.80	1.9675	1.3010	1.0000	2.5598	1.9675	1.6927	1.0000	1.3010
39	15	20	68.46	1.8355	1.3010	1.1761	2.3880	2.1587	1.6927	1.3832	1.5301
40	20	20	55.18	1.7418	1.3010	1.3010	2.2661	2.2661	1.6927	1.6927	1.6927
41	25	20	46.67	1.6691	1.3010	1.3979	2.1715	2.3333	1.6927	1.9542	1.8188
42	30	20	40.71	1.6097	1.3010	1.4771	2.0943	2.3777	1.6927	2.1819	1.9218
43	35	20	36.26	1.5595	1.3010	1.5441	2.0289	2.4079	1.6927	2.3841	2.0089
44	40	20	32.81	1.5160	1.3010	1.6021	1.9723	2.4287	1.6927	2.5666	2.0843
45	45	20	30.03	1.4776	1.3010	1.6532	1.9224	2.4428	1.6927	2.7331	2.1509
46	50	20	27.75	1.4433	1.3010	1.6990	1.8778	2.4521	1.6927	2.8865	2.2104
47	55	20	25.84	1.4123	1.3010	1.7404	1.8374	2.4578	1.6927	3.0289	2.2643
48	60	20	24.21	1.3839	1.3010	1.7782	1.8005	2.4608	1.6927	3.1618	2.3134
49	5	50	176.39	2.2465	1.6990	0.6990	3.8167	1.5702	2.8865	0.4886	1.1875
50	10	50	104.88	2.0207	1.6990	1.0000	3.4331	2.0207	2.8865	1.0000	1.6990
51	15	50	77.38	1.8886	1.6990	1.1761	3.2087	2.2212	2.8865	1.3832	1.9981
52	20	50	62.36	1.7949	1.6990	1.3010	3.0495	2.3352	2.8865	1.6927	2.2104
53	25	50	52.75	1.7222	1.6990	1.3979	2.9260	2.4076	2.8865	1.9542	2.3751
54	30	50	46.01	1.6629	1.6990	1.4771	2.8251	2.4562	2.8865	2.1819	2.5096
55	35	50	40.99	1.6126	1.6990	1.5441	2.7398	2.4900	2.8865	2.3841	2.6233
56	40	50	37.08	1.5691	1.6990	1.6021	2.6659	2.5139	2.8865	2.5666	2.7219
57	45	50	33.95	1.5308	1.6990	1.6532	2.6008	2.5307	2.8865	2.7331	2.8088
58	50	50	31.37	1.4965	1.6990	1.6990	2.5424	2.5424	2.8865	2.8865	2.8865
59	55	50	29.20	1.4654	1.6990	1.7404	2.4897	2.5504	2.8865	3.0289	2.9568
60	60	50	27.36	1.4371	1.6990	1.7782	2.4416	2.5553	2.8865	3.1618	3.0210
61	5	100	191.61	2.2824	2.0000	0.6990	4.5649	1.5953	4.0000	0.4886	1.3979
62	10	100	113.93	2.0567	2.0000	1.0000	4.1133	2.0567	4.0000	1.0000	2.0000
63	15	100	84.06	1.9246	2.0000	1.1761	3.8492	2.2635	4.0000	1.3832	2.3522
64	20	100	67.75	1.8309	2.0000	1.3010	3.6618	2.3820	4.0000	1.6927	2.6021
65	25	100	57.31	1.7582	2.0000	1.3979	3.5164	2.4579	4.0000	1.9542	2.7959
66	30	100	49.98	1.6988	2.0000	1.4771	3.3976	2.5094	4.0000	2.1819	2.9542
67	35	100	44.52	1.6486	2.0000	1.5441	3.2972	2.5456	4.0000	2.3841	3.0881
68	40	100	40.28	1.6051	2.0000	1.6021	3.2102	2.5715	4.0000	2.5666	3.2041
69	45	100	36.88	1.5667	2.0000	1.6532	3.1335	2.5902	4.0000	2.7331	3.3064
70	50	100	34.07	1.5324	2.0000	1.6990	3.0649	2.6035	4.0000	2.8865	3.3979
71	55	100	31.72	1.5014	2.0000	1.7404	3.0028	2.6129	4.0000	3.0289	3.4807
72	60	100	29.72	1.4730	2.0000	1.7782	2.9461	2.6193	4.0000	3.1618	3.5563
Σ =				116.4555	84.0000	102.4079	139.7887	160.3045	121.9003	152.7695	119.4758

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.4.9

Parámetros de la ecuación del Método F. C. Bell estación Umayo.

Nº	D (min)	Tr (años)	I (mm/hr)	Y=Log(I)	X ₁ =Log(Tr)	X ₂ =Log(D)	X ₁ *Y	X ₂ *Y	(X ₁) ²	(X ₂) ²	X ₁ X ₂
1	5	2	53.47	1.7281	0.3010	0.6990	0.5202	1.2079	0.0906	0.4886	0.2104
2	10	2	40.02	1.6022	0.3010	1.0000	0.4823	1.6022	0.0906	1.0000	0.3010
3	15	2	32.61	1.5134	0.3010	1.1761	0.4556	1.7799	0.0906	1.3832	0.3540
4	20	2	27.91	1.4457	0.3010	1.3010	0.4352	1.8809	0.0906	1.6927	0.3916
5	25	2	24.60	1.3910	0.3010	1.3979	0.4187	1.9445	0.0906	1.9542	0.4208
6	30	2	22.13	1.3451	0.3010	1.4771	0.4049	1.9868	0.0906	2.1819	0.4447
7	35	2	20.21	1.3055	0.3010	1.5441	0.3930	2.0157	0.0906	2.3841	0.4648
8	40	2	18.65	1.2707	0.3010	1.6021	0.3825	2.0357	0.0906	2.5666	0.4823
9	45	2	17.36	1.2396	0.3010	1.6532	0.3731	2.0493	0.0906	2.7331	0.4977
10	50	2	16.27	1.2115	0.3010	1.6990	0.3647	2.0583	0.0906	2.8865	0.5114
11	55	2	15.34	1.1859	0.3010	1.7404	0.3570	2.0639	0.0906	3.0289	0.5239
12	60	2	14.53	1.1623	0.3010	1.7782	0.3499	2.0668	0.0906	3.1618	0.5353
13	5	5	68.92	1.8384	0.6990	0.6990	1.2850	1.2850	0.4886	0.4886	0.4886
14	10	5	51.58	1.7125	0.6990	1.0000	1.1970	1.7125	0.4886	1.0000	0.6990
15	15	5	42.04	1.6237	0.6990	1.1761	1.1349	1.9096	0.4886	1.3832	0.8221
16	20	5	35.97	1.5560	0.6990	1.3010	1.0876	2.0244	0.4886	1.6927	0.9094
17	25	5	31.72	1.5013	0.6990	1.3979	1.0493	2.0987	0.4886	1.9542	0.9771
18	30	5	28.53	1.4554	0.6990	1.4771	1.0173	2.1497	0.4886	2.1819	1.0325
19	35	5	26.05	1.4158	0.6990	1.5441	0.9896	2.1860	0.4886	2.3841	1.0793
20	40	5	24.04	1.3809	0.6990	1.6021	0.9652	2.2124	0.4886	2.5666	1.1198
21	45	5	22.38	1.3499	0.6990	1.6532	0.9435	2.2316	0.4886	2.7331	1.1555
22	50	5	20.98	1.3218	0.6990	1.6990	0.9239	2.2457	0.4886	2.8865	1.1875
23	55	5	19.78	1.2962	0.6990	1.7404	0.9060	2.2558	0.4886	3.0289	1.2165
24	60	5	18.73	1.2726	0.6990	1.7782	0.8895	2.2629	0.4886	3.1618	1.2429
25	5	10	80.62	1.9064	1.0000	0.6990	1.9064	1.3325	1.0000	0.4886	0.6990
26	10	10	60.34	1.7806	1.0000	1.0000	1.7806	1.7806	1.0000	1.0000	1.0000
27	15	10	49.18	1.6918	1.0000	1.1761	1.6918	1.9897	1.0000	1.3832	1.1761
28	20	10	42.08	1.6240	1.0000	1.3010	1.6240	2.1129	1.0000	1.6927	1.3010
29	25	10	37.10	1.5693	1.0000	1.3979	1.5693	2.1938	1.0000	1.9542	1.3979
30	30	10	33.37	1.5234	1.0000	1.4771	1.5234	2.2503	1.0000	2.1819	1.4771
31	35	10	30.47	1.4838	1.0000	1.5441	1.4838	2.2911	1.0000	2.3841	1.5441
32	40	10	28.12	1.4490	1.0000	1.6021	1.4490	2.3214	1.0000	2.5666	1.6021
33	45	10	26.18	1.4179	1.0000	1.6532	1.4179	2.3441	1.0000	2.7331	1.6532
34	50	10	24.54	1.3898	1.0000	1.6990	1.3898	2.3613	1.0000	2.8865	1.6990
35	55	10	23.13	1.3642	1.0000	1.7404	1.3642	2.3742	1.0000	3.0289	1.7404
36	60	10	21.91	1.3407	1.0000	1.7782	1.3407	2.3839	1.0000	3.1618	1.7782
37	5	20	92.31	1.9652	1.3010	0.6990	2.5568	1.3736	1.6927	0.4886	0.9094
38	10	20	69.09	1.8394	1.3010	1.0000	2.3931	1.8394	1.6927	1.0000	1.3010
39	15	20	56.31	1.7506	1.3010	1.1761	2.2776	2.0588	1.6927	1.3832	1.5301
40	20	20	48.18	1.6829	1.3010	1.3010	2.1895	2.1895	1.6927	1.6927	1.6927
41	25	20	42.48	1.6282	1.3010	1.3979	2.1183	2.2761	1.6927	1.9542	1.8188
42	30	20	38.22	1.5822	1.3010	1.4771	2.0585	2.3372	1.6927	2.1819	1.9218
43	35	20	34.89	1.5426	1.3010	1.5441	2.0070	2.3820	1.6927	2.3841	2.0089
44	40	20	32.20	1.5078	1.3010	1.6021	1.9617	2.4156	1.6927	2.5666	2.0843
45	45	20	29.97	1.4767	1.3010	1.6532	1.9213	2.4414	1.6927	2.7331	2.1509
46	50	20	28.10	1.4487	1.3010	1.6990	1.8848	2.4612	1.6927	2.8865	2.2104
47	55	20	26.49	1.4231	1.3010	1.7404	1.8514	2.4766	1.6927	3.0289	2.2643
48	60	20	25.09	1.3995	1.3010	1.7782	1.8208	2.4885	1.6927	3.1618	2.3134
49	5	50	107.77	2.0325	1.6990	0.6990	3.4531	1.4206	2.8865	0.4886	1.1875
50	10	50	80.66	1.9066	1.6990	1.0000	3.2393	1.9066	2.8865	1.0000	1.6990
51	15	50	65.74	1.8178	1.6990	1.1761	3.0884	2.1379	2.8865	1.3832	1.9981
52	20	50	56.25	1.7501	1.6990	1.3010	2.9734	2.2769	2.8865	1.6927	2.2104
53	25	50	49.59	1.6954	1.6990	1.3979	2.8804	2.3701	2.8865	1.9542	2.3751
54	30	50	44.61	1.6495	1.6990	1.4771	2.8024	2.4365	2.8865	2.1819	2.5096
55	35	50	40.73	1.6099	1.6990	1.5441	2.7351	2.4858	2.8865	2.3841	2.6233
56	40	50	37.59	1.5751	1.6990	1.6021	2.6760	2.5234	2.8865	2.5666	2.7219
57	45	50	34.99	1.5440	1.6990	1.6532	2.6232	2.5525	2.8865	2.7331	2.8088
58	50	50	32.80	1.5159	1.6990	1.6990	2.5755	2.5755	2.8865	2.8865	2.8865
59	55	50	30.92	1.4903	1.6990	1.7404	2.5320	2.5936	2.8865	3.0289	2.9568
60	60	50	29.29	1.4667	1.6990	1.7782	2.4919	2.6081	2.8865	3.1618	3.0210
61	5	100	119.46	2.0772	2.0000	0.6990	4.1544	1.4519	4.0000	0.4886	1.3979
62	10	100	89.41	1.9514	2.0000	1.0000	3.9028	1.9514	4.0000	1.0000	2.0000
63	15	100	72.87	1.8626	2.0000	1.1761	3.7251	2.1905	4.0000	1.3832	2.3522
64	20	100	62.35	1.7948	2.0000	1.3010	3.5897	2.3351	4.0000	1.6927	2.6021
65	25	100	54.97	1.7401	2.0000	1.3979	3.4803	2.4326	4.0000	1.9542	2.7959
66	30	100	49.46	1.6942	2.0000	1.4771	3.3884	2.5026	4.0000	2.1819	2.9542
67	35	100	45.15	1.6546	2.0000	1.5441	3.3092	2.5549	4.0000	2.3841	3.0881
68	40	100	41.67	1.6198	2.0000	1.6021	3.2396	2.5950	4.0000	2.5666	3.2041
69	45	100	38.79	1.5887	2.0000	1.6532	3.1774	2.6265	4.0000	2.7331	3.3064
70	50	100	36.36	1.5606	2.0000	1.6990	3.1213	2.6515	4.0000	2.8865	3.3979
71	55	100	34.28	1.5350	2.0000	1.7404	3.0701	2.6715	4.0000	3.0289	3.4807
72	60	100	32.47	1.5115	2.0000	1.7782	3.0229	2.6876	4.0000	3.1618	3.5563
Σ =				112.5577	84.0000	102.4079	136.1600	156.2808	121.9003	152.7695	119.4758

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.4.10

Parámetros de la ecuación del Método SCS estación Puno.

Nº	T (hr)	D (min)	Tr (años)	I (mm/hr)	Y=Log(I)	X ₁ =Log(Tr)	X ₂ =Log(D)	X ₁ *Y	X ₂ *Y	(X ₁) ²	(X ₂) ²	X ₁ X ₂
1	1	60	2	15.01	1.1765	0.3010	1.7782	0.3542	2.0920	0.0906	3.1618	0.5353
2	2	120	2	9.49	0.9774	0.3010	2.0792	0.2942	2.0322	0.0906	4.3230	0.6259
3	3	180	2	6.97	0.8434	0.3010	2.2553	0.2539	1.9022	0.0906	5.0863	0.6789
4	4	240	2	5.66	0.7529	0.3010	2.3802	0.2266	1.7920	0.0906	5.6654	0.7165
5	5	300	2	4.77	0.6783	0.3010	2.4771	0.2042	1.6803	0.0906	6.1361	0.7457
6	6	360	2	4.15	0.6185	0.3010	2.5563	0.1862	1.5812	0.0906	6.5347	0.7695
7	7	420	2	3.70	0.5678	0.3010	2.6232	0.1709	1.4896	0.0906	6.8814	0.7897
8	8	480	2	3.34	0.5243	0.3010	2.6812	0.1578	1.4059	0.0906	7.1891	0.8071
9	9	540	2	3.06	0.4856	0.3010	2.7324	0.1462	1.3268	0.0906	7.4660	0.8225
10	10	600	2	2.82	0.4508	0.3010	2.7782	0.1357	1.2523	0.0906	7.7181	0.8363
11	11	660	2	2.63	0.4201	0.3010	2.8195	0.1265	1.1844	0.0906	7.9498	0.8488
12	12	720	2	2.47	0.3922	0.3010	2.8573	0.1181	1.1206	0.0906	8.1643	0.8601
13	13	780	2	2.32	0.3656	0.3010	2.8921	0.1101	1.0573	0.0906	8.3642	0.8706
14	14	840	2	2.20	0.3414	0.3010	2.9243	0.1028	0.9985	0.0906	8.5514	0.8803
15	15	900	2	2.09	0.3194	0.3010	2.9542	0.0961	0.9434	0.0906	8.7275	0.8893
16	16	960	2	1.99	0.2986	0.3010	2.9823	0.0899	0.8905	0.0906	8.8939	0.8978
17	17	1020	2	1.90	0.2784	0.3010	3.0086	0.0838	0.8377	0.0906	9.0517	0.9057
18	18	1080	2	1.82	0.2593	0.3010	3.0334	0.0780	0.7865	0.0906	9.2017	0.9132
19	19	1140	2	1.74	0.2414	0.3010	3.0569	0.0727	0.7378	0.0906	9.3447	0.9202
20	20	1200	2	1.68	0.2246	0.3010	3.0792	0.0676	0.6915	0.0906	9.4814	0.9269
21	21	1260	2	1.62	0.2088	0.3010	3.1004	0.0629	0.6474	0.0906	9.6123	0.9333
22	22	1320	2	1.56	0.1940	0.3010	3.1206	0.0584	0.6053	0.0906	9.7380	0.9394
23	23	1380	2	1.51	0.1795	0.3010	3.1399	0.0540	0.5637	0.0906	9.8588	0.9452
24	24	1440	2	1.47	0.1658	0.3010	3.1584	0.0499	0.5238	0.0906	9.9753	0.9508
25	1	60	5	19.12	1.2814	0.6990	1.7782	0.8957	2.2785	0.4886	3.1618	1.2429
26	2	120	5	12.09	1.0823	0.6990	2.0792	0.7565	2.2504	0.4886	4.3230	1.4533
27	3	180	5	8.88	0.9484	0.6990	2.2553	0.6629	2.1388	0.4886	5.0863	1.5764
28	4	240	5	7.21	0.8578	0.6990	2.3802	0.5996	2.0418	0.4886	5.6654	1.6637
29	5	300	5	6.07	0.7832	0.6990	2.4771	0.5475	1.9402	0.4886	6.1361	1.7314
30	6	360	5	5.29	0.7235	0.6990	2.5563	0.5057	1.8494	0.4886	6.5347	1.7868
31	7	420	5	4.71	0.6728	0.6990	2.6232	0.4702	1.7648	0.4886	6.8814	1.8336
32	8	480	5	4.26	0.6293	0.6990	2.6812	0.4398	1.6872	0.4886	7.1891	1.8741
33	9	540	5	3.89	0.5905	0.6990	2.7324	0.4127	1.6135	0.4886	7.4660	1.9099
34	10	600	5	3.59	0.5557	0.6990	2.7782	0.3884	1.5438	0.4886	7.7181	1.9418
35	11	660	5	3.35	0.5250	0.6990	2.8195	0.3670	1.4802	0.4886	7.9498	1.9708
36	12	720	5	3.14	0.4971	0.6990	2.8573	0.3475	1.4204	0.4886	8.1643	1.9972
37	13	780	5	2.95	0.4705	0.6990	2.8921	0.3289	1.3608	0.4886	8.3642	2.0215
38	14	840	5	2.79	0.4464	0.6990	2.9243	0.3120	1.3053	0.4886	8.5514	2.0440
39	15	900	5	2.66	0.4243	0.6990	2.9542	0.2966	1.2534	0.4886	8.7275	2.0649
40	16	960	5	2.53	0.4035	0.6990	2.9823	0.2820	1.2034	0.4886	8.8939	2.0845
41	17	1020	5	2.42	0.3834	0.6990	3.0086	0.2680	1.1534	0.4886	9.0517	2.1029
42	18	1080	5	2.31	0.3642	0.6990	3.0334	0.2546	1.1047	0.4886	9.2017	2.1203
43	19	1140	5	2.22	0.3463	0.6990	3.0569	0.2420	1.0585	0.4886	9.3447	2.1367
44	20	1200	5	2.14	0.3295	0.6990	3.0792	0.2303	1.0146	0.4886	9.4814	2.1523
45	21	1260	5	2.06	0.3137	0.6990	3.1004	0.2193	0.9727	0.4886	9.6123	2.1671
46	22	1320	5	1.99	0.2989	0.6990	3.1206	0.2089	0.9327	0.4886	9.7380	2.1812
47	23	1380	5	1.93	0.2844	0.6990	3.1399	0.1988	0.8931	0.4886	9.8588	2.1947
48	24	1440	5	1.87	0.2708	0.6990	3.1584	0.1893	0.8552	0.4886	9.9753	2.2076
49	1	60	10	22.19	1.3461	1.0000	1.7782	1.3461	2.3937	1.0000	3.1618	1.7782
50	2	120	10	14.03	1.1471	1.0000	2.0792	1.1471	2.3850	1.0000	4.3230	2.0792
51	3	180	10	10.31	1.0131	1.0000	2.2553	1.0131	2.2848	1.0000	5.0863	2.2553
52	4	240	10	8.37	0.9225	1.0000	2.3802	0.9225	2.1958	1.0000	5.6654	2.3802
53	5	300	10	7.05	0.8480	1.0000	2.4771	0.8480	2.1005	1.0000	6.1361	2.4771
54	6	360	10	6.14	0.7882	1.0000	2.5563	0.7882	2.0149	1.0000	6.5347	2.5563
55	7	420	10	5.46	0.7375	1.0000	2.6232	0.7375	1.9346	1.0000	6.8814	2.6232
56	8	480	10	4.94	0.6940	1.0000	2.6812	0.6940	1.8608	1.0000	7.1891	2.6812
57	9	540	10	4.52	0.6552	1.0000	2.7324	0.6552	1.7904	1.0000	7.4660	2.7324
58	10	600	10	4.17	0.6204	1.0000	2.7782	0.6204	1.7237	1.0000	7.7181	2.7782
59	11	660	10	3.89	0.5897	1.0000	2.8195	0.5897	1.6628	1.0000	7.9498	2.8195
60	12	720	10	3.65	0.5618	1.0000	2.8573	0.5618	1.6054	1.0000	8.1643	2.8573
61	13	780	10	3.43	0.5353	1.0000	2.8921	0.5353	1.5480	1.0000	8.3642	2.8921
62	14	840	10	3.24	0.5111	1.0000	2.9243	0.5111	1.4946	1.0000	8.5514	2.9243
63	15	900	10	3.08	0.4890	1.0000	2.9542	0.4890	1.4447	1.0000	8.7275	2.9542
64	16	960	10	2.94	0.4682	1.0000	2.9823	0.4682	1.3964	1.0000	8.8939	2.9823
65	17	1020	10	2.81	0.4481	1.0000	3.0086	0.4481	1.3482	1.0000	9.0517	3.0086
66	18	1080	10	2.68	0.4289	1.0000	3.0334	0.4289	1.3011	1.0000	9.2017	3.0334
67	19	1140	10	2.58	0.4110	1.0000	3.0569	0.4110	1.2564	1.0000	9.3447	3.0569
68	20	1200	10	2.48	0.3942	1.0000	3.0792	0.3942	1.2139	1.0000	9.4814	3.0792
69	21	1260	10	2.39	0.3785	1.0000	3.1004	0.3785	1.1734	1.0000	9.6123	3.1004
70	22	1320	10	2.31	0.3636	1.0000	3.1206	0.3636	1.1347	1.0000	9.7380	3.1206
71	23	1380	10	2.23	0.3492	1.0000	3.1399	0.3492	1.0964	1.0000	9.8588	3.1399
72	24	1440	10	2.17	0.3355	1.0000	3.1584	0.3355	1.0597	1.0000	9.9753	3.1584
73	1	60	20	25.41	1.4050	1.3010	1.7782	1.8280	2.4984	1.6927	3.1618	2.3134

74	2	120	20	16.07	1.2060	1.3010	2.0792	1.5690	2.5075	1.6927	4.3230	2.7051
75	3	180	20	11.80	1.0720	1.3010	2.2553	1.3947	2.4177	1.6927	5.0863	2.9342
76	4	240	20	9.58	0.9814	1.3010	2.3802	1.2769	2.3360	1.6927	5.6654	3.0967
77	5	300	20	8.07	0.9069	1.3010	2.4771	1.1799	2.2464	1.6927	6.1361	3.2228
78	6	360	20	7.03	0.8471	1.3010	2.5563	1.1021	2.1655	1.6927	6.5347	3.3258
79	7	420	20	6.26	0.7964	1.3010	2.6232	1.0361	2.0891	1.6927	6.8814	3.4129
80	8	480	20	5.66	0.7529	1.3010	2.6812	0.9796	2.0187	1.6927	7.1891	3.4884
81	9	540	20	5.18	0.7141	1.3010	2.7324	0.9291	1.9513	1.6927	7.4660	3.5549
82	10	600	20	4.78	0.6793	1.3010	2.7782	0.8838	1.8873	1.6927	7.7181	3.6145
83	11	660	20	4.45	0.6486	1.3010	2.8195	0.8439	1.8288	1.6927	7.9498	3.6683
84	12	720	20	4.18	0.6207	1.3010	2.8573	0.8076	1.7737	1.6927	8.1643	3.7175
85	13	780	20	3.93	0.5942	1.3010	2.8921	0.7730	1.7184	1.6927	8.3642	3.7627
86	14	840	20	3.72	0.5700	1.3010	2.9243	0.7416	1.6668	1.6927	8.5514	3.8046
87	15	900	20	3.53	0.5479	1.3010	2.9542	0.7129	1.6187	1.6927	8.7275	3.8436
88	16	960	20	3.37	0.5271	1.3010	2.9823	0.6858	1.5721	1.6927	8.8939	3.8800
89	17	1020	20	3.21	0.5070	1.3010	3.0086	0.6596	1.5254	1.6927	9.0517	3.9143
90	18	1080	20	3.07	0.4878	1.3010	3.0334	0.6347	1.4798	1.6927	9.2017	3.9466
91	19	1140	20	2.95	0.4699	1.3010	3.0569	0.6114	1.4365	1.6927	9.3447	3.9771
92	20	1200	20	2.84	0.4531	1.3010	3.0792	0.5895	1.3953	1.6927	9.4814	4.0061
93	21	1260	20	2.74	0.4374	1.3010	3.1004	0.5690	1.3560	1.6927	9.6123	4.0337
94	22	1320	20	2.65	0.4225	1.3010	3.1206	0.5497	1.3185	1.6927	9.7380	4.0600
95	23	1380	20	2.56	0.4081	1.3010	3.1399	0.5309	1.2813	1.6927	9.8588	4.0851
96	24	1440	20	2.48	0.3944	1.3010	3.1584	0.5131	1.2457	1.6927	9.9753	4.1091
97	1	60	50	30.03	1.4775	1.6990	1.7782	2.5102	2.6272	2.8865	3.1618	3.0210
98	2	120	50	18.99	1.2784	1.6990	2.0792	2.1720	2.6581	2.8865	4.3230	3.5325
99	3	180	50	13.95	1.1445	1.6990	2.2553	1.9444	2.5811	2.8865	5.0863	3.8316
100	4	240	50	11.32	1.0539	1.6990	2.3802	1.7905	2.5085	2.8865	5.6654	4.0439
101	5	300	50	9.54	0.9793	1.6990	2.4771	1.6639	2.4259	2.8865	6.1361	4.2086
102	6	360	50	8.31	0.9196	1.6990	2.5563	1.5623	2.3507	2.8865	6.5347	4.3431
103	7	420	50	7.39	0.8689	1.6990	2.6232	1.4762	2.2792	2.8865	6.8814	4.4568
104	8	480	50	6.69	0.8254	1.6990	2.6812	1.4023	2.2130	2.8865	7.1891	4.5553
105	9	540	50	6.12	0.7866	1.6990	2.7324	1.3364	2.1493	2.8865	7.4660	4.6423
106	10	600	50	5.65	0.7518	1.6990	2.7782	1.2773	2.0886	2.8865	7.7181	4.7200
107	11	660	50	5.26	0.7211	1.6990	2.8195	1.2251	2.0331	2.8865	7.9498	4.7903
108	12	720	50	4.93	0.6932	1.6990	2.8573	1.1777	1.9807	2.8865	8.1643	4.8545
109	13	780	50	4.64	0.6666	1.6990	2.8921	1.1326	1.9279	2.8865	8.3642	4.9136
110	14	840	50	4.39	0.6425	1.6990	2.9243	1.0915	1.8787	2.8865	8.5514	4.9683
111	15	900	50	4.17	0.6204	1.6990	2.9542	1.0540	1.8327	2.8865	8.7275	5.0192
112	16	960	50	3.98	0.5996	1.6990	2.9823	1.0187	1.7882	2.8865	8.8939	5.0668
113	17	1020	50	3.80	0.5795	1.6990	3.0086	0.9845	1.7434	2.8865	9.0517	5.1115
114	18	1080	50	3.63	0.5603	1.6990	3.0334	0.9519	1.6996	2.8865	9.2017	5.1537
115	19	1140	50	3.49	0.5424	1.6990	3.0569	0.9215	1.6580	2.8865	9.3447	5.1936
116	20	1200	50	3.35	0.5256	1.6990	3.0792	0.8930	1.6184	2.8865	9.4814	5.2314
117	21	1260	50	3.23	0.5098	1.6990	3.1004	0.8662	1.5807	2.8865	9.6123	5.2674
118	22	1320	50	3.13	0.4950	1.6990	3.1206	0.8410	1.5447	2.8865	9.7380	5.3018
119	23	1380	50	3.02	0.4805	1.6990	3.1399	0.8164	1.5089	2.8865	9.8588	5.3346
120	24	1440	50	2.93	0.4669	1.6990	3.1584	0.7932	1.4745	2.8865	9.9753	5.3660
121	1	60	100	33.85	1.5296	2.0000	1.7782	3.0592	2.7198	4.0000	3.1618	3.5563
122	2	120	100	21.41	1.3305	2.0000	2.0792	2.6610	2.7664	4.0000	4.3230	4.1584
123	3	180	100	15.72	1.1966	2.0000	2.2553	2.3931	2.6986	4.0000	5.0863	4.5105
124	4	240	100	12.76	1.1060	2.0000	2.3802	2.2120	2.6325	4.0000	5.6654	4.7604
125	5	300	100	10.75	1.0314	2.0000	2.4771	2.0628	2.5549	4.0000	6.1361	4.9542
126	6	360	100	9.37	0.9717	2.0000	2.5563	1.9433	2.4838	4.0000	6.5347	5.1126
127	7	420	100	8.34	0.9209	2.0000	2.6232	1.8419	2.4158	4.0000	6.8814	5.2465
128	8	480	100	7.54	0.8775	2.0000	2.6812	1.7549	2.3527	4.0000	7.1891	5.3625
129	9	540	100	6.90	0.8387	2.0000	2.7324	1.6774	2.2916	4.0000	7.4660	5.4648
130	10	600	100	6.37	0.8039	2.0000	2.7782	1.6077	2.2333	4.0000	7.7181	5.5563
131	11	660	100	5.93	0.7732	2.0000	2.8195	1.5463	2.1800	4.0000	7.9498	5.6391
132	12	720	100	5.56	0.7453	2.0000	2.8573	1.4906	2.1295	4.0000	8.1643	5.7147
133	13	780	100	5.23	0.7187	2.0000	2.8921	1.4374	2.0785	4.0000	8.3642	5.7842
134	14	840	100	4.95	0.6945	2.0000	2.9243	1.3891	2.0310	4.0000	8.5514	5.8486
135	15	900	100	4.70	0.6725	2.0000	2.9542	1.3449	1.9866	4.0000	8.7275	5.9085
136	16	960	100	4.48	0.6517	2.0000	2.9823	1.3034	1.9435	4.0000	8.8939	5.9645
137	17	1020	100	4.28	0.6316	2.0000	3.0086	1.2631	1.9001	4.0000	9.0517	6.0172
138	18	1080	100	4.10	0.6124	2.0000	3.0334	1.2247	1.8576	4.0000	9.2017	6.0668
139	19	1140	100	3.93	0.5945	2.0000	3.0569	1.1889	1.8172	4.0000	9.3447	6.1138
140	20	1200	100	3.78	0.5777	2.0000	3.0792	1.1553	1.7788	4.0000	9.4814	6.1584
141	21	1260	100	3.65	0.5619	2.0000	3.1004	1.1238	1.7421	4.0000	9.6123	6.2007
142	22	1320	100	3.52	0.5471	2.0000	3.1206	1.0941	1.7072	4.0000	9.7380	6.2411
143	23	1380	100	3.41	0.5326	2.0000	3.1399	1.0652	1.6724	4.0000	9.8588	6.2798
144	24	1440	100	3.30	0.5189	2.0000	3.1584	1.0379	1.6390	4.0000	9.9753	6.3167
Σ =				93.5624	168.0000	398.8100	118.9444	245.7790	243.8006	1122.4614	465.2783	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.4.11

Parámetros de la ecuación del Método Dick Peschke estación Puno.

Nº	D (min)	Tr (años)	I (mm/hr)	Y=Log(I)	X ₁ =Log(Tr)	X ₂ =Log(D)	X ₁ *Y	X ₂ *Y	(X ₁) ²	(X ₂) ²	X ₁ X ₂
1	5	2	102.42	2.0104	0.3010	0.6990	0.6052	1.4052	0.0906	0.4886	0.2104
2	10	2	60.90	1.7846	0.3010	1.0000	0.5372	1.7846	0.0906	1.0000	0.3010
3	15	2	44.93	1.6525	0.3010	1.1761	0.4975	1.9435	0.0906	1.3832	0.3540
4	20	2	36.21	1.5588	0.3010	1.3010	0.4693	2.0281	0.0906	1.6927	0.3916
5	25	2	30.63	1.4862	0.3010	1.3979	0.4474	2.0776	0.0906	1.9542	0.4208
6	30	2	26.72	1.4268	0.3010	1.4771	0.4295	2.1075	0.0906	2.1819	0.4447
7	35	2	23.80	1.3766	0.3010	1.5441	0.4144	2.1255	0.0906	2.3841	0.4648
8	40	2	21.53	1.3331	0.3010	1.6021	0.4013	2.1357	0.0906	2.5666	0.4823
9	45	2	19.71	1.2947	0.3010	1.6532	0.3897	2.1404	0.0906	2.7331	0.4977
10	50	2	18.21	1.2604	0.3010	1.6990	0.3794	2.1414	0.0906	2.8865	0.5114
11	55	2	16.96	1.2293	0.3010	1.7404	0.3701	2.1395	0.0906	3.0289	0.5239
12	60	2	15.89	1.2010	0.3010	1.7782	0.3615	2.1356	0.0906	3.1618	0.5353
13	5	5	130.41	2.1153	0.6990	0.6990	1.4785	1.4785	0.4886	0.4886	0.4886
14	10	5	77.54	1.8895	0.6990	1.0000	1.3207	1.8895	0.4886	1.0000	0.6990
15	15	5	57.21	1.7575	0.6990	1.1761	1.2284	2.0669	0.4886	1.3832	0.8221
16	20	5	46.11	1.6638	0.6990	1.3010	1.1629	2.1646	0.4886	1.6927	0.9094
17	25	5	39.00	1.5911	0.6990	1.3979	1.1121	2.2242	0.4886	1.9542	0.9771
18	30	5	34.02	1.5317	0.6990	1.4771	1.0706	2.2625	0.4886	2.1819	1.0325
19	35	5	30.30	1.4815	0.6990	1.5441	1.0355	2.2875	0.4886	2.3841	1.0793
20	40	5	27.42	1.4380	0.6990	1.6021	1.0051	2.3038	0.4886	2.5666	1.1198
21	45	5	25.10	1.3996	0.6990	1.6532	0.9783	2.3139	0.4886	2.7331	1.1555
22	50	5	23.19	1.3653	0.6990	1.6990	0.9543	2.3196	0.4886	2.8865	1.1875
23	55	5	21.59	1.3343	0.6990	1.7404	0.9326	2.3221	0.4886	3.0289	1.2165
24	60	5	20.23	1.3059	0.6990	1.7782	0.9128	2.3221	0.4886	3.1618	1.2429
25	5	10	151.37	2.1801	1.0000	0.6990	2.1801	1.5238	1.0000	0.4886	0.6990
26	10	10	90.01	1.9543	1.0000	1.0000	1.9543	1.9543	1.0000	1.0000	1.0000
27	15	10	66.41	1.8222	1.0000	1.1761	1.8222	2.1431	1.0000	1.3832	1.1761
28	20	10	53.52	1.7285	1.0000	1.3010	1.7285	2.2488	1.0000	1.6927	1.3010
29	25	10	45.27	1.6558	1.0000	1.3979	1.6558	2.3147	1.0000	1.9542	1.3979
30	30	10	39.49	1.5964	1.0000	1.4771	1.5964	2.3581	1.0000	2.1819	1.4771
31	35	10	35.17	1.5462	1.0000	1.5441	1.5462	2.3875	1.0000	2.3841	1.5441
32	40	10	31.82	1.5027	1.0000	1.6021	1.5027	2.4075	1.0000	2.5666	1.6021
33	45	10	29.13	1.4644	1.0000	1.6532	1.4644	2.4209	1.0000	2.7331	1.6532
34	50	10	26.92	1.4301	1.0000	1.6990	1.4301	2.4296	1.0000	2.8865	1.6990
35	55	10	25.06	1.3990	1.0000	1.7404	1.3990	2.4348	1.0000	3.0289	1.7404
36	60	10	23.48	1.3707	1.0000	1.7782	1.3707	2.4372	1.0000	3.1618	1.7782
37	5	20	173.36	2.2390	1.3010	0.6990	2.9129	1.5650	1.6927	0.4886	0.9094
38	10	20	103.08	2.0132	1.3010	1.0000	2.6192	2.0132	1.6927	1.0000	1.3010
39	15	20	76.05	1.8811	1.3010	1.1761	2.4474	2.2124	1.6927	1.3832	1.5301
40	20	20	61.29	1.7874	1.3010	1.3010	2.3255	2.3255	1.6927	1.6927	1.6927
41	25	20	51.85	1.7147	1.3010	1.3979	2.2309	2.3971	1.6927	1.9542	1.8188
42	30	20	45.22	1.6553	1.3010	1.4771	2.1536	2.4451	1.6927	2.1819	1.9218
43	35	20	40.28	1.6051	1.3010	1.5441	2.0883	2.4784	1.6927	2.3841	2.0089
44	40	20	36.44	1.5616	1.3010	1.6021	2.0317	2.5018	1.6927	2.5666	2.0843
45	45	20	33.36	1.5233	1.3010	1.6532	1.9818	2.5183	1.6927	2.7331	2.1509
46	50	20	30.83	1.4890	1.3010	1.6990	1.9372	2.5297	1.6927	2.8865	2.2104
47	55	20	28.70	1.4579	1.3010	1.7404	1.8968	2.5373	1.6927	3.0289	2.2643
48	60	20	26.89	1.4296	1.3010	1.7782	1.8599	2.5420	1.6927	3.1618	2.3134
49	5	50	204.84	2.3114	1.6990	0.6990	3.9270	1.6156	2.8865	0.4886	1.1875
50	10	50	121.80	2.0856	1.6990	1.0000	3.5434	2.0856	2.8865	1.0000	1.6990
51	15	50	89.86	1.9536	1.6990	1.1761	3.3191	2.2976	2.8865	1.3832	1.9981
52	20	50	72.42	1.8599	1.6990	1.3010	3.1599	2.4197	2.8865	1.6927	2.2104
53	25	50	61.26	1.7872	1.6990	1.3979	3.0364	2.4984	2.8865	1.9542	2.3751
54	30	50	53.43	1.7278	1.6990	1.4771	2.9355	2.5522	2.8865	2.1819	2.5096
55	35	50	47.60	1.6776	1.6990	1.5441	2.8502	2.5903	2.8865	2.3841	2.6233
56	40	50	43.06	1.6341	1.6990	1.6021	2.7763	2.6179	2.8865	2.5666	2.7219
57	45	50	39.42	1.5957	1.6990	1.6532	2.7111	2.6381	2.8865	2.7331	2.8088
58	50	50	36.43	1.5614	1.6990	1.6990	2.6528	2.6528	2.8865	2.8865	2.8865
59	55	50	33.91	1.5304	1.6990	1.7404	2.6000	2.6634	2.8865	3.0289	2.9568
60	60	50	31.77	1.5020	1.6990	1.7782	2.5519	2.6708	2.8865	3.1618	3.0210
61	5	100	230.93	2.3635	2.0000	0.6990	4.7270	1.6520	4.0000	0.4886	1.3979
62	10	100	137.31	2.1377	2.0000	1.0000	4.2754	2.1377	4.0000	1.0000	2.0000
63	15	100	101.31	2.0056	2.0000	1.1761	4.0113	2.3588	4.0000	1.3832	2.3522
64	20	100	81.65	1.9119	2.0000	1.3010	3.8239	2.4875	4.0000	1.6927	2.6021
65	25	100	69.07	1.8393	2.0000	1.3979	3.6785	2.5712	4.0000	1.9542	2.7959
66	30	100	60.24	1.7799	2.0000	1.4771	3.5598	2.6291	4.0000	2.1819	2.9542
67	35	100	53.66	1.7297	2.0000	1.5441	3.4593	2.6707	4.0000	2.3841	3.0881
68	40	100	48.55	1.6862	2.0000	1.6021	3.3723	2.7013	4.0000	2.5666	3.2041
69	45	100	44.44	1.6478	2.0000	1.6532	3.2956	2.7242	4.0000	2.7331	3.3064
70	50	100	41.07	1.6135	2.0000	1.6990	3.2270	2.7413	4.0000	2.8865	3.3979
71	55	100	38.23	1.5824	2.0000	1.7404	3.1649	2.7540	4.0000	3.0289	3.4807
72	60	100	35.82	1.5541	2.0000	1.7782	3.1082	2.7634	4.0000	3.1618	3.5563
Σ =				119.5737	84.0000	102.4079	144.3968	164.7397	121.9003	152.7695	119.4758

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.4.12

Parámetros de la ecuación del Método F. C. Bell estación Puno.

Nº	D (min)	Tr (años)	I (mm/hr)	Y=Log(I)	X ₁ =Log(Tr)	X ₂ =Log(D)	X ₁ *Y	X ₂ *Y	(X ₁) ²	(X ₂) ²	X ₁ X ₂
1	5	2	57.66	1.7609	0.3010	0.6990	0.5301	1.2308	0.0906	0.4886	0.2104
2	10	2	43.15	1.6350	0.3010	1.0000	0.4922	1.6350	0.0906	1.0000	0.3010
3	15	2	35.17	1.5462	0.3010	1.1761	0.4655	1.8185	0.0906	1.3832	0.3540
4	20	2	30.09	1.4785	0.3010	1.3010	0.4451	1.9236	0.0906	1.6927	0.3916
5	25	2	26.53	1.4238	0.3010	1.3979	0.4286	1.9904	0.0906	1.9542	0.4208
6	30	2	23.87	1.3779	0.3010	1.4771	0.4148	2.0353	0.0906	2.1819	0.4447
7	35	2	21.79	1.3383	0.3010	1.5441	0.4029	2.0664	0.0906	2.3841	0.4648
8	40	2	20.11	1.3034	0.3010	1.6021	0.3924	2.0882	0.0906	2.5666	0.4823
9	45	2	18.72	1.2724	0.3010	1.6532	0.3830	2.1035	0.0906	2.7331	0.4977
10	50	2	17.55	1.2443	0.3010	1.6990	0.3746	2.1140	0.0906	2.8865	0.5114
11	55	2	16.54	1.2187	0.3010	1.7404	0.3669	2.1209	0.0906	3.0289	0.5239
12	60	2	15.67	1.1951	0.3010	1.7782	0.3598	2.1251	0.0906	3.1618	0.5353
13	5	5	74.33	1.8712	0.6990	0.6990	1.3079	1.3079	0.4886	0.4886	0.4886
14	10	5	55.63	1.7453	0.6990	1.0000	1.2199	1.7453	0.4886	1.0000	0.6990
15	15	5	45.34	1.6565	0.6990	1.1761	1.1578	1.9482	0.4886	1.3832	0.8221
16	20	5	38.79	1.5888	0.6990	1.3010	1.1105	2.0670	0.4886	1.6927	0.9094
17	25	5	34.20	1.5341	0.6990	1.3979	1.0723	2.1445	0.4886	1.9542	0.9771
18	30	5	30.77	1.4881	0.6990	1.4771	1.0402	2.1982	0.4886	2.1819	1.0325
19	35	5	28.09	1.4486	0.6990	1.5441	1.0125	2.2367	0.4886	2.3841	1.0793
20	40	5	25.93	1.4137	0.6990	1.6021	0.9882	2.2649	0.4886	2.5666	1.1198
21	45	5	24.14	1.3827	0.6990	1.6532	0.9664	2.2858	0.4886	2.7331	1.1555
22	50	5	22.62	1.3546	0.6990	1.6990	0.9468	2.3014	0.4886	2.8865	1.1875
23	55	5	21.33	1.3290	0.6990	1.7404	0.9289	2.3129	0.4886	3.0289	1.2165
24	60	5	20.20	1.3054	0.6990	1.7782	0.9124	2.3212	0.4886	3.1618	1.2429
25	5	10	86.94	1.9392	1.0000	0.6990	1.9392	1.3555	1.0000	0.4886	0.6990
26	10	10	65.07	1.8134	1.0000	1.0000	1.8134	1.8134	1.0000	1.0000	1.0000
27	15	10	53.03	1.7245	1.0000	1.1761	1.7245	2.0282	1.0000	1.3832	1.1761
28	20	10	45.38	1.6568	1.0000	1.3010	1.6568	2.1556	1.0000	1.6927	1.3010
29	25	10	40.01	1.6021	1.0000	1.3979	1.6021	2.2397	1.0000	1.9542	1.3979
30	30	10	35.99	1.5562	1.0000	1.4771	1.5562	2.2987	1.0000	2.1819	1.4771
31	35	10	32.86	1.5166	1.0000	1.5441	1.5166	2.3417	1.0000	2.3841	1.5441
32	40	10	30.32	1.4818	1.0000	1.6021	1.4818	2.3739	1.0000	2.5666	1.6021
33	45	10	28.23	1.4507	1.0000	1.6532	1.4507	2.3983	1.0000	2.7331	1.6532
34	50	10	26.46	1.4226	1.0000	1.6990	1.4226	2.4170	1.0000	2.8865	1.6990
35	55	10	24.95	1.3970	1.0000	1.7404	1.3970	2.4313	1.0000	3.0289	1.7404
36	60	10	23.63	1.3735	1.0000	1.7782	1.3735	2.4422	1.0000	3.1618	1.7782
37	5	20	99.55	1.9980	1.3010	0.6990	2.5995	1.3966	1.6927	0.4886	0.9094
38	10	20	74.51	1.8722	1.3010	1.0000	2.4358	1.8722	1.6927	1.0000	1.3010
39	15	20	60.73	1.7834	1.3010	1.1761	2.3202	2.0974	1.6927	1.3832	1.5301
40	20	20	51.96	1.7157	1.3010	1.3010	2.2321	2.2321	1.6927	1.6927	1.6927
41	25	20	45.81	1.6609	1.3010	1.3979	2.1609	2.3219	1.6927	1.9542	1.8188
42	30	20	41.21	1.6150	1.3010	1.4771	2.1012	2.3856	1.6927	2.1819	1.9218
43	35	20	37.62	1.5754	1.3010	1.5441	2.0497	2.4326	1.6927	2.3841	2.0089
44	40	20	34.72	1.5406	1.3010	1.6021	2.0044	2.4682	1.6927	2.5666	2.0843
45	45	20	32.32	1.5095	1.3010	1.6532	1.9639	2.4956	1.6927	2.7331	2.1509
46	50	20	30.30	1.4815	1.3010	1.6990	1.9274	2.5169	1.6927	2.8865	2.2104
47	55	20	28.57	1.4558	1.3010	1.7404	1.8941	2.5337	1.6927	3.0289	2.2643
48	60	20	27.06	1.4323	1.3010	1.7782	1.8634	2.5468	1.6927	3.1618	2.3134
49	5	50	116.22	2.0653	1.6990	0.6990	3.5088	1.4436	2.8865	0.4886	1.1875
50	10	50	86.98	1.9394	1.6990	1.0000	3.2950	1.9394	2.8865	1.0000	1.6990
51	15	50	70.89	1.8506	1.6990	1.1761	3.1441	2.1765	2.8865	1.3832	1.9981
52	20	50	60.66	1.7829	1.6990	1.3010	3.0291	2.3196	2.8865	1.6927	2.2104
53	25	50	53.48	1.7282	1.6990	1.3979	2.9361	2.4159	2.8865	1.9542	2.3751
54	30	50	48.11	1.6823	1.6990	1.4771	2.8581	2.4849	2.8865	2.1819	2.5096
55	35	50	43.92	1.6427	1.6990	1.5441	2.7909	2.5364	2.8865	2.3841	2.6233
56	40	50	40.54	1.6079	1.6990	1.6021	2.7317	2.5759	2.8865	2.5666	2.7219
57	45	50	37.74	1.5768	1.6990	1.6532	2.6789	2.6067	2.8865	2.7331	2.8088
58	50	50	35.37	1.5487	1.6990	1.6990	2.6312	2.6312	2.8865	2.8865	2.8865
59	55	50	33.35	1.5231	1.6990	1.7404	2.5877	2.6507	2.8865	3.0289	2.9568
60	60	50	31.59	1.4995	1.6990	1.7782	2.5476	2.6664	2.8865	3.1618	3.0210
61	5	100	128.83	2.1100	2.0000	0.6990	4.2200	1.4748	4.0000	0.4886	1.3979
62	10	100	96.42	1.9842	2.0000	1.0000	3.9683	1.9842	4.0000	1.0000	2.0000
63	15	100	78.59	1.8953	2.0000	1.1761	3.7907	2.2291	4.0000	1.3832	2.3522
64	20	100	67.24	1.8276	2.0000	1.3010	3.6553	2.3778	4.0000	1.6927	2.6021
65	25	100	59.28	1.7729	2.0000	1.3979	3.5458	2.4784	4.0000	1.9542	2.7959
66	30	100	53.33	1.7270	2.0000	1.4771	3.4540	2.5510	4.0000	2.1819	2.9542
67	35	100	48.69	1.6874	2.0000	1.5441	3.3748	2.6055	4.0000	2.3841	3.0881
68	40	100	44.94	1.6526	2.0000	1.6021	3.3052	2.6476	4.0000	2.5666	3.2041
69	45	100	41.83	1.6215	2.0000	1.6532	3.2430	2.6807	4.0000	2.7331	3.3064
70	50	100	39.21	1.5934	2.0000	1.6990	3.1869	2.7072	4.0000	2.8865	3.3979
71	55	100	36.97	1.5678	2.0000	1.7404	3.1356	2.7286	4.0000	3.0289	3.4807
72	60	100	35.02	1.5443	2.0000	1.7782	3.0885	2.7459	4.0000	3.1618	3.5563
Σ =				114.9184	84.0000	102.4079	138.9141	159.6385	121.9003	152.7695	119.4758

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro A.4.13

Parámetros de la ecuación Pluviográfica de la estación Puno.

Nº	D (min)	T (años)	I (mm/hr)	Y=Log(I)	X ₁ =Log(Tr)	X ₂ =Log(D)	X ₁ *Y	X ₂ *Y	(X ₁) ²	(X ₂) ²	X ₁ X ₂
1	5	16.00	50.40	1.7024	1.2041	0.6990	2.0499	1.1899	1.4499	0.4886	0.8416
2	15	16.00	50.40	1.7024	1.2041	1.1761	2.0499	2.0022	1.4499	1.3832	1.4162
3	30	16.00	44.00	1.6435	1.2041	1.4771	1.9789	2.4276	1.4499	2.1819	1.7786
4	60	16.00	40.00	1.6021	1.2041	1.7782	1.9291	2.8487	1.4499	3.1618	2.1411
5	120	16.00	26.89	1.4296	1.2041	2.0792	1.7214	2.9724	1.4499	4.3230	2.5036
6	240	16.00	13.73	1.1377	1.2041	2.3802	1.3699	2.7079	1.4499	5.6654	2.8661
7	5	8.00	49.20	1.6920	0.9031	0.6990	1.5280	1.1826	0.8156	0.4886	0.6312
8	15	8.00	44.00	1.6435	0.9031	1.1761	1.4842	1.9329	0.8156	1.3832	1.0621
9	30	8.00	40.20	1.6042	0.9031	1.4771	1.4488	2.3696	0.8156	2.1819	1.3340
10	60	8.00	33.62	1.5266	0.9031	1.7782	1.3787	2.7145	0.8156	3.1618	1.6058
11	120	8.00	17.95	1.2541	0.9031	2.0792	1.1325	2.6074	0.8156	4.3230	1.8777
12	240	8.00	12.03	1.0803	0.9031	2.3802	0.9756	2.5713	0.8156	5.6654	2.1495
13	5	5.33	45.60	1.6590	0.7270	0.6990	1.2061	1.1596	0.5285	0.4886	0.5082
14	15	5.33	39.90	1.6010	0.7270	1.1761	1.1639	1.8829	0.5285	1.3832	0.8550
15	30	5.33	34.75	1.5410	0.7270	1.4771	1.1203	2.2762	0.5285	2.1819	1.0739
16	60	5.33	25.00	1.3979	0.7270	1.7782	1.0163	2.4857	0.5285	3.1618	1.2927
17	120	5.33	15.50	1.1903	0.7270	2.0792	0.8654	2.4749	0.5285	4.3230	1.5116
18	240	5.33	8.33	0.9206	0.7270	2.3802	0.6693	2.1913	0.5285	5.6654	1.7304
19	5	4.00	44.00	1.6435	0.6021	0.6990	0.9895	1.1487	0.3625	0.4886	0.4208
20	15	4.00	36.19	1.5586	0.6021	1.1761	0.9384	1.8330	0.3625	1.3832	0.7081
21	30	4.00	31.71	1.5012	0.6021	1.4771	0.9038	2.2174	0.3625	2.1819	0.8893
22	60	4.00	21.00	1.3222	0.6021	1.7782	0.7961	2.3511	0.3625	3.1618	1.0706
23	120	4.00	14.16	1.1511	0.6021	2.0792	0.6930	2.3933	0.3625	4.3230	1.2518
24	240	4.00	7.95	0.9004	0.6021	2.3802	0.5421	2.1431	0.3625	5.6654	1.4330
25	5	3.20	39.90	1.6010	0.5051	0.6990	0.8087	1.1190	0.2552	0.4886	0.3531
26	15	3.20	34.75	1.5410	0.5051	1.1761	0.7784	1.8123	0.2552	1.3832	0.5941
27	30	3.20	28.51	1.4550	0.5051	1.4771	0.7350	2.1492	0.2552	2.1819	0.7462
28	60	3.20	20.90	1.3201	0.5051	1.7782	0.6669	2.3474	0.2552	3.1618	0.8982
29	120	3.20	13.09	1.1169	0.5051	2.0792	0.5642	2.3223	0.2552	4.3230	1.0503
30	240	3.20	7.88	0.8965	0.5051	2.3802	0.4529	2.1339	0.2552	5.6654	1.2024
31	5	2.67	36.60	1.5635	0.4260	0.6990	0.6660	1.0928	0.1814	0.4886	0.2977
32	15	2.67	31.20	1.4942	0.4260	1.1761	0.6365	1.7573	0.1814	1.3832	0.5010
33	30	2.67	28.50	1.4548	0.4260	1.4771	0.6197	2.1490	0.1814	2.1819	0.6292
34	60	2.67	20.76	1.3172	0.4260	1.7782	0.5611	2.3422	0.1814	3.1618	0.7574
35	120	2.67	12.50	1.0969	0.4260	2.0792	0.4672	2.2807	0.1814	4.3230	0.8857
36	240	2.67	7.58	0.8797	0.4260	2.3802	0.3747	2.0938	0.1814	5.6654	1.0139
37	5	2.29	36.19	1.5586	0.3590	0.6990	0.5596	1.0894	0.1289	0.4886	0.2509
38	15	2.29	28.50	1.4548	0.3590	1.1761	0.5223	1.7110	0.1289	1.3832	0.4222
39	30	2.29	25.00	1.3979	0.3590	1.4771	0.5019	2.0649	0.1289	2.1819	0.5303
40	60	2.29	20.51	1.3120	0.3590	1.7782	0.4710	2.3329	0.1289	3.1618	0.6384
41	120	2.29	11.97	1.0781	0.3590	2.0792	0.3871	2.2416	0.1289	4.3230	0.7465
42	240	2.29	7.51	0.8756	0.3590	2.3802	0.3144	2.0842	0.1289	5.6654	0.8545
43	5	2.00	32.40	1.5105	0.3010	0.6990	0.4547	1.0558	0.0906	0.4886	0.2104
44	15	2.00	25.00	1.3979	0.3010	1.1761	0.4208	1.6441	0.0906	1.3832	0.3540
45	30	2.00	22.55	1.3531	0.3010	1.4771	0.4073	1.9988	0.0906	2.1819	0.4447
46	60	2.00	18.00	1.2553	0.3010	1.7782	0.3779	2.2321	0.0906	3.1618	0.5353
47	120	2.00	11.70	1.0682	0.3010	2.0792	0.3216	2.2210	0.0906	4.3230	0.6259
48	240	2.00	6.98	0.8439	0.3010	2.3802	0.2540	2.0086	0.0906	5.6654	0.7165
49	5	1.78	31.20	1.4942	0.2499	0.6990	0.3734	1.0444	0.0624	0.4886	0.1747
50	15	1.78	24.04	1.3809	0.2499	1.1761	0.3451	1.6241	0.0624	1.3832	0.2939
51	30	1.78	20.76	1.3172	0.2499	1.4771	0.3291	1.9457	0.0624	2.1819	0.3691
52	60	1.78	16.17	1.2087	0.2499	1.7782	0.3020	2.1493	0.0624	3.1618	0.4443
53	120	1.78	8.82	0.9455	0.2499	2.0792	0.2363	1.9658	0.0624	4.3230	0.5195
54	240	1.78	6.10	0.7853	0.2499	2.3802	0.1962	1.8693	0.0624	5.6654	0.5948
55	5	1.60	26.40	1.4216	0.2041	0.6990	0.2902	0.9937	0.0417	0.4886	0.1427
56	15	1.60	23.52	1.3714	0.2041	1.1761	0.2799	1.6129	0.0417	1.3832	0.2401
57	30	1.60	20.11	1.3034	0.2041	1.4771	0.2661	1.9253	0.0417	2.1819	0.3015
58	60	1.60	12.45	1.0952	0.2041	1.7782	0.2235	1.9474	0.0417	3.1618	0.3630
59	120	1.60	8.64	0.9365	0.2041	2.0792	0.1912	1.9472	0.0417	4.3230	0.4244
60	240	1.60	5.53	0.7427	0.2041	2.3802	0.1516	1.7678	0.0417	5.6654	0.4858
61	5	1.45	24.04	1.3809	0.1627	0.6990	0.2247	0.9652	0.0265	0.4886	0.1137
62	15	1.45	20.76	1.3172	0.1627	1.1761	0.2143	1.5492	0.0265	1.3832	0.1914
63	30	1.45	18.00	1.2553	0.1627	1.4771	0.2043	1.8542	0.0265	2.1819	0.2404

64	60	1.45	12.31	1.0903	0.1627	1.7782	0.1774	1.9386	0.0265	3.1618	0.2894
65	120	1.45	7.79	0.8915	0.1627	2.0792	0.1451	1.8537	0.0265	4.3230	0.3383
66	240	1.45	4.45	0.6484	0.1627	2.3802	0.1055	1.5432	0.0265	5.6654	0.3873
67	5	1.33	23.52	1.3714	0.1249	0.6990	0.1713	0.9586	0.0156	0.4886	0.0873
68	15	1.33	19.50	1.2900	0.1249	1.1761	0.1612	1.5172	0.0156	1.3832	0.1469
69	30	1.33	17.47	1.2423	0.1249	1.4771	0.1552	1.8350	0.0156	2.1819	0.1845
70	60	1.33	11.75	1.0700	0.1249	1.7782	0.1337	1.9027	0.0156	3.1618	0.2222
71	120	1.33	7.35	0.8663	0.1249	2.0792	0.1082	1.8012	0.0156	4.3230	0.2598
72	240	1.33	4.23	0.6263	0.1249	2.3802	0.0783	1.4908	0.0156	5.6654	0.2974
73	5	1.23	22.50	1.3522	0.0902	0.6990	0.1219	0.9451	0.0081	0.4886	0.0630
74	15	1.23	18.00	1.2553	0.0902	1.1761	0.1132	1.4763	0.0081	1.3832	0.1061
75	30	1.23	17.00	1.2304	0.0902	1.4771	0.1110	1.8175	0.0081	2.1819	0.1332
76	60	1.23	11.75	1.0700	0.0902	1.7782	0.0965	1.9027	0.0081	3.1618	0.1603
77	120	1.23	6.96	0.8426	0.0902	2.0792	0.0760	1.7519	0.0081	4.3230	0.1875
78	240	1.23	3.68	0.5658	0.0902	2.3802	0.0510	1.3468	0.0081	5.6654	0.2146
79	5	1.14	21.00	1.3222	0.0580	0.6990	0.0767	0.9242	0.0034	0.4886	0.0405
80	15	1.14	18.00	1.2553	0.0580	1.1761	0.0728	1.4763	0.0034	1.3832	0.0682
81	30	1.14	15.04	1.1772	0.0580	1.4771	0.0683	1.7389	0.0034	2.1819	0.0857
82	60	1.14	11.57	1.0633	0.0580	1.7782	0.0617	1.8908	0.0034	3.1618	0.1031
83	120	1.14	6.80	0.8325	0.0580	2.0792	0.0483	1.7309	0.0034	4.3230	0.1206
84	240	1.14	3.47	0.5403	0.0580	2.3802	0.0313	1.2861	0.0034	5.6654	0.1380
85	5	1.07	18.00	1.2553	0.0280	0.6990	0.0352	0.8774	0.0008	0.4886	0.0196
86	15	1.07	16.20	1.2095	0.0280	1.1761	0.0339	1.4225	0.0008	1.3832	0.0330
87	30	1.07	13.21	1.1209	0.0280	1.4771	0.0314	1.6557	0.0008	2.1819	0.0414
88	60	1.07	10.00	1.0000	0.0280	1.7782	0.0280	1.7782	0.0008	3.1618	0.0498
89	120	1.07	5.87	0.7686	0.0280	2.0792	0.0215	1.5981	0.0008	4.3230	0.0583
90	240	1.07	2.94	0.4683	0.0280	2.3802	0.0131	1.1148	0.0008	5.6654	0.0667
		$\Sigma =$		110.6304	35.6718	143.8459	48.4304	165.1053	23.8266	258.0579	57.0138

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 5
DATOS PLUVIOMÉTRICOS DE
PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

Cuadro A.5.1

Precipitación Máxima en 24 horas de la estación Mañazo.

ESTACIÓN : MAÑAZO				LATITUD : 15°48'00.2"					DEPARTAMENTO : PUNO				
TIPO : CO				LONGITUD : 70°20'41.6"					PROVINCIA : PUNO				
CODIGO : 115051				ALTITUD : 3920 MSNM					DISTRITO : MANAZO				
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁX.
1993			6.3	23.4	0.9	0.0	0.0	7.2	2.8	24.3	16.8	24.8	24.8
1994	26.6	22.0	49.0	32.6	3.5	0.9	0.0	0.0	1.9	1.3	22.0	15.9	49.0
1995	30.9	28.6	17.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	4.2	5.6	27.0	30.9
1996	53.0	43.3	14.2	14.2	1.2	0.0	0.5	6.4	1.7	5.1	18.3	20.6	53.0
1997	20.1	19.2	28.6	16.4	0.8	0.0	0.0	14.0	14.6	10.9	29.1	10.8	29.1
1998	29.1	43.8	17.3	13.4	0.0	1.7	0.0	1.9	0.0	12.8	33.1	9.0	43.8
1999	31.9	26.9	20.1	24.0	9.3	0.0	0.0	2.9	10.7	21.3	4.7	24.7	31.9
2000	19.5	21.1	11.1	10.1	3.5	0.0	0.0	1.0	4.5	19.2	7.5	24.6	24.6
2001	37.1	54.0	23.6	27.4	2.7	0.0	1.2	6.2	1.3	10.2	22.0	18.1	54.0
2002	17.7	22.8	16.8	20.5	12.9	3.0	7.2	2.8	8.2	30.1	26.1	16.1	30.1
2003	22.4	16.0	24.1	6.8	7.9	3.7	0.0	1.6	11.0	6.7	16.5	15.4	24.1
2004	19.7	24.3	23.6	14.5	0.0	1.1	7.8	8.9	7.5	2.9	9.3	9.3	24.3
2005	18.1	31.5	17.8	21.9	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	8.0	29.0	19.8	31.5
2006	29.9	30.4	14.2	10.8	1.2	0.0	0.0	1.8	20.9	8.6	11.9	39.9	39.9
2007	29.2	18.8	30.2	22.5	11.4	0.1	2.5	6.7	6.8	9.7	26.2	21.5	30.2
2008	23.3	18.2	13.8	0.1	5.5	0.0	0.0	1.2	1.2	8.0	1.9	27.0	27.0
2009	25.0	27.1	14.6	7.9	1.5	0.0	3.0	0.0	1.9	5.3	11.1	29.8	29.8
2010	14.6	27.9	23.1	12.4	11.8	0.0	0.1	0.0	0.0	17.9	10.7	28.8	28.8
2011	32.8	23.6	20.9	12.1	2.1	0.0	2.7	0.0	1.5	4.2	28.7	35.5	35.5
2012	23.7	26.8	23.5	18.5	0.0	0.0	0.0	2.2	1.5	2.3	28.1	24.6	28.1
2013	19.2	22.6	24.6	8.2	1.5	4.5	6.2	0.8	6.2	7.8	23.2	21.2	24.6
Nº Datos	20	20	21	21	21		21	21	21	21	21	21	21
Media	26.2	27.4	20.7	15.3	3.7	0.7	1.5	3.1	5.5	10.5	18.2	22.1	33.1
Desv.	8.5	9.4	8.5	8.0	4.2	1.3	2.5	3.7	5.3	7.6	9.3	7.8	9.1
Mínimo	14.6	16.0	6.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.9	9.0	24.1
Máximo	53.0	54.0	49.0	32.6	12.9	4.5	7.8	14.0	20.9	30.1	33.1	39.9	54.0

Fuente: Registros históricos del SENAMHI.

Cuadro A.5.2

Precipitación Máxima en 24 horas de la estación Illpa.

ESTACIÓN : ILLPA				LATITUD : 15°41'14.5"					DEPARTAMENTO : PUNO				
TIPO : S/N				LONGITUD : 70°05'11.8"					PROVINCIA : PUNO				
CODIGO : CP				ALTITUD : 3820 MSNM					DISTRITO : ATUNCOLLA				
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁX.
1979	18.2	8.4	16.6	14.1	1.4	0.0	0.0	0.0	1.2	8.4	8.9	10.8	18.2
1980	18.2	15.4	25.0	8.4	0.0	2.0	3.4	5.6	15.6	14.0	8.2	13.8	25.0
1981	22.6	25.6	18.3	17.8	4.5	0.0	0.0	5.8	3.8	5.9	21.8	18.4	25.6
1982	41.8	22.4	15.8	18.5	2.5	1.0	2.8	1.6	12.8	8.4	15.4	6.3	41.8
1983	6.0	17.7	18.2	10.0	0.0	0.2	0.0	1.8	6.4	6.2	12.8	8.8	18.2
1984	28.8	30.2	20.0	9.5	6.5	0.4	0.0	5.2	0.0	20.5	10.6	12.0	30.2
1985	28.0	35.6	20.0	13.0	8.6	11.8	0.0	7.0	18.8	15.2	18.2	15.8	35.6
1986	18.5	35.7	26.5	13.4	1.6	0.0	0.0	1.8	1.8	3.5	4.8	15.9	35.7
1987	44.5	15.6	12.2	15.4	0.5	0.0	4.6	0.8	2.8	10.8	25.9	15.4	44.5
1988	28.6	15.8	24.0	16.4	9.6	0.0	1.0	0.0	7.2	16.7	2.8	22.2	28.6
1989	25.6	13.2	16.8	12.9	1.6	1.2	1.2	3.8	1.6	4.6	7.5	12.5	25.6
1990	24.8	6.1	17.0	12.6	1.2	20.8	0.0	2.4	0.0	3.8	10.2	9.8	24.8
1991	3.4	19.0	25.2	27.8	16.8	19.4	0.0	0.0	11.4	17.0	7.2	23.0	27.8
1992	10.5	20.0	0.0	10.0	0.0	0.0	2.4	5.4	0.4	13.0	4.0	12.0	20.0
1993	18.0	22.0	14.0	11.0	3.0	0.0	0.0	10.0	2.5	14.0	22.0	30.0	30.0
1994	22.0	24.0	15.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	26.8	10.8	27.2	27.2
1995	11.7	37.4	16.6	2.6	0.0	0.0	0.0	3.1	5.4	19.4	8.8	33.4	37.4
1996	30.4	13.4	13.4	21.6	10.4	0.0	3.8	10.8	7.8	11.0	16.2	11.2	30.4
1997	29.0	27.0	14.0	16.0	3.6	0.0	0.0	5.8	35.0	18.4	17.2	18.8	35.0
1998	3.2	32.0	14.5	12.3	7.2	9.0	0.6	2.7	0.5	25.4	11.5	42.9	42.9
Nº Datos	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Media	21.7	21.8	17.2	14.0	4.0	3.3	1.0	3.7	7.1	13.2	12.2	18.0	30.2
Desv.	11.0	8.8	5.7	5.1	4.4	6.4	1.5	3.1	8.3	6.7	6.2	9.1	7.6
Mínimo	3.2	6.1	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	2.8	6.3	18.2
Máximo	44.5	37.4	26.5	27.8	16.8	20.8	4.6	10.8	35.0	26.8	25.9	42.9	44.5

Fuente: Registros históricos del SENAMHI.

Cuadro A.5.3

Precipitación Máxima en 24 horas de la estación Umayo.

ESTACIÓN : U MAYO				LATITUD : 15°44"					DEPARTAMENTO : PUNO				
TIPO : PLU				LONGITUD : 70°09"					PROVINCIA : PUNO				
CODIGO : 7412				ALTITUD : 3850 MSNM					DISTRITO : ATUNCOLLA				
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁX.
1964	7.4	15.5	12.9	11.0	6.5	0.0	0.0	0.0	8.1	0.0	7.2	28.0	28.0
1965	17.2	43.6	11.7	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9	4.9	15.9	22.2	43.6
1966	13.7	12.0	15.7	4.9	12.2	0.0	0.0	0.0	1.3	8.1	28.9	14.3	28.9
1967	26.4	10.5	33.2	12.9	0.0	0.0	8.0	4.0	6.2	3.4	2.1	32.1	33.2
1968	9.8	27.0	12.4	9.6	11.0	10.1	5.7	0.5	8.9	22.0	40.8	13.7	40.8
1969	22.8	19.7	10.5	12.7	0.0	0.0	2.4	0.0	3.4	10.6	16.6	20.5	22.8
1970	15.2	22.2	24.8	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	1.2	16.5	24.8
1971	17.6	23.0	5.6	7.3	0.0	1.9	0.0	0.0	1.7	8.7	27.0	33.9	33.9
1972	32.5	70.7	26.2	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	13.0	7.5	17.2	70.7
1973	13.9	33.7	13.2	12.6	4.7	0.0	0.0	5.3	9.8	9.1	4.3	20.0	33.7
1974	29.2	22.9	26.7	16.0	0.0	0.6	0.0	2.3	3.6	0.8	16.0	12.4	29.2
1975	16.9	20.8	20.7	9.3	30.4	0.0	0.0	0.0	8.9	12.8	12.5	39.1	39.1
1976	31.3	37.1	16.2	24.3	6.2	0.0	0.0	2.1	31.3	3.2	2.8	14.5	37.1
1977	23.3	36.7	20.2	4.2	0.7	0.0	3.8	0.0	20.9	9.6	16.0	20.5	36.7
1978	19.4	44.9	35.2	24.7	0.0	0.0	1.9	0.0	6.3	5.8	16.5	23.6	44.9
1979	40.3	20.3	26.6	29.2	11.4	0.0	0.0	3.9	0.0	12.8	6.5	24.4	40.3
1980	21.1	17.5	33.1	2.5	0.0	0.0	2.2	2.9	15.7	15.9	16.5	18.5	33.1
1981	40.3	20.7	32.1	20.5	0.0	0.0	0.0	5.4	0.0	14.4	15.9	11.9	40.3
1982	33.2	13.7	18.8	31.1	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	17.5	26.6	13.2	33.2
1983	14.8	19.1	9.9	8.0	0.0	5.8	0.0	4.2	12.1	7.3	20.9	29.7	29.7
1984	29.9	28.5	25.6	20.3	8.4	4.7	0.0	11.5	0.0	18.8	18.1	33.5	33.5
1985	40.9	30.5	22.4	21.7	7.5	8.7	0.0	0.0	17.8	5.8	19.1	20.2	40.9
1986	27.0	29.0	20.5	23.1	0.0	0.0	0.0	8.4	7.5	5.4	3.6	25.0	29.0
1987	22.5	10.0	10.5	3.2	0.0	0.0	11.6	0.0	0.0	12.9	22.8	22.2	22.8
1988	35.6	24.5	36.6	20.7	10.8	0.0	0.0	0.0	4.9	14.0	5.5	42.2	42.2
1989	20.8	30.6	23.0	23.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	13.5	9.9	30.6
1990	18.8	18.5	16.8	25.4	6.9	18.3	0.0	12.8	7.0	16.2	29.1	15.5	29.1
1991	52.8	19.0	19.8	13.9	2.9	14.1	0.0	0.0	9.1	10.7	12.6	20.3	52.8
1992	15.2	15.7	19.6	10.7	0.0	0.0	9.3	12.4	6.8	22.0	10.0	27.2	27.2
1993	36.2	11.8	15.8	11.5	7.6	0.0	0.0	13.1	S/D	15.5	37.7	28.4	37.7
Nº Datos	30	30	30	30	30		30	30	29	30	30	30	30
Media	24.9	25.0	20.5	15.0	4.2	2.1	1.5	3.0	7.4	10.5	15.8	22.4	35.7
Desv.	10.5	12.4	8.1	8.0	6.4	4.6	3.0	4.3	7.1	5.7	10.1	8.1	9.4
Mínimo	7.4	10.0	5.6	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	9.9	22.8
Máximo	52.8	70.7	36.6	31.1	30.4	18.3	11.6	13.1	31.3	22.0	40.8	42.2	70.7

Fuente: Registros históricos del SENAMHI.

Cuadro A.5.4

Precipitación Máxima en 24 horas de la estación Puno.

ESTACIÓN : PUNO				LATITUD : 15°49'34.5"					DEPARTAMENTO : PUNO				
TIPO : CP				LONGITUD : 70°00'43.5"					PROVINCIA : PUNO				
CODIGO : 100110				ALTITUD : 3812 MSNM					DISTRITO : PUNO				
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MÁX.
1964		39.7	20.4	24.0	7.7	0.0	0.0	3.7	8.4	5.0	15.8	12.8	39.7
1965	19.1	34.3	7.0	6.8	0.8	0.0	0.5	4.2	21.5	5.3	21.8	27.2	34.3
1966	13.4	19.6	12.8	49.5	15.6	0.0	0.5	0.0	0.4	10.7	17.0	7.4	49.5
1967	18.2	12.3	36.2	5.2	7.5	0.0	5.0	20.6	21.8	13.1	2.7	20.9	36.2
1968	28.0	17.2	18.8	21.1	5.7	8.9	3.7	2.0	12.4	27.6	13.5	14.5	28.0
1969	16.1	26.7	14.3	6.4	0.0	0.2	2.3	0.9	1.8	17.7	29.9	21.9	29.9
1970	24.5	10.4	31.7	7.0	3.8	0.0	0.0	0.9	3.7	8.2	9.0	13.4	31.7
1971	29.7	45.2	7.4	6.3	0.0	1.4	0.0	7.9	1.2	7.0	40.4	24.3	45.2
1972	25.4	36.8	36.0	15.5	5.5	0.0	0.0	0.0	13.9	9.2	26.1	29.1	36.8
1973	29.6	24.0	41.0	22.4	8.0	0.0	1.5	5.0	9.8	5.8	7.8	20.5	41.0
1974	40.2	39.0	16.1	11.3	0.1	2.5	0.2	9.7	9.0	4.9	16.0	11.2	40.2
1975	23.5	28.6	26.1	14.5	16.8	0.7	0.1	8.0	14.9	14.9	8.8	33.7	33.7
1976	26.6	30.2	33.4	15.2	5.0	0.2	0.8	6.6	11.2	8.6	5.1	31.3	33.4
1977	11.6	36.9	31.7	2.5	8.8	0.0	2.3	0.0	29.0	14.6	12.5	31.4	36.9
1978	34.5	30.1	26.1	7.1	0.4	0.0	3.2	0.2	10.2	22.4	18.1	24.6	34.5
1979	26.4	8.4	16.6	14.1	1.4	0.0	0.5	1.2	7.4	12.2	9.9	11.0	26.4
1980	18.2	15.4	25.0	13.4	0.9	0.1	2.2	8.5	15.6	16.8	12.2	13.4	25.0
1981		27.6	19.3	21.1	4.7	0.0	0.0	21.0	6.3	5.9	21.8	21.8	27.6
1982	51.8	22.4	19.8	20.5	2.5	3.8	1.9	0.0	16.0	23.5	19.5	7.0	51.8
1983	6.9	16.7	19.2	14.0	9.0	2.3	1.5	2.7	19.7	10.8	22.0	38.6	38.6
1984	31.4	39.1	24.9	11.5	7.5	3.8	3.7	15.6	0.0	71.6	16.7	26.9	71.6
1985	48.5	30.3	17.1	13.0	10.9	11.8	0.0	7.0	20.7	15.0	14.4	22.7	48.5
1986	21.5	38.7	27.1	14.3	0.1	0.0	5.1	4.0	10.5	1.7	3.5	15.9	38.7
1987	55.7	17.9	19.5	21.8	0.6	2.1	4.6	0.0	3.5	11.4	25.4	14.6	55.7
1988	30.6	20.2	22.0	23.7	13.9	0.0	0.3	0.0	7.9	17.9	31.4	20.2	31.4
1989	24.3	12.9	21.4	24.5	0.0	0.2	1.7	12.3	8.9	6.0	7.6	10.5	24.5
1990	23.6	6.1	16.0	12.6	6.5	20.4	0.0	6.3	7.2	20.6	13.6	13.2	23.6
1991	20.2	18.4	22.0	13.0	4.8	24.2	0.0	2.2	7.2	5.6	15.4	14.2	24.2
1992	9.4	16.6	9.9	24.0	0.0	0.5	2.3	35.8	0.0	7.2	9.5	12.2	35.8
1993	24.0	21.9	25.4	15.8	5.7	1.1	0.0	17.6	8.0	14.0	26.0	26.8	26.8
1994	26.3	27.3	24.2	15.6	29.9	0.4	0.0	0.0	9.7	17.9	15.2	9.1	29.9
1995	19.4	29.0	15.6	2.0	3.8	0.0	0.0	3.0	10.3	9.3	10.3	25.4	29.0
1996	36.9	18.7	16.8	20.4	0.0	0.0	2.9	4.4	0.8	8.6	18.6	15.2	36.9
1997	29.1	32.4	23.2	19.5	0.8	0.0	0.0	12.5	28.8	20.0	11.2	9.7	32.4
1998	42.9	25.7	24.1	7.1	0.0	4.9	0.0	4.3	4.5	14.7	11.7	21.3	42.9
1999	36.1	26.7	36.0	33.5	7.5	0.0	1.5	1.5	5.6	38.2	10.8	11.4	38.2
2000	19.0	31.6	13.5	22.2	0.4	1.4	3.1	8.0	6.2	31.4	6.6	14.9	31.6
2001	25.7	37.7	39.4	17.0	8.4	2.2	0.0	7.0	8.4	14.0	23.0	23.3	39.4
2002	36.1	33.7	22.8	18.7	12.0	9.6	12.8	18.4	4.2	18.2	11.0	29.0	36.1
2003	35.6	23.2	12.1	28.0	12.8	4.8	0.2	4.0	24.8	11.1	5.7	26.2	35.6
2004	27.8	24.7	30.4	7.8	5.4	0.0	3.6	25.9	12.0	2.1	11.0	15.6	30.4
2005	30.1	22.2	26.8	16.9	0.4	0.0	0.0	0.0	3.0	18.0	24.4	17.6	30.1
2006	40.9	11.9	28.7	13.0	0.9	0.1	0.0	0.6	11.0	9.4	15.8	28.3	40.9
2007	23.8	38.8	67.2	15.7	7.2	0.1	2.9	1.6	13.5	40.2	11.7	11.6	67.2
2008	38.5	18.0	27.0	2.7	6.2	1.4	0.2	0.8	1.3	34.6	S/D	16.6	38.5
2009	31.0	16.0	40.2	16.2	0.4	0.0	1.8	0.0	5.2	18.4	24.2	9.9	40.2
2010	23.6	78.2	12.4	7.2	10.6	0.0	0.1	7.1	1.5	8.6	5.2	21.0	78.2
2011	25.4	28.2	14.8	14.2	2.6	0.0	5.3	0.2	17.3	15.6	13.2	20.6	28.2
2012	28.7	34.0	27.5	15.4	0.0	0.2	0.0	5.6	6.8	4.5	44.4	20.4	44.4
2013	16.2	28.7	32.6	7.8	6.2	0.9	4.3	7.8	11.3	26.0	41.0	26.7	41.0
Nº Datos	48	50	50	50	50	50	50	50	50	50	49	50	50
Media	27.6	26.6	24.0	15.5	5.4	2.2	1.7	6.3	9.9	15.5	16.5	19.3	37.8
Desv.	10.2	11.8	10.4	8.4	5.7	4.8	2.3	7.6	7.2	11.9	9.4	7.5	11.3
Mínimo	6.9	6.1	7.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	2.7	7.0	23.6
Máximo	55.7	78.2	67.2	49.5	29.9	24.2	12.8	35.8	29.0	71.6	44.4	38.6	78.2

Fuente: Registros históricos del SENAMHI.

ANEXO 6
DATOS PLUVIOGRÁFICOS DE MÁXIMAS INTENSIDADES

Cuadro A.6.1

Orden cronológico de máximas intensidades para diferentes intervalos de duración C.P-708-PUNO (Enero 73 – Diciembre 88).

Nº	Fecha	Duración (minutos)					
		5'	15'	30'	60'	120'	240'
1	5-6/03/73	21.00	21.00	21.00	21.00	14.16	7.88
2	17/03/73	39.90	39.90	28.51	15.00	8.30	4.15
3	27/28/01/74	17.80	17.80	10.50	7.82	8.82	7.58
4	10-11/02/74	14.10	14.10	14.10	11.75	6.03	6.27
5	25/02/74	26.40	8.80	4.40	2.20	1.10	0.55
6	14/12/74	18.00	18.00	17.47	9.80	5.45	3.27
7	01/02/75	50.40	50.40	25.50	13.05	10.37	6.52
8	20-21/03/75	20.40	20.40	20.40	14.79	15.50	7.95
9	12/12/75	40.20	40.20	40.20	20.90	12.46	8.33
10	11/01/76	45.60	15.20	7.60	4.15	2.07	1.04
11	09/12/76	25.00	25.00	25.00	25.00	12.50	7.51
12	10/01/77	19.50	19.50	14.55	9.60	5.15	2.55
13	23-24/02/77	16.80	16.80	10.37	7.15	5.55	5.53
14	8-9/03/77	16.08	16.08	15.04	12.45	8.64	5.35
15	31/12/77	32.40	11.86	6.20	3.10	1.55	0.77
16	1-2/01/78	20.76	20.76	20.76	20.76	13.09	6.98
17	21-22/12/78	21.00	13.99	6.99	3.50	2.05	2.53
18	20-21/01/79	16.00	16.20	16.20	8.40	7.79	4.45
19	22/03/79	31.20	31.20	16.22	8.15	4.27	2.25
20	16/12/79	17.00	17.00	17.00	10.00	4.40	2.20
21	25/01/80	15.80	15.80	15.80	9.76	7.35	3.68
22	21/03/80	18.00	18.00	18.00	18.00	7.25	3.65
23	26/02/81	23.52	23.52	20.11	11.57	6.80	3.47
24	18-19/01/82	49.20	16.40	8.20	4.10	2.05	1.74
25	22-23/01/82	34.75	34.75	34.75	33.62	17.95	12.03
26	06/04/83	22.50	15.08	7.16	3.85	1.92	0.92
27	01/12/83	15.60	14.06	12.52	11.75	5.87	2.94
28	13/12/83	16.20	16.20	8.19	4.47	2.40	1.20
29	22/12/83	13.21	13.21	13.21	11.00	5.50	2.75
30	09/01/84	28.50	28.50	28.50	16.17	8.42	4.55
31	13-14/02/84	11.97	11.97	11.97	11.97	11.97	7.95
32	29-30/03/84	36.60	25.06	13.53	7.18	3.93	2.98
33	12-20/02/86	24.04	24.04	22.55	12.31	6.96	4.23
34	27-28/11/87	36.19	36.19	31.71	20.51	11.70	6.10
35	23-24/03/88	44.00	44.00	44.00	40.00	26.89	13.73

Fuente: Diagnóstico para el plan de manejo y conservación de agua y suelo en la Microcuenca Paxa-Azoguini. Puno (Choquecota: 1995).