

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Análisis estadístico de las estaciones pluviométricas de la región
Piura**

Línea de Investigación: Ingeniería Civil

Sub Línea de Investigación: Hidráulica

Autor:

Girón Ortiz, Manuel Augusto

Jurado Evaluador:

Presidente : Narváez Aranda, Ricardo Andrés

Secretario : Cabanillas Quiroz, Guillermo Juan

Vocal : Chuquilín Delgado, María Florencia

Asesor:

García Rivera, Juan Pablo

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3498-7934>

PIURA – PERÚ

2023

Fecha de sustentación: 2023/07/24

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Análisis estadístico de las estaciones pluviométricas de la región
Piura**

Línea de Investigación: Ingeniería Civil

Sub Línea de Investigación: Hidráulica

Autor:

Girón Ortiz, Manuel Augusto

Jurado Evaluador:

Presidente : Narváez Aranda, Ricardo Andrés

Secretario : Cabanillas Quiroz, Guillermo Juan

Vocal : Chuquilín Delgado, María Florencia

Asesor:

García Rivera, Juan Pablo

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3498-7934>

PIURA – PERÚ

2023

Fecha de sustentación: 2023/07/24

Análisis estadístico de las estaciones pluviométricas de la región Piura

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

6%

2

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

3%

3

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

pirhua.udep.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

1library.co

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.urp.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

Submitted to Universidad Santo Tomas

Trabajo del estudiante

1%

8

Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego

Trabajo del estudiante

1%

9

repositorio.unap.edu.pe
Fuente de Internet

1%

10

www.coursehero.com
Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir bibliografía

Activo

Excluir coincidencias

< 1%




JUAN PABLO GARCÍA RIVERA
CIP 65614
INGENIERO CIVIL

Declaración de originalidad

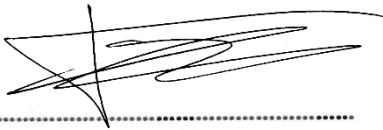
Yo, **Juan Pablo García Rivera**, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada "ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS DE LA REGIÓN PIURA", autores Manuel Augusto Girón Ortiz, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de *16.0%*. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (*16/07/23*).
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Lugar y fecha: *Tuyillo, 19 de julio de 2023*


.....
Girón Ortiz, Manuel Augusto
DNI: 72186702

.....
Apellidos y Nombres del autor
DNI:


.....
García Rivera, Juan Pablo
DNI: 18216844
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3498-7934>

“Análisis estadístico de las estaciones pluviométricas de la región Piura”

AUTOR:

Br. Girón Ortiz, Manuel Augusto

APROBADO POR:

ING. RICARDO ANDRES NARVAEZ ARANDA
PRESIDENTE
CIP:58776

ING. GUILLERMO CABANILLAS QUIROZ
SECRETARIO
CIP: 17902

ING. MARÍA CHUQUILLIN DELGADO
VOCAL
CIP: 169776

ING. JUAN PABLO GARCÍA RIVERA
ASESOR
CIP: 68614

DEDICATORIA

Hoy puedo decir que he ganado la competencia y esa victoria se la debo a grandes personas que con verdaderos principios cimentaron las bases de este triunfo.

A Dios, por acompañarme en las buenas y en las malas, por escucharme y nunca abandonarme cuando más lo necesitaba, por mantenerme siempre con fuerza y alegría para afrontar cualquier derrota

A mi madre Doria, por todo el esfuerzo y sacrificio que hizo todos estos años por darme lo mejor. Jamás podré retribuirte todo lo que has hecho por mí, estaré eternamente agradecido por todo lo que soy ahora, por haberme dado el mejor ejemplo a seguir.

A mi familia con especial mención a mi madre la cual es la llama de la virtud y el apego por el conocimiento, dedicada a mis amigos aquellos que me apoyaron y fortalecieron mis conocimientos durante el periodo de realización de esta tesis

Manuel Augusto Girón Ortiz

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a mi madre, por todos los cafés preparados en noches de vela para el estudio y análisis de la problemática presentada en esta tesis, por su condición perenne de fortalecimiento aun cuando queriendo dejar todo sin concluir, por el apoyo económico brindado desde los inicio de mi carrera y hasta ahora la culminación de esta, agradecimientos sin olvidar a mi amigos, aquellos que me brindaron todo su apoyo incondicional a la limitaciones del tema de tesis, haciendo su procesamiento más llevadero. Por todas esas ayudas incondicionales brindadas desde diferentes ámbitos: personal, social, estudiantil, gracias a todos ellos, que sin ser partícipes directos, colaboraron con un valor inmenso.

Manuel Augusto Girón Ortiz

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó el análisis de las variables climáticas de las estaciones pluviométricas de la Región Piura, para poder realizar este análisis se necesita saber que variables se tiene que estudiar, en nuestro caso son las estaciones pluviométricas se analizó las variables de, precipitación, temperatura Máxima y Mínima.

Primero, se investigó la cantidad de estaciones se encuentran dentro de la región Piura, para el estudio realizado se sabe que la región Piura está conformada por ocho provincias, Talara, Sullana, Paita, Piura, Sechura, Morropón, Ayabaca y Huancabamba, y a la vez se encontró 20 estaciones pluviométricas, dentro de ellas 08 estaciones cuentan con datos actuales, pero 5 estaciones cuentan con datos completos, con las cuales se ha tomado como estaciones base, para encontrar, los datos de las otras bases, después de realizar esto se deberá verificar por medio de datos estadísticos, para dar por conforme los datos adecuados, en esta parte del país en la región de Lambayeque y Cajamarca es afectada por fenómenos climáticos afectando a parte de la población y a estructuras de ingeniería dejando así intercomunicada o varadas a poblaciones. El objetivo de este estudio es prevenir que fenómenos climáticos afecten a estructuras de ingeniería, salud de las personas, se utilizó programas para la recolección de datos de precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima y caudal, realizada este análisis servirá como base de datos para el estudio de varios proyectos a nivel regional.

El estudio realizado es de procesos de investigación, los métodos que se aplicó, es el método de análisis de promedio, el análisis de consistencia, análisis de saltos, análisis de bondad de ajuste, para realizar estos métodos se necesita realizar el estudio de las estaciones, obteniendo así las variables de estudio que fueron parte del desarrollo de la investigación, para el estudio que se ha realizado, se estudió las variables y sus efectos en otras, esto se realizó para todas las estaciones pluviométricas e hidrométricas de la cuenca de estudio.

De los resultados obtenidos diario, mensuales, anuales de las variables de precipitaciones, temperatura máxima y mínima, caudales, dentro de las 21 estaciones 5 cuentan con datos casi completos por lo cual se realizara el método de complicación de datos y método de consistencia dando así que los datos obtenidos son adecuado, este proceso se realizó para las diferentes variables de estudios, y después se

realizara a hacer el método de bondad de ajuste que sirve para comparar los datos obtenido diario, mensual, anual, con el método estadístico y comparar con los resultado obtenido anuales, se realizará el método de probabilidad de ocurrencia , y como último si las lluvias en años posteriores aumentaran, estos datos obtenidos se realizó bajo documento de SENAMHI que me proporciono la información de datos de las estaciones, también se obtuvo a través de las páginas de ANA y MINAGRI.

Palabra clave: Estación, Pluviométrico, Hidrométrico, Caudal, máximo, mínimo, Precipitación, temperatura, análisis.

ABSTRACT

In this present thesis, an analysis of the climatic variables of the rainfall stations in the Piura Region was carried out. To conduct this analysis, it is necessary to know which variables need to be studied. In our case, the rainfall stations were analyzed for the variables of precipitation, maximum temperature, and minimum temperature.

Firstly, the number of stations within the Piura Region was investigated. For the conducted study, it is known that the Piura Region is composed of eight provinces: Talara, Sullana, Paita, Piura, Sechura, Morropon, Ayabaca, and Huancabamba. A total of 20 rainfall stations were found within these provinces, out of which 8 stations have current data. However, only 5 stations have complete data, which were considered as the base stations for obtaining data from other stations. After this process, it will be necessary to verify the adequacy of the collected data through statistical analysis.

In this part of the country, the Lambayeque and Cajamarca regions are affected by climatic phenomena, impacting both the population and engineering structures, thereby leaving communities isolated or stranded. The objective of this study is to prevent climatic phenomena from affecting engineering structures and people's health. Programs for data collection of precipitation, maximum temperature, minimum temperature, and flow were used. The analysis performed will serve as a database for the study of various regional projects.

The study conducted is a research process, and the methods applied include average analysis, consistency analysis, jump analysis, and goodness-of-fit analysis. To perform these methods, it is necessary to study the stations and obtain the variables that were part of the research development. For the conducted study, the variables and their effects on each other were examined for all rainfall and hydrometric stations within the study basin.

From the obtained results of daily, monthly, and annual data for precipitation, maximum temperature, minimum temperature, and flow variables, it was found that out of the 21 stations, 5 have almost complete data. Therefore, the data will undergo a data compilation method and consistency method to confirm the adequacy of the obtained

data. This process was carried out for the different variables under study. Subsequently, the goodness-of-fit method will be applied to compare the daily, monthly, and annual data obtained with the statistical method and compare them with the annual results. The probability of occurrence method will also be employed. Finally, if rainfall increases in subsequent years, this information was obtained from the SENAMHI document, as well as from the websites of ANA and MINAGRI.

Keywords: Station, Pluviometric, Hydrometric, Flow, Maximum, Minimum, Precipitation, Temperature, Analysis.

PRESENTACIÓN

Distinguidos miembros del jurado:

De acuerdo con los requisitos de acorde con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, nos complace presentarles esta Tesis titulada: "ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS DE LA REGIÓN PIURA", para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	2
RESUMEN	2
ABSTRACT	2
PRESENTACIÓN.....	2
1. INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.3. OBJETIVOS	5
1.4. JUSTIFICACIÓN	5
2. MARCO DE REFERENCIA	
2.1. ANTECEDENTES	7
2.2. MARCO TEÓRICO	12
2.2.1. Clima	12
2.2.2. Ciclo hidrológico	13
2.2.3. Cuenca hidrográfica.....	13
2.2.4. Precipitación media.....	13
2.2.5. Bases teóricas	15
2.2.5.1. Métodos estadísticos.....	15
2.2.5.2. Pruebas de ajuste de bondad	19
2.2.5.3. Análisis de consistencia	20
2.2.5.4. Análisis estadístico	21
2.3. MARCO CONCEPTUAL	28
2.4. HIPÓTESIS.....	29
2.5. VARIABLES	29
2.6. OPERACIÓN DE VARIABLES.....	29
3. METODOLOGÍA EMPLEADA	
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	30
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO	30
3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	30
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	31
3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	31
3.5.1. Técnicas de procesamiento de datos	31
3.5.2. Análisis de datos	31
3.5.2.1. Estimación de datos faltantes.....	31

3.5.2.2. Análisis de consistencia	32
3.5.2.3. Elaboración de curvas IDF	32
4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	
4.1. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE DATA EXTRAÍDA	35
4.2. ESTIMACIÓN DE DATOS FALTANTES	42
4.3. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA Y CORRECCIÓN DE DATOS	68
4.4. ELABORACIÓN DE CURVAS IDF	76
CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
ANEXOS	114

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla N°1:** Estaciones pluviométricas de la Región Piura
- Tabla N°2:** Formato de datos de estaciones Pluviométricas e hidrométricas
- Tabla N°3:** Modelos de distribuciones de análisis estadísticos de datos Hidrológicos.
- Tabla N°4:** Parámetro de la distribución de probabilidad
- Tabla N°6:** Agrupación de estaciones pluviométricas
- Tabla N°7:** Análisis de consistencia de estaciones del Grupo N° 1 previo al estudio
- Tabla N°8:** Análisis de consistencia de estaciones del Grupo N°2 previo al estudio
- Tabla N°9:** Análisis de coeficientes de correlación de las estaciones del Grupo N°1.
- Tabla N°10:** Correlación de la estación Chulucanas.
- Tabla N°11:** Correlación de la estación Morropón.
- Tabla N°12:** Correlación de la estación Hacienda Bigote.
- Tabla N°13:** Correlación de la estación Huarmaca.
- Tabla N°14:** Correlación de la estación Sondorillo.
- Tabla N°15:** Método de la Recta de Regresión en la estación Chulucanas.
- Tabla N°16:** Ejemplo de método de Promedio Aritmético en la estación Chulucanas
- Tabla N°17:** Método del Promedio Aritmético en la estación Chulucanas
- Tabla N°18:** Ejemplo de método de Promedio Aritmético en la estación Chulucanas
- Tabla N°19:** Estación Chulucanas con los datos completos
- Tabla N°20:** Método de la Recta de Regresión en la estación Morropón
- Tabla N°21:** Método del Promedio Aritmético en la estación Morropón
- Tabla N°22:** Estación Morropón con los datos completos
- Tabla N°21:** Método de la Recta de Regresión en la estación Hacienda Bigote.
- Tabla N°22:** Método del Promedio Aritmético en la estación Hacienda Bigote.
- Tabla N°23:** Estación Hacienda Bigote con los datos completos.
- Tabla N°24:** Método de la Recta de Regresión en la estación Huarmaca
- Tabla N°25:** Método del Promedio Aritmético en la estación Huarmaca.
- Tabla N°26:** Estación Huarmaca con los datos completos.
- Tabla N°27:** Estación Sondorillo con los datos completos.
- Tabla N°28:** Análisis de coeficientes de correlación de las estaciones del Grupo N°2.
- Tabla N°29:** Correlación de la estación La Esperanza
- Tabla N°30:** Correlación de la estación Bernal.
- Tabla N°31:** Correlación de la estación Chusis
- Tabla N°32:** Método de la Recta de Regresión en la estación La Esperanza
- Tabla N°33:** Método del Promedio Aritmético en la estación La Esperanza.
- Tabla N°34:** Estación La Esperanza con los datos completos.
- Tabla N°35:** Método de la Recta de Regresión en la estación Bernal
- Tabla N°36:** Método del Promedio Aritmético en la estación Bernal
- Tabla N°37:** Estación Bernal con los datos completos.
- Tabla N°38:** Método de la Recta de Regresión en la estación Chusis
- Tabla N°39:** Método del Promedio Aritmético en la estación Chusis.
- Tabla N°40:** Estación Chusis con los datos completos.
- Tabla N°41:** Tabla Curva doble masa con data completa de estaciones del Grupo N°1.
- Tabla N°42:** Tabla Curva doble masa Estación Chulucanas
- Tabla N°42:** Estación Chulucanas completa y corregida.
- Tabla N°43:** Tabla Curva doble masa con data completa de estaciones del Grupo N°1.

Tabla N°44: Determinación de la P_{máx.} anual en la estación Chulucanas

Tabla N°45: Análisis de métodos de distribución en la estación Chulucanas

Tabla N°46: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración en la estación Chulucanas

Tabla N°47: Cuadro de intensidades de la estación Chulucanas

Tabla N°48: Regresión para 2 años estación Chulucanas

Tabla N°49: Regresión para 5 años estación Chulucanas

Tabla N°50: Regresión para 10 años estación Chulucanas

Tabla N°51: Regresión para 25 años estación Chulucanas

Tabla N°52: Regresión para 50 años estación Chulucanas

Tabla N°53: Regresión para 100 años estación Chulucanas

Tabla N°54: Regresión para 2 años estación Chulucanas

Tabla N°55: Resumen de coeficientes de regresión estación Chulucanas

Tabla N°56: Segunda Regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d) estación Chulucanas

Tabla N°57: Intensidades – tiempo de duración de la estación Chulucanas

Tabla N°58: Determinación de la P_{máx.} anual en la estación Morropón

Tabla N°59: Análisis de métodos de distribución en la estación Morropón

Tabla N°60: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración en la estación Morropón

Tabla N°61: Cuadro de intensidades de la estación Morropón

Tabla N°62: Resumen de coeficientes de regresión estación Morropón

Tabla N°63: Segunda Regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d) estación Morropón

Tabla N°64: Intensidades – tiempo de duración de la estación Morropón

Tabla N°65: Determinación de la P_{máx.} anual en la estación H. Bigote

Tabla N°66: Análisis de métodos de distribución en la estación H. Bigote

Tabla N°67: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración en la estación H. Bigote

Tabla N°68: Cuadro de intensidades de la estación H. Bigote

Tabla N°69: Resumen de coeficientes de regresión estación H. Bigote

Tabla N°70: Segunda Regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d) estación H. Bigote

Tabla N°71: Intensidades – tiempo de duración de la estación H. Bigote

Tabla N°72: Determinación de la P_{máx.} anual en la estación Huarmaca

Tabla N°73: Análisis de métodos de distribución en la estación Huarmaca

Tabla N°74: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración en la estación Huarmaca

Tabla N°75: Cuadro de intensidades de la estación Huarmaca

Tabla N°76: Resumen de coeficientes de regresión estación Huarmaca

Tabla N°77: Segunda Regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d) estación Huarmaca

Tabla N°78: Intensidades – tiempo de duración de la estación Huarmaca

Tabla N°79: Determinación de la P_{máx.} anual en la estación Sondorillo

Tabla N°80: Análisis de métodos de distribución en la estación Sondorillo

Tabla N°81: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración en la estación Sondorillo

Tabla N°82: Cuadro de intensidades de la estación Sondorillo

Tabla N°83: Resumen de coeficientes de regresión estación Sondorillo

Tabla N°84: Segunda Regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d) estación Sondorillo

Tabla N°85: Intensidades – tiempo de duración de la estación Sondorillo

Tabla N°86: Determinación de la P_{máx.} anual en la estación La Esperanza

Tabla N°87: Análisis de métodos de distribución en la estación La Esperanza

Tabla N°88: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración en la estación La Esperanza

Tabla N°89: Cuadro de intensidades de la estación La Esperanza

Tabla N°90: Resumen de coeficientes de regresión estación La Esperanza

Tabla N°91: Segunda Regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d) estación La Esperanza

Tabla N°92: Intensidades – tiempo de duración de la estación La Esperanza

Tabla N°93: Determinación de la P_{máx.} anual en la estación Bernal

Tabla N°94: Análisis de métodos de distribución en la estación Bernal

Tabla N°95: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración en la estación Bernal

Tabla N°96: Cuadro de intensidades de la estación Bernal

Tabla N°97: Resumen de coeficientes de regresión estación Bernal

Tabla N°98: Segunda Regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d) estación Bernal

Tabla N°99: Intensidades – tiempo de duración de la estación Bernal

Tabla N°100: Determinación de la P_{máx.} anual en la estación Chusis

Tabla N°101: Análisis de métodos de distribución en la estación Chusis

Tabla N°102: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración en la estación Chusis

Tabla N°103: Cuadro de intensidades de la estación Chusis

Tabla N°104: Resumen de coeficientes de regresión estación Chusis

Tabla N°105: Segunda Regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d) estación Chusis

Tabla N°106: Intensidades – tiempo de duración de la estación Chusis

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1: Gráfico curva masa de la estación Chulucanas previo al estudio

Gráfico N°2: Gráfico curva masa de la estación Morropón previo al estudio

Gráfico N°3: Gráfico curva masa de la estación H. Bigote previo al estudio

Gráfico N°4: Gráfico curva masa de la estación Huarmaca previo al estudio

Gráfico N°5: Gráfico curva masa de la estación Sondorillo previo al estudio

Gráfico N°6: Gráfico curva masa de la estación La Esperanza previo al estudio

Gráfico N°7: Gráfico curva masa de la estación Bernal previo al estudio

Gráfico N°7: Gráfico curva masa de la estación Chusis previo al estudio

Gráfico N°8: Correlación entre las estaciones Chulucanas y Hacienda Bigote

Gráfico N°9: Correlación entre la estación Morropón y el Promedio de estaciones

Gráfico N°10: Correlación entre la estación H. Bigote y el Promedio de estaciones

Gráfico N°11: Correlación entre la estación Huarmaca y el Promedio de estaciones

Gráfico N°12: Correlación entre la estación La Esperanza y el Promedio de estaciones

Gráfico N°13: Correlación entre la estación Bernal y la estación Chusis

Gráfico N°14: Correlación entre la estación Chusis y el Promedio de estaciones

Gráfico N°15: Análisis de consistencia de la estación Chulucanas completa

Gráfico N°16: Análisis de consistencia de la estación Chulucanas corregida.

Gráfico N°17: Análisis de consistencia de la estación Morropón completa

Gráfico N°18: Análisis de consistencia de la estación H. Bigote completa
Gráfico N°19: Análisis de consistencia de la estación Huarmaca completa
Gráfico N°20: Análisis de consistencia de la estación Sondorillo completa
Gráfico N°21: Análisis de consistencia de la estación La Esperanza completa
Gráfico N°22: Análisis de consistencia de la estación Bernal completa
Gráfico N°23: Análisis de consistencia de la estación Chusis completa
Gráfico N°24: Gráfica Pd de la estación Chulucanas
Gráfico N°25: Gráfica IDF de la estación Chulucanas
Gráfico N°26: Gráfica IDF de la estación Chulucanas ajustada
Gráfico N°27: Gráfica Pd de la estación Morropón
Gráfico N°28: Gráfica IDF de la estación Morropón
Gráfico N°29: Gráfica IDF de la estación Morropón ajustada
Gráfico N°30: Gráfica Pd de la estación H. Bigote
Gráfico N°31: Gráfica IDF de la estación H. Bigote
Gráfico N°32: Gráfica IDF de la estación H. Bigote ajustada
Gráfico N°33: Gráfica Pd de la estación Huarmaca
Gráfico N°34: Gráfica IDF de la estación Huarmaca
Gráfico N°35: Gráfica IDF de la estación Huarmaca ajustada
Gráfico N°36: Gráfica Pd de la estación Sondorillo
Gráfico N°37: Gráfica IDF de la estación Sondorillo
Gráfico N°38: Gráfica IDF de la estación Sondorillo ajustada
Gráfico N°39: Gráfica Pd de la estación La Esperanza
Gráfico N°40: Gráfica IDF de la estación La Esperanza
Gráfico N°41: Gráfica IDF de la estación La Esperanza ajustada
Gráfico N°42: Gráfica Pd de la estación Bernal
Gráfico N°43: Gráfica IDF de la estación Bernal
Gráfico N°44: Gráfica IDF de la estación Bernal ajustada
Gráfico N°45: Gráfica Pd de la estación Chusis
Gráfico N°46: Gráfica IDF de la estación Chusis
Gráfico N°47: Gráfica IDF de la estación Chusis ajustada

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Datos meteorológicos a nivel nacional
Figura N°2: Probabilidad del 95%, con un nivel de significancia del 95%
Figura N°3: Agrupación de estaciones pluviométricas
Figura N°4: Método Análisis de curva doble masa
Figura N°5: Intercepciones de rectas para el método curva doble masa en la estación Chulucanas

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

“La sociedad humana se enfrenta a grandes problemas debido a los fenómenos ambientales extremos. Ejemplo de ello inundaciones, tormentas, sequías y otros; que destruyen casi todo lo que está en sus inmediaciones en el momento de las apariciones” (Senamhi, 2014, p.2). Las estimaciones de la intensidad y frecuencia de eventos extremos en variables hidrometeorológicas como la precipitación máxima diaria son importantes para el diseño de instalaciones de recursos hídricos, la delimitación de zonas de inundación y la evaluación económica de proyectos de llanuras aluviales y deltas, por lo tanto, saber con qué frecuencia ocurre una inundación de un tamaño determinado es importante para la planificación y prevención del riesgo de inundaciones. Sin embargo, la disponibilidad y calidad limitadas de los datos a lo largo del tiempo suele ser un desafío en muchas partes del mundo y Perú no es una excepción, por lo que el uso de datos locales puede no ser siempre el caso, lo que también es consistente con las estimaciones de la cuantificación de frecuencia. de eventos extremos. Para resolver este problema, se han desarrollado varios métodos utilizando fuentes de datos alternativas o complementarias.

En los últimos años a medida que los fenómenos hidrológicos han tenido más ocurrencia y a su vez dejando consecuencias cada vez mayores, los estudios hidrológicos vienen siendo de vital importancia dado que brinda estudios basados para la prevención, protección y descripción acerca de los fenómenos que pueden afectar la integridad social y económica. “El interés en este tipo de análisis no es meramente climatológico, sino que también afecta a otros ámbitos medioambientales y socioeconómicos, sobre todo en ambientes frágiles” (Benhamrouche, 2014, p.1).

Romo (2015) en su investigación “Levantamiento de línea base para la implementación de medidas de adaptación al cambio climático en la comunidad de Minas Chupa, parroquia San José de Minas – distrito metropolitano de Quito” nos dice que “los cambios en la temperatura, la intensidad y la frecuencia de las precipitaciones pueden afectar ecosistemas frágiles como los bosques tropicales y paramos, así como la

agricultura, la salud, la disponibilidad de agua, la fertilidad del suelo, la infraestructura y más”.

Además, que el cambio climático trae consigo amenazas como sequías, inundaciones, tormentas y aumento de las temperaturas. Transformación del sistema productivo y bienestar de las personas.

“En Perú, el Centro de Predicción Numérica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) utiliza, para la emisión de pronósticos climáticos, dos fuentes distintas de información: predicciones meteorológicas globales procedentes del modelo Global Forecast System (GFS) y valores reales de determinadas variables, procedentes de su red de estaciones meteorológicas. En base a estos emite pronósticos con respecto a las precipitaciones en las diferentes zonas geográficas del Perú. Sin embargo, el modelo numérico regional utilizado, ETA, aún no es muy preciso” (Marina, 2017, p.286). Uno de los inconvenientes de los modelos numéricos es que las predicciones se realizan para grandes áreas y, a menudo, no son adecuadas para sitios específicos (más pequeños). Por lo tanto, estas proyecciones deben modificarse para ser aplicables a nivel local. Este proceso se denomina reducción e implica la modificación estadística de las predicciones de los modelos periódicos generales (Fallas & Alfaro, 2012).

“En la mayor parte del territorio del Perú, durante los meses de diciembre a abril, el clima cambiará dando como resultado más lluvias de lo habitual, provocando diversos fenómenos naturales, como El Niño y La Niña y en los últimos años 2017, los niños costeros afectan a la población. centros del territorio nacional, al igual que la salida de comunicación interurbana, estos fenómenos también provocan otros fenómenos como la erosión y hundimiento por sedimentación en los cursos de agua y son causa de algunos problemas en las estructuras hídricas” (Agricultura, 2005).

El comportamiento pluvial de la costa norte de Perú está muy influenciado por anomalías climáticas como el ENSO (El Niño Southern Oscillation) y otras ondas atmosféricas que, en conjunto, modulan la distribución espacial de la lluvia, así como su intensidad y acumulación. “El Niño puede causar fenómenos meteorológicos extremos en todo el mundo, como inundaciones y sequías. En Perú, el impacto de El Niño es mayor,

especialmente en la costa norte, donde puede provocar lluvias torrenciales e inundaciones severas. Este fenómeno ha generado diversos impactos en la población, tales como vivienda, acceso al agua, alimentación, transporte, salud, oportunidades laborales, migración, alimentación, etc. Incluso cuando ocurrieron los planes gubernamentales de mitigación, durante los eventos de El Niño de 1997-1998” (Bayer et al., 2008). El evento fue tan severo que causó daños equivalentes al 6,2% del PIB nacional, mientras que para el evento El Niño de 1982-1983 el impacto fue del 11,6% (MEF, 2014). Ambos eventos han sido calificados como excepcionales por el Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN).

Durante los meses de verano del 2017, se han presentado intensas lluvias, principalmente en las regiones del norte: Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad. Estas se han visto asociadas al calentamiento anómalo de la temperatura superficial del mar (TSM), cerca de las costas peruanas, sumado a los procesos de retroalimentación océano-atmósfera, siendo este fenómeno conocido por entidades nacionales como El Niño Costero.

“En estos ambientes frágiles, los principales problemas son los relacionados con los episodios torrenciales, los cuales pueden causar catástrofes naturales. Las inundaciones, las avenidas torrenciales y la erosión son ejemplos de desastres y efectos nocivos sobre ámbitos socioeconómicos” (Benhamrouche, 2014, p.1).

En Perú, el Centro de Predicción Numérica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) utiliza, para la emisión de pronósticos climáticos, dos fuentes distintas de información: predicciones meteorológicas globales del modelo Global Forecast System (GFS) y los valores reales de determinadas variables, de su red de estaciones meteorológicas. Con base en estos, ha publicado pronósticos de lluvia para diferentes regiones geográficas del Perú. Sin embargo, el modelo numérico regional ETA utilizado todavía no es muy preciso. Una de las desventajas de los modelos numéricos es que las predicciones se realizan para un área grande, generalmente no relacionada con una ubicación específica (escala más pequeña). Por lo tanto, estos pronósticos deben

ajustarse para que se puedan aplicar localmente. Este proceso se denomina reducción de escala e implica una corrección estadística de las predicciones del modelo de circulación general.

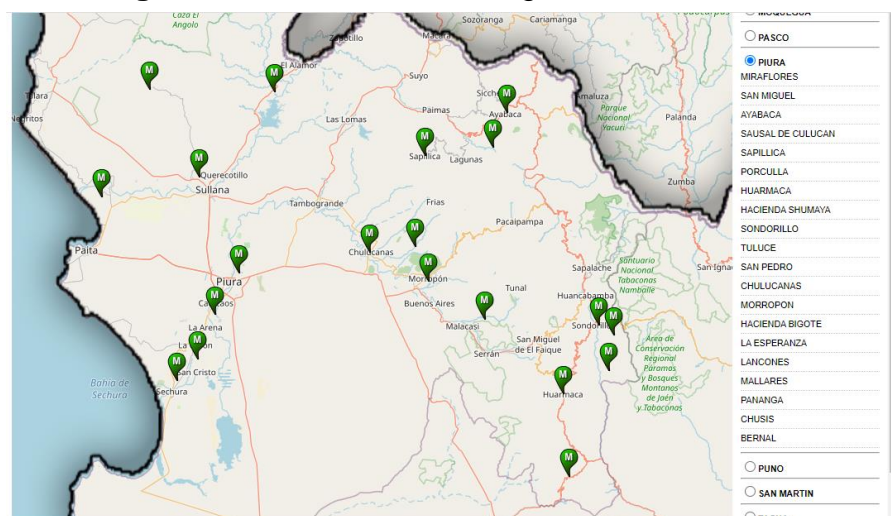
“La forma más común de representar la información pluviométrica de una zona o área, que será utilizada para diferentes obras o proyectos de índole hidráulica, es en base a datos de duración, magnitud y frecuencia” (Vargas, 2016, p.3).

En ese contexto, se considera la importancia de analizar los datos de las estaciones pluviométricas de la región Piura, como son las estaciones de:

Tabla N°1: Estaciones pluviométricas de la Región Piura

Estación	Distrito	Provincia
Chulucanas	Chulucanas	Morropón
Morropón	Morropón	Morropón
Haciendo Bigote	Salitral	Morropón
La esperanza	Cólan	Paita
Huarmaca	Huarmaca	Huancabamba
Sondorillo	Sondor	Huancabamba
Bernal	Bernal	Sechura
Chusis	Sechura	Sechura

Figura N°1: Datos meteorológicos a nivel nacional



Fuente: <https://www.senamhi.gob.pe/>

<https://snirh.ana.gob.pe/observatorioSNIRH/>

“Gran parte del análisis para el proceso de estimación de coeficientes de duración y frecuencia, períodos de retorno y proyecciones temporales, tienen su base en la determinación de los procesos estocásticos que caracterizan a las precipitaciones de la zona” (Vargas, 2016, p.3).

Según un estudio de la Comunidad Andina (CAN, 2007), los países andinos se encuentran en alto riesgo ante el cambio climático.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera el análisis estadístico de las estaciones pluviométricas de la región Piura mejoran los estudios hidrológicos?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Realizar el análisis estadístico de las estaciones pluviométricas para de la región Piura.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Analizar la consistencia de los datos históricos de las 8 estaciones pluviométricas seleccionadas.
- b) Analizar máximas o valores extremos.
- c) Realizar las Curvas intensidad duración y frecuencia. (IDF).

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

1.4.1. Técnico:

Se emplearán diferentes programas como, entre ellos: Excel, realizando así la creación de hojas de cálculo, para la completación de datos de las estaciones pluviométricas, a su vez para la creación de plano pluviométricos, se utilizará el programa Arcgis, también se utilizará el programa hidroesta, entre algunos más.

1.4.2. Social:

La información hidrológica requerida para el diseño de las obras de ingeniería, tanto cuantitativa como cualitativamente, no siempre

está disponible y la complejidad es mayor al no contar con aparatos pluviométricos como son los fluviógrafos y en su mayoría sólo se cuentan con pluviómetros, cuya base de datos no es suficiente para desarrollar relaciones IDF, por lo que se utilizan criterios adimensionales para encontrar relaciones IDF a partir de la información disponible.

1.4.3. Académico:

La importancia de la investigación radica en que resolverá la problemática de completación de datos de algunas estaciones pluviométricas de la región Piura, y su análisis servirá como base para los estudios hidrológicos.

1.4.4. Teórico:

De acuerdo a las investigaciones realizadas, no existen estudios sobre el análisis estadístico de estaciones pluviométricas de la región Piura, lo cual es una limitante para fines agrícolas, agropecuarios, saneamientos, etc.

Los resultados de este trabajo son útiles para la investigación hidrológica. Los beneficiarios directos de la investigación son ingenieros e hidrólogos involucrados en ingeniería e investigación.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Venegas (2020) en su investigación sobre la “Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios en el periodo 2006-2018 para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el Distrito Metropolitano de Quito”, se propuso la investigación estadística sobre variables meteorológicas como precipitación y temperatura representa una región y un período de tiempo suficientemente largo, el método que utiliza incluye el procesamiento estadístico de la información disponible en la institución que guarda los registros meteorológicos. La investigación llegó a los siguientes resultados:

El aumento de la temperatura máxima al mediodía afectará a la salud de los ciudadanos en las zonas con mayor tasa de incremento, especialmente aquellos que trabajan al aire libre, en invernaderos o lugares similares a mediodía. Es difícil de dispersar. Por otro lado, en áreas donde se mantienen cultivos y animales de campo en el área metropolitana de Quito, este aumento de temperatura correspondiente al cambio climático puede provocar que los animales y cultivos sufran "estrés por calor", pero no se utilizan.

El principal aporte al trabajo de investigación es que, los resultados muestran de una manera estadísticamente robusta que hay evidencia de que los extremos de temperatura máxima y mínima y precipitación han aumentado significativamente.

Benhamrouche (2014) en su investigación denominada “Análisis de la concentración diaria de la precipitación en la cuenca del mediterráneo occidental” se propuso el análisis de la concentración diaria de la precipitación en el litoral de la cuenca del Mediterráneo occidental, donde concluyó:

La concentración diurna de precipitación es una variable climática muy interesante porque presenta anomalías en los valores de precipitación diurna, especialmente la concentración o acumulación de precipitación a lo largo de varios días.

Los índices de concentración se pueden estimar con precisión, lo que se puede analizar estadísticamente y correlacionar con otras variables de precipitación. Además, estos indicadores de concentración son indicadores útiles del potencial de erosión por lluvia, riesgo de inundaciones, intensidad de tormentas y más.

El principal aporte al trabajo de investigación es que, los índices de concentración pueden estudiarse estadísticamente y correlacionarse con diferentes variables pluviométricas.

Vargas (2016) en su su investigación denominada “Determinación de curvas IDF en la región de Antofagasta, Chile” se propuso actualizar los coeficientes de duración y frecuencia, curvas IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia) de Antofagasta y presentar isoyetas actualizadas de la II región de Chile, donde obtuvo que:

Las relaciones generales de tiempo y frecuencia propuestas por Bell y Espíldora no aplican para la región de Antofagasta, periodos de retornos muy bajos o muy altos, y periodos de lluvia de más de 1 día. Esto obviamente limita la utilidad de utilizar estos valores, ya que no permite generar datos suficientes para zonas donde no se dispone de mediciones, por lo que se recomiendan los valores presentados en este artículo. Los resultados de Bell de 1969 seguían siendo similares en los Estados Unidos para áreas con precipitaciones menos extremas (por ejemplo, muy secas), presentadas como una recomendación para un análisis para mantener bajo control las tendencias de los Estados Unidos en el futuro cercano y lejano. También se confirma que las tarifas propuestas por Espildora en 1971 para la región Centro Sur del país seguían vigentes en 2015, con una variación menor al 15% según los resultados de Pizarro de 2007.

El principal aporte al trabajo de investigación es que, la propuesta por Bell no permite generar suficientes datos para zonas sin mediciones.

2.1.2. Antecedente Nacionales

Entre las investigaciones que han abordado este tema, encontramos el estudio de **HUAMAN (2019)** sobre el “Análisis de la variabilidad climática de las estaciones pluviométricas e hidrométricas de la cuenca del río Chancay al 2017”, donde allí analizó la precipitación en la cuenca del río Chancay y el cambio climático en la estación hidrológica a partir de 2017, para lo cual utilizó varios programas, como Excel, para crear una hoja de cálculo para obtener datos de la estación de lluvias y la estación hidrológica. creando o editando planos, utilizó los programas AutoCAD, ArcGis e Hidroesta 2. La investigación llegó a los siguientes resultados:

Obtener las variables de investigación, precipitación, temperatura máxima y temperatura mínima de cada estación, y completar los datos para verificar si la correlación de los datos está dentro del límite de $0 < 1$. Por lo tanto, la correlación entre los datos de finalización y los datos es suficiente. Corrección, luego analice a través de métodos estadísticos y luego realice el método de bondad de ajuste para verificar si la distribución está en línea con nuestros datos históricos existentes, y luego realice la distribución durante diferentes períodos de retorno de 2 a 500 años.

El principal aporte al trabajo de investigación es que, una vez obtenidas las variables de estudio, se pueden emplear métodos estadísticos para luego realizar el método correspondiente y verificar la distribución que más se ajuste según los fines necesarios.

Farías (2017) en su tesis denominada “Evaluación del comportamiento pluvial en la costa y sierra de las regiones Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad con la herramienta estadística

CPT: análisis de correlación canónica”, donde se propuso encontrar un modelo que se ajuste adecuadamente a las precipitaciones observadas en las cuatro regiones de estudio. La investigación llegó a los siguientes resultados:

Es bien sabido que, en Perú, el desarrollo de FEN, especialmente en la costa de El Niño, está influenciado por el calentamiento inusual de la TSM en la región de El Niño 1+2 frente a la costa de Perú. Así lo confirman los benchmarks de los modelos analizados en las pruebas de diagnóstico para modelos predictivos. Este es uno de los dos modelos que muestran el valor más alto para las medidas de validación. Por lo tanto, para las proyecciones climáticas estacionales, es mejor considerar la TSM de Niño 1+2 durante el trimestre OND.

El principal aporte al trabajo de investigación es que, la costa es influenciada por el calentamiento inusual de la TSM en la región de El Niño 1+2.

Huamán (2019) en su investigación titulada “Generación de intensidades de precipitación máxima en estaciones sin información pluviográfica (Cuenca Del Rio Illpa – Puno)” donde se propuso prevenir que fenómenos climáticos afecten a estructuras de ingeniería, salud de las personas, donde utilizó programas para la recolección de datos e precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima y caudal, realizada este análisis servirá como base de datos para el estudio de varios proyectos a nivel regional. La investigación llegó a los siguientes resultados:

Obtenidas las variables de estudio de precipitación, temperatura máxima y mínima de cada estación, se completaron los datos y verificaron que la correlación de datos esté en el rango $0 < 11$, es decir, la correlación sea suficiente para completar los datos, fije los datos y luego se usaron los métodos estadísticos para hacer el análisis, seguido de un método de ajuste para verificar que la distribución es consistente con los datos históricos que tenemos,

luego se distribuye en períodos de recuperación que van de 2 a 500 años.

El principal aporte al trabajo de investigación es que, las variables de estudio mencionadas, similares a la de la presente investigación, son suficientes para completar los datos faltantes.

2.1.3. Antecedentes locales

“Piura se encuentra sobre una franja sísmica muy activa conocida como Cinturón Circumpacífico. Esta zona es donde se libera más del 85% del total de energía de la tierra.” (Poicon, 2017, p. 196)

También concluye que “la incertidumbre busca mejorar la información en un análisis de riesgo, permitiendo la elaboración de modelos más confiables que conduzcan a la toma de decisiones apropiadas.” (pág. 196)

SENAMHI (2004) realizaron la investigación sobre el “La caracterización climática de la cuenca del río Piura”, se propuso conocer el comportamiento temporal y espacial de la precipitación para lo cual primero realizó un análisis mensual de la precipitación en el mes de marzo, climáticamente mes más lluvioso, luego un análisis anual de la precipitación y durante el período lluvioso y por último un análisis de la precipitación del período lluvioso, en las diferentes intensidades de El Niño/La Niña. La investigación llegó a los siguientes resultados:

Durante el periodo lluvioso del Niño 1972/73, la cuenca del río Piura acumuló cantidades que oscilaron entre 40 a 1500 mm, presentándose la cantidad mayor en la zona alta, alrededores de las localidades de Santo Domingo etc.

El principal aporte al trabajo de investigación es que, los datos estadísticos son importantes para determinar lo más cercano posible, inminentes eventos climatológicos

Arroyo (2021) realizó el trabajo de investigación titulado “Identificación de las Cuencas Ciegas en el A.H. Las Montero - Distrito de Castilla, Provincia y Departamento de Piura y Afectación a la Población de la Zona Frente a Precipitaciones Pluviales”,

donde se propuso identificar las cuencas ciegas en el A.H. Las Montero y determinar el nivel de afectación a la población de la zona frente a precipitaciones pluviales, llegando a los siguientes resultados:

La acumulación de agua de lluvia, especialmente en el contexto de El Niño, ha provocado un aumento significativo de enfermedades regionales comunes como el dengue, zika y chikungunya, así en el 47,73% de los hogares GA. Monteros dijo que al menos un miembro de su familia tiene la enfermedad.

El principal aporte al trabajo de investigación es que, las precipitaciones pluviales de gran intensidad pueden provocar enfermedades.

2.2. MARCO TEÓRICO

Al analizar la variabilidad climática de las estaciones de lluvia y las estaciones hidrológicas, se utilizarán métodos estadísticos para la predicción de estos y cuantificación en tanto a precipitaciones y tiempo de avenida de las mismas.

2.2.1. Clima

(Bocanegra, 2012 pag.11) afirma que: El clima es un conjunto de condiciones atmosféricas fluctuantes que se caracterizan por el estado y la evolución temporal de un lugar o área específica o de toda la tierra durante un período de tiempo relativamente largo. Los determinantes del clima se refieren a condiciones físicas y geográficas relativamente constantes en el tiempo y el espacio, las más importantes de las cuales son la latitud, la altitud y la distancia al mar. (Choreque, 1989 pag.10) dice: El clima es el "conjunto fluctuante de condiciones atmosféricas caracterizado por los estados y la evolución del tiempo, en el curso de un período suficientemente largo en un dominio espacial determinado". Los elementos que permiten distinguir un clima de otro son: la temperatura, la precipitación, la presión, el viento y la radiación

solar. Los dos primeros son los principales. Los factores que condicionan el clima son: la latitud, la altitud, y la continentalidad.

2.2.2. Ciclo hidrológico

(Villon, 2002 pag.16) dice: “Se denomina ciclo hidrológico, al conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado, como en su forma. Han sido sugeridos numerosos esquemas del ciclo hidrológico, siendo su finalidad común, la de proporcionar un gráfico sencillo que muestre las diferentes formas y estado en que se presenta el agua. El ciclo hidrológico, es completamente irregular y es precisamente contra estas irregularidades que lucha el hombre. Una muestra de ello, son los periodos de satisfacción con los requerimientos del agua, para las diferentes actividades (irrigación, saneamiento, etc.), otros periodos de sequias y otros de inundaciones”.

2.2.3. Cuenca hidrográfica

(Villon, 2002 pag.21) menciona que: “La cuenca hidrográfica o de drenaje de una corriente, es el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación, se unen para formar un solo curso de agua. Cada curso de agua tiene una cuenca bien definida. (Choreque, 1989 pag.28) La cuenca hidrográfica o de drenaje de un cauce está delimitado por el contorno en cuyo interior el agua es recogida y concentrada en la entrega al dren mayor. Este concepto también puede referirse a un punto cualquiera del dren antes de la entrega, y es muy usado en los estudios hidrológicos”.

2.2.4. Precipitación media sobre una cuenca

(Choreque, 1989 pag.30) menciona: “Para estimar la precipitación sobre una superficie, que puede ser una determinada zona que cubre un área de pocos o muchos kilómetros, es necesario conocer la precipitación en varios puntos de la superficie en estudio, es decirse debe instalar una Red Pluviométrica”. (Villon, 2005 pag.137) afirma que: “La altura de lluvia que cae en un sitio dado

difiere de la que cae en los alrededores, aunque sea en sitios cercanos. Para los cálculos ingenieriles, es necesario conocer la lluvia media en una zona dada, como puede ser una cuenca”. Para calcular la precipitación media de una tormenta dada, existen tres métodos de uso generalizado:

Media Aritmética

Consiste en la media aritmética o promedio de los datos pluviométricos puntuales de las distintas estaciones ubicadas en un área geográfica determinada.

$$P_{med} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$$

Dónde:

P_{med} = Precipitación media del área de estudio en el tiempo.

P_i = Precipitación registrada en la estación i .

n = Número de estaciones en análisis.

Método del Polígono de Thiessen

A cada estación se le asigna una superficie, la cual es obtenida representada las estaciones en un plano, las que luego se unen a través de rectas. A estas rectas posteriormente se les trazan sus mediatrices hasta que se intercepten entre sí.

$$P_{med} = \frac{1}{A_t} \sum_{i=1}^n A_i P_i$$

Dónde:

P_{med} = Precipitación media del área de estudio en el tiempo.

P_i = Precipitación registrada en la estación i .

A_i = Área de influencia en la estación.

A_t = Área total de la cuenca.

n = Número de polígonos de influencia.

Método de las Isoyetas

Este método consiste en trazar, con la información registrada en las estaciones, líneas que unen puntos de igual altura de precipitación llamadas isoyetas, de modo semejante a como se trazan las curvas de nivel en topografía. El método consiste en:

- Ubicar las estaciones dentro y fuera de la cuenca.
- Trazar las isoyetas, interpolando las alturas de precipitación entre las diversas estaciones, de modo similar a como se trazan las curvas de nivel.
- Hallar las áreas (AA_1, AA_2, \dots, AA_n) entre cada 2 isoyetas seguidas.
- Si (PP_1, PP_2, \dots, PP_n) son las precipitaciones representadas por las isoyetas respectivas, calcular la precipitación media utilizando la siguiente expresión:

$$P_{med} = \frac{1}{At} \sum_{i=1}^n \left[\left(\frac{P_{i-1} + P_i}{2} \right) A_i \right]$$

2.2.5. Bases teóricas

Al analizar la variabilidad climática de las estaciones de lluvia y las estaciones hidrológicas, se utilizarán métodos estadísticos para el desarrollo.

2.2.5.1. Métodos estadísticos:

“Para implementar métodos estadísticos, contamos con datos para cada variable de cada estación. En el caso de una estación de precipitación, se estudian variables como temperatura, precipitación y evaporación. En el caso de una estación hidrológica, se estudian variables de flujo para cada uno. Para estudiar y analizar cada variable, siga el siguiente proceso. Los datos a obtener para cada variable se obtienen de la página donde se proporcionan,

como Ana, Senamhi (Nacional & Direcci, 2013) y el Ministerio de Agricultura. (MINARGRI)".

Tabla N°2: Formato de datos de estaciones Pluviométricas e hidrométricas

Estación: LAMBAYEQUE, Tipo Construccional: Meteorológica													
Departamento :	LAMBAYEQUE			Provincia :	LAMBAYEQUE			Distrito:	LAMBAYEQUE			N° de registros :	53 años
Latitud :	6° 43' 53.5"			Longitud :	79° 54' 8.8"			Altitud:	38 m.s.n.m			Periodo :	1965 - 2017
AÑOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICEMBRE	TOTALES
1965	4.40	0.20	9.60	0.00	1.60	0.00	0.00	0.00	4.60	0.20	1.60	0.20	1.87
1966	1.40	0.00	0.30	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.60	6.50	1.00	1.58
1967	4.00	1.90	2.70	1.20	5.10	0.00	0.70	0.20	0.00	0.10	0.00	0.00	1.34
1968	0.36	0.36	0.36	0.49	0.36	0.36	0.48	0.40	0.42	0.00	0.00	6.80	0.87
1969	0.00	0.60	5.50	1.30	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	4.20	3.80	1.30
1970	0.00	0.00	2.50	1.60	0.60	0.20	0.00	0.00	0.00	3.00	1.40	0.40	0.81
1971	0.00	0.00	15.60	1.60	0.00	0.00	0.50	0.00	0.40	4.20	0.60	0.50	1.95
1972	0.00	4.90	35.60	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	1.00	0.80	0.00	0.30	3.57
1973	2.70	11.60	10.70	3.10	0.20	0.10	0.00	0.30	0.30	0.00	0.20	0.00	2.43
1974	0.00	2.60	0.00	2.80	0.00	0.50	0.00	0.00	0.40	0.30	0.60	0.60	0.65
1975	2.90	1.30	4.80	2.30	0.60	0.10	0.00	3.90	0.00	1.20	0.20	0.10	1.45
1976	2.70	0.20	0.80	2.50	0.90	0.60	0.90	0.00	0.20	0.20	0.00	0.20	0.69
1977	3.90	2.30	2.30	2.20	1.10	0.00	0.20	0.00	2.90	1.60	1.60	1.00	1.43
1978	0.80	1.20	1.80	0.00	0.20	0.30	0.00	0.00	1.40	0.20	1.40	0.70	0.67
1979	0.50	1.30	1.80	0.70	1.60	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.10	0.10	0.61
1980	0.30	0.10	1.60	0.30	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.40	0.20	0.28
1981	0.00	1.80	9.90	1.60	0.00	0.40	0.20	0.40	0.00	0.30	0.30	0.30	1.27
1982	0.10	0.00	0.50	1.10	0.00	0.00	0.10	0.40	0.40	1.30	1.10	0.00	0.42
1983	47.30	5.60	63.60	17.30	30.80	5.50	0.00	0.00	0.50	1.00	0.10	1.40	14.43
1984	0.00	5.50	6.20	0.30	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.10	1.09
1985	0.00	0.20	3.20	0.00	4.60	0.00	0.17	0.00	0.00	0.50	3.00	0.40	1.01
1986	3.80	0.17	8.50	1.30	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.50	1.60	0.80	1.41
1987	3.80	1.10	2.50	0.60	0.00	0.00	0.70	2.20	0.00	0.00	0.70	0.00	0.97
1988	2.10	0.30	0.50	1.80	1.80	0.00	0.00	0.00	0.10	0.40	1.30	0.00	0.69
1989	0.40	1.30	0.10	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43
1990	2.00	0.10	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	1.50	0.10	0.53
1991	0.80	0.50	0.90	0.80	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	0.00	0.10	0.20	0.29
1992	0.50	0.00	13.80	14.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.10	0.50	2.59
1993	0.00	3.00	6.60	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	1.40	0.00	1.07
1994	0.30	4.70	16.10	8.30	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.30	2.63
1995	5.70	0.00	0.40	0.10	0.20	0.00	0.10	0.00	0.10	0.70	0.60	0.20	0.68
1996	0.00	0.60	2.80	0.70	1.30	0.00	0.60	0.00	0.60	1.20	0.00	0.00	0.48
1997	0.30	1.40	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.80	1.20	10.50	1.24
1998	8.20	71.30	40.50	4.50	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.20	1.20	10.63
1999	0.90	20.10	1.00	4.40	1.60	0.80	0.40	0.00	1.30	2.90	0.00	1.20	2.96
2000	0.60	0.40	1.90	2.10	0.40	5.70	0.00	0.00	2.50	0.00	0.50	0.50	1.22
2001	0.10	1.60	40.80	7.10	0.20	1.20	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	1.00	4.39
2002	0.00	13.20	15.20	2.10	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	1.20	1.60	1.10	2.88
2003	1.10	3.00	0.10	0.00	0.00	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	14.70	0.00	1.76
2004	0.00	1.10	3.60	0.00	0.60	0.00	0.30	0.00	1.30	1.70	0.00	0.80	0.78
2005	0.30	2.40	1.50	0.00	0.00	0.00	1.45	1.43	1.43	5.54	2.68	1.81	1.54
2006	4.04	2.43	8.77	4.91	1.45	2.18	2.68	1.43	2.68	1.43	3.30	6.90	3.52
2007	2.40	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33
2008	2.10	3.80	11.70	3.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.78
2009	3.50	2.10	4.40	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	5.70	1.41
2010	0.00	19.70	8.90	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	2.80	0.00	2.95
2011	2.80	0.00	0.00	7.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	1.08
2012	0.00	22.10	9.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.50	2.76
2013	0.00	1.40	8.50	1.00	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	1.90	0.00	0.00	1.30
2014	0.00	0.00	0.40	0.00	3.70	0.00	0.00	0.00	2.60	1.00	1.00	1.80	0.88
2015	0.00	0.50	18.00	0.40	0.40	0.00	0.90	0.00	0.90	0.90	0.00	0.80	1.75
2016	3.60	0.80	0.60	5.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.98
2017	1.89	34.60	60.70	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	5.40	0.30	0.00	0.30	8.62

Fuente: (Senamhi, Ana, Ministerio de Agricultura).

El dato obtenido es la variable del valor máximo anual que realizará cada estación, en cada variable no pueden encontrar datos completos en algunas estaciones, utilizarán el método de promedio para encontrar los datos de quienes utilizan la estación base. Encuentre estaciones con datos completos y datos faltantes, y use la siguiente fórmula:

$$X_{n\text{piura}} = \frac{X_{\text{piura}} * \bar{X}_i}{\bar{X}_{\text{piura}}} \quad \text{Ecuación 1}$$

Tabla N°3: Modelos de distribuciones de análisis estadísticos de datos Hidrológicos.

Distribuciones	Funciones de densidad de probabilidad	Aplicación
Normal	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$	La precipitación anual (suma de los efectos de los muchos eventos)
Log-normal	$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}}; y = \log x$	La distribución de tamaños de gotas de una lluvia
Exponencial	$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}$	Determinar el volumen de escorrentía contaminada que entra a los ríos a medida que la lluvia lava los contaminantes en la superficie
Gamma	$f(x) = \frac{\lambda^\beta x^{\beta-1} e^{-\lambda x}}{\Gamma(\beta)}$	La altura de precipitación
Pearson tipo III	$f(x) = \frac{\lambda^\beta (x - \epsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(x-\epsilon)}}{\Gamma(\beta)}$	La distribución de probabilidad de picos decrecientes máximos anuales
Log-Pearson-tipo III	$f(x) = \frac{\lambda^\beta (y - \epsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(y-\epsilon)}}{x\Gamma(\beta)}; y = \log x$	La distribución de probabilidad de picos decrecientes máximos anuales
Valores Extremos		
Tipo I-Gumbel	$f(x) = \frac{1}{\alpha} e^{-\left[\frac{x-\mu}{\alpha} + e^{-\frac{x-\mu}{\alpha}}\right]}$	Modelaje de las tormentas de lluvia
Tipo II-Frechet		
Tipo III-Weibull		

Fuente: (Senamhi, Ana, Ministerio de Agricultura).

- Distribución de Gumbel tipo I

Gumbel (1941) “elaboró de manera suficiente la clasificación de estimaciones extremas de tipo I, que se caracteriza por las mismas condiciones que el método de análisis estándar para la intensidad de lluvias fuertes. A partir del análisis de una serie de datos por el científico Gumbel, los parámetros de alfa (α) y mu (μ) se determinan como funciones de la media y la desviación estándar”. El descifrado es el siguiente:

$$\alpha = \frac{S_x \sqrt{6}}{\pi} \qquad \text{Ecuación 2}$$

Desviación estándar de muestra(S)

$$\mu = \bar{X} - 0.5772\alpha \quad \text{Ecuación 3}$$

Punto de máxima densidad de probabilidad (μ)

Media de la muestra (\bar{T})

- **Distribución Normal**

“Es una de las funciones de probabilidad que rara vez se utiliza, porque otros cambios hidrológicos no son negativos y, a menudo, asimétricos, sino que cambian a lo largo de un rango continuo $[-\infty, \infty]$. Esta función se basa en la suma de los datos obtenidos en cada evento independiente, por ejemplo, la precipitación diaria de una región y la escorrentía diaria de un río tienden a distribuirse normalmente”. (Arias, 1999).

✓ **Pasos para realizar ajuste**

Estabilizar la muestra con la siguiente ecuación

$$Z = K_t = \frac{X_T - \mu}{S} \quad \text{Ecuación 4}$$

Datos:

Media muestral (μ)

Desviación estándar (S)

Factor de Frecuencia (Kr)

Variable normal estándar (Z)

Para datos de la distribución de la función Log – normal su ajuste se aplica en la misma ecuación (“CAPITULO1 de 1.4,” n.d.).

- **Distribución Pearson Tipo III**

También conocida como distribución gamma de tres parámetros, se utilizan tres medidas descriptivas para

obtener los datos y las siguientes ecuaciones para calcularlos:

$$\beta = \left[\frac{2}{C_s} \right]^2$$

Ecuación 5

$$\lambda = \frac{S}{\sqrt{\beta}} \quad \text{Ecuación 6}$$

$$\epsilon = \bar{X} - S\sqrt{\beta} \quad \text{Ecuación 7}$$

Descripción de cada símbolo en las ecuaciones:

Parámetros de la distribución de probabilidad (β, λ, ϵ)

Desviación estándar (S)

Coficiente de asimetría (Cs)

Media muestral (\bar{T})

Tabla N°4: Parámetro de la distribución de probabilidad

DATOS		PARAMETROS			
		α	43.94	μ	96.00
		NORMAL			
X_t	185.50 mm	μ	121.36	σ	56.36
		PEARSON TIPO III			
		β	1.25	λ	50.4
				ϵ	58.35
		LOG-NORMAL			
$\log(X_t)$	2.27 mm	μ_y	2.05	σ_y	0.19

Nota. Parámetros necesarios para comprender la probabilidad teórica de ocurrencia de un evento específico.

2.2.5.2. Pruebas de ajuste de Bondad

Son pruebas de hipótesis, que se utilizan para evaluar si un conjunto de datos es una muestra independiente de la distribución seleccionada. Como puede verse en la tabla anterior, la variable de cada distribución de probabilidad es el resultado de ajustar los datos de precipitación. La descripción se llama X^2 y la prueba más famosa de Kolmogorov - Smimov en estadística.

a) Prueba χ^2 : Propuesta por Karl Pearson

Pasos a seguir para el procedimiento:

Dividir los datos en número de K intervalos

De la tabla 3 escogemos el valor de $K = 6$.

b) Prueba de Kolmogorov –Smirnov: En este caso se utiliza para comparar el máximo valor absoluto de las diferencias entre las funciones de distribución de probabilidad observada $F_0(X_m)$ y la estimada $F(X_m)$ con un valor crítico que dependerá de varios datos el nivel de importante seleccionado que se acepta de la hipótesis H.

$$D < d(n, \alpha)$$

Ecuación 8

Descripción de símbolos:

n: Número de datos, 8

α : Nivel de significancia, 0.05

2.2.5.3. Análisis de consistencia

Se realiza mediante los siguientes procesos:

2.2.5.3.1. Análisis visual gráfico

En este análisis, la información histórica de precipitación es líder en el caso de estaciones de precipitación y caudal en el caso de estaciones hidrológicas, se ubica en la ordenada, el valor de la serie y el tiempo de la abscisa (año, mes, día, etc.), formando el gráfico se utiliza para analizar visualmente la consistencia de la información hidrológica y señalar uno o más períodos de información sospechosa, que puede reflejarse como un "pico" muy alto o un valor muy bajo.

2.2.5.3.2. Análisis de doble masa

Este análisis se utiliza para tener un cierto grado de confiabilidad de los datos del trabajo del proyecto. El gráfico generado en el análisis de masa dual es el caudal medio anual de todas las estaciones que se utilizará en nuestro estudio en la abscisa, y el caudal anual acumulado en el eje vertical, si se realiza. Este mapa utilizará la estación de radio más confiable, no la que tenga menos interrupciones. Obtenga esta estación menos interrumpida y utilícela como estación base. Para hacer la tabla a continuación, coloque la estación base en el eje de abscisas y la estación de investigación en el eje de ordenadas.

2.2.5.4. Análisis estadístico

Completación y extensión de datos

a) Media Regresión lineal:

$$Y_t = a + bX_t \quad \text{Ecuación 9}$$

$$b = r \frac{S_1(y)}{S_1(x)} \quad \text{o} \quad b = \frac{N_1 \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{N_1 \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad \text{Ecuación 10}$$

$$a = \bar{Y}_1 - b\bar{X}_1 \quad \text{Ecuación 11}$$

b) Consistencia de la media:

El análisis estadístico consiste en probar, mediante la prueba t (prueba de hipótesis), si los valores medios (\bar{X}_1 , \bar{X}_2) de las sub-muestras, son estadísticamente iguales o diferentes con una probabilidad del 95 % o con 5% de nivel de significancia, de la siguiente manera:

1.- Cálculo de coeficiente de correlación

$$r = \frac{N \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\sqrt{(N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2)(N \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2)}} \quad \text{Ecuación 12}$$

2.- Cálculo de las medias de periodos comunes

$$\bar{Y}_1 = \frac{\sum Y_1}{N_1} \quad \bar{X}_1 = \frac{\sum X_1}{N_1} \quad \text{Ecuación 13}$$

3.- Cálculo de la desviación estándar

$$S_{1(y)} = \sqrt{\frac{1}{N_1} (\sum_{i=1}^{N_1} (Y_1 - \bar{Y}_1)^2)} \quad \text{Ecuación 14}$$

$$S_{1(x)} = \sqrt{\frac{1}{N_1} (\sum_{i=1}^{N_1} (X_1 - \bar{X}_1)^2)} \quad \text{Ecuación 15}$$

Donde:

\bar{y}_1 y \bar{x}_1 = son los estimados de las medias, de los periodos comunes, de tamaño N_1 de las variables y_t é x_t .

$S_{1(y)}$, $S_{1(x)}$ = son los estimados no sesgados de las desviaciones estándar, de y_t y x_t . De los periodos comunes de tamaño N_1 .

r = coeficiente de correlación

4.- Cálculo de la desviación estándar

Sustituyendo valores de la ecuación (Ecuación 1)

$$Y_t = \bar{Y} + r \frac{S_{(y)}}{S_{(x)}} (X_t - \bar{X}) \quad \text{Ecuación 16}$$

5.- Cálculo de la desviación estándar

a) Cálculo el estadístico T_c :

$$t_c = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad \text{Ecuación 17}$$

b) Calculamos el estadístico T_t :

El valor crítico de T se obtiene de la tabla N° 05 (ver anexos), con una probabilidad al 95%, y un nivel de significativo del 5% es decir:

$$\alpha/2=0.025 \text{ G.L.} = N-2$$

c) Comparación del T_c con el T_t :

CASO N°01: si $T_c \leq T_t$ (95%) ---> "r" no es significativo, por lo tanto, no hay correlación significativa, por lo tanto, no hay correlación significativa.

CASO N°02: si $T_c > T_t$ (95%) ---> "r" es significativo, por lo que sí existe correlación significativa entre las variables $Y_t Y_x$, y se puede hacer uso de la ecuación I, para la completación respectiva.

d) Criterio de decisión

COMO $T_c = > T_t = "r"$ es significativo, por lo que sí existe correlación significativa entre las variables $Y_t Y_x$, Y se puede hacer uso de la ecuación (I), para la completación respectiva.

c) Análisis de Salto:

1. Consistencia de la media.

\bar{X}_1, \bar{X}_2 Son iguales o diferentes con una probabilidad del 95% o con 5% de nivel de significancia de la siguiente manera Cálculo de la media y de la desviación estándar para las sub-muestras según:

$$\bar{X}_1 = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} X_i, S_{1(X)} = \left[\frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (X_i - \bar{X}_1)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\bar{X}_2 = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} X_i, S_{2(X)} = \left[\frac{1}{n_2 - 1} \sum_{i=1}^{n_2} (X_i - \bar{X}_2)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación 18

Donde:

X_i = Valores de la serie del período 1

X_j = Valores de la serie del período 2

\bar{x}_1, \bar{x}_2 = Media de los periodos 1 y 2 respectivamente

$S_1 (X), S_2 (X)$ = Desviación estándar de los periodos 1 y 2 respectivamente

n = tamaños de muestra

n_1, n_2 = Tamaños de las sub-muestras

$n=n_1 + n_2$

a) Cálculo de la t calculado (t_c) segun:

$$t_c = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\bar{S}_d} \quad \text{Ecuación 19}$$

Donde $\mu_1 - \mu_2 = 0$ (por hipótesis que las medias son iguales)

Quedando:

$$t_c = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad \text{Ecuación 20}$$

Además:

$$S_{\bar{d}} = S_p \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ecuación 21}$$

$$S_p = \left[\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ecuación 22}$$

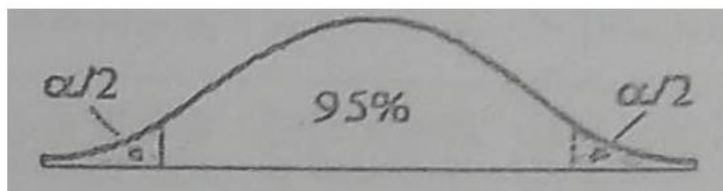
$S_{\bar{d}}$ =Desviación de las diferencias de los promedios

SP =Desviación estándar ponderada

b) Cálculo de la t tabular t_t :

El valor crítico de t se obtiene de la tabla t de Student (tabla A.5 del apéndice), con una probabilidad del 95 %, o con un nivel de significancia del 5%, es decir con $\alpha/2=0.025$ y con grados de libertad $v=n_1 + n_2 - 2$

Figura N°2: Probabilidad del 95%, con un nivel de significancia del 95%



Fuente: Elaboración Propia

c) Comparación del t_c con el t_t :

Si $|t_c| \leq t_t$ (95 %) $\rightarrow X_1^- = X_2^-$ **Ecuación 23**
(Estadísticamente)

En este caso, siendo las medidas $X_1^- = X_2^-$ estadísticamente, no se debe realizar proceso de corrección.

Si $|t_c| > t_t$ (95 %) $\rightarrow X_1^- \neq X_2^-$ **Ecuación 24**
(estadísticamente)

En este caso, siendo las medidas $X_1^- = X_2^-$ estadísticamente, no se debe realizar proceso de corrección.

2. Consistencia de la Desviación Estándar

El análisis estadístico incluye pruebas. Utilizando la prueba F, si las desviaciones estándar de las submuestras son estadísticamente iguales o diferentes, la probabilidad es del 95% o el nivel de significancia es del 5%, de la siguiente manera:

a) Cálculo de las varianzas de ambos períodos:

$$\overline{S_1^2(X)} = \left(\frac{1}{n_1 - 1}\right) \sum_{i=1}^{n_1} (X_i - \overline{X_1})^2$$

$$\overline{S_2^2(X)} = \left(\frac{1}{n_2 - 1}\right) \sum_{i=1}^{n_2} (X_j - \overline{X_2})^2$$

Ecuación 25

b) Cálculo del F calculado (F_c), según:

$$F_c = \frac{S_1^2(X)}{S_2^2(X)}, \text{ Si } S_1^2(x) > S_2^2(X)$$

$$F_c = \frac{S_2^2(X)}{S_1^2(X)}, \text{ Si } S_2^2(x) > S_1^2(X)$$

Ecuación 26

c) Cálculo del F tabular (valor crítico de F ó F_t), se obtiene de las tablas de F (tabla A.4) para una probabilidad del 95%, es decir, con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ y grados de libertad.

$$\text{G. L.N.} = n_1 - 1$$

$$\text{Si } S_1^2(X) > S_2^2(X) \quad \textbf{Ecuación 27}$$

$$\text{G. L.N.} = n_2 - 1$$

$$\text{G. L.N.} = n_2 - 1$$

$$\text{Si } S_2^2(X) > S_1^2(X) \quad \textbf{Ecuación 28}$$

Dónde: G. L.N. = $n_1 - 1$

G.L.N.= grados de libertad de numerados.

G.L.D.= grados de libertad de denominador

d) Comparación del F_c con el F_t :

$$\text{Si } F_c \leq F_t(95\%) \rightarrow S_1(X) = S_2(X)$$

Ecuación 29

Estadísticamente

$$\text{Si } F_c > F_t(95\%) \rightarrow S_1(X) \neq S_2(X)$$

Ecuación 30

3. Corrección de los datos

En el caso de que los parámetros de desviación estándar y media de la submuestra de la serie de tiempo sean estadísticamente iguales, la información original no se corregirá porque es consistente con una probabilidad del 95%, incluso si se observan pequeñas discontinuidades en el análisis de dos masas. De lo contrario, el valor de la submuestra se corrige utilizando la siguiente ecuación:

$$X'_{(t)} = \frac{X_t - \bar{X}_1}{S_1(X)} * S_2(X) + \bar{X}_2 \quad \text{Ecuación 31}$$

$$X'_{(t)} = \frac{X_t - \bar{X}_1}{S_2(X)} * S_1(X) + \bar{X}_1 \quad \text{Ecuación 32}$$

Donde:

$(t)'$ = valor corregido de saltos x_t = valor a ser corregido La ecuación (22), se utiliza cuando se deben corregir los valores de la sub-muestra de tamaño n_1 y la ecuación (23), si se deben corregir la sub-muestra de tamaño n_2 .

2.3. MARCO CONCEPTUAL

- **Precipitación:**
“Constituye uno de los procesos más importantes en el ciclo hidrológico, caracteriza por su intensidad y duración” (Breña, 2004).
- **Fenómeno El Niño:**
“Se trata de un fenómeno climático cíclico que provoca graves daños a escala mundial, siendo América del Sur y las zonas entre Indonesia y Australia las más afectadas, lo que provoca el calentamiento de las aguas de América del Sur”. (MINAGRI, 2014)
- **Hidrología:**
“Es una ciencia natural que estudia el agua y su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente”. (Villon, 2002)
- **Hidráulica Fluvial:**
“Estudia el comportamiento hidráulico de los ríos en términos de caudal, niveles medios y extremos de agua, velocidad, cambios de fondo por erosión y sedimentación, capacidad de transporte de sedimentos y ataques a las riberas de los ríos”. (Rocha, 1998)
- **Variables meteorológicas:**
“Son parámetros, elementos caracterizadores del estado del tiempo que son medibles y que a través de su comportamiento permiten conocer cuál es la condición que presenta la atmosfera”.
- **Estación pluviométrica:**
“Es la estación meteorológica que tiene un pluviómetro o recipiente que permite medir la cantidad de lluvia caída entre dos mediciones realizadas consecutivas”.
- **Estación pluviográfica:**
“Esta estación meteorológica puede realizar de forma continua y mecánica un registro de las precipitaciones, por lo que nos permite conocer la cantidad, intensidad y período en que ha ocurrido la lluvia”.
- **Régimen pluviométrico:**
“Refiere el promedio de recopilación de la cantidad de precipitaciones obtenidas a lo largo de un número considerable de años en determinado lugar”.

- Hietograma de precipitación:

“Es una gráfica de barras que representa la precipitación caída (mm) en el tiempo para una misma estación en específico y además permite visualizar la precipitación máxima de 24 horas”.

2.4. Hipótesis

El análisis estadístico de las estaciones pluviométricas de la región Piura mejorarán significativamente los resultados de los estudios hidrológicos acercándose a los caudales reales de los ríos y quebradas.

2.5. Variables

2.5.1. Variable Independiente

Precipitación.

2.5.2. Variable Dependiente

Curvas IDF

2.6. Operación de variables

Tabla N°5: Operacionalización de variable Independiente y Dependiente.

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INDICADOR	DIMENSIONES	MEDICIÓN
Independiente precipitación	Esta variable es obtenida a partir de las mediciones hechas en las estaciones SENAMHI.	-Las técnicas aplicadas de recolección de datos serán: documentos y registros. Estos serán obtenidos de la base de datos de SENAMHI y la ANA. -Los instrumentos de recolección que se emplearán serán: registros de información meteorológica.	- consistencia de datos. - valores extremos.	-Coordenadas geográficas -Altitud	-mm
Dependiente Curvas Idf	Las curvas IDF, es decir Intensidad – Duración – Frecuencia, estas son las partes que resultan de la conexión de los puntos que representan la fuerza entre los intervalos, y todos correspondientes al mismo tiempo o tiempo de retorno.	- Se utilizan diferentes tipos de distribuciones, donde se escoge la que mejor se adapta, usando la herramienta Excel. -Los datos se obtienen de la consistencia de datos con los valores máximos de las precipitaciones de las estaciones elegidas.	-Intensidad de lluvia.	-Precipitación máxima Pd. -Intensidad de la lluvia. -Duración.	-mm -mm/hr -min.

3. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación

Descriptiva

3.1.2. Nivel de investigación

Descriptiva

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

3.2.1. Población

Estaciones pluviométricas del Perú.

3.2.2. Muestra

Ocho estaciones pluviométricas de la región Piura:

- Chulucanas
- Morropón
- Sondorillo
- Hacienda Bigote
- Huarmaca
- Chusis
- Bernal
- La esperanza

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Investigación descriptiva, porque busca recoger información contemporánea con respecto a una situación determinada sin el control de un tratamiento



Donde:

M= Es la muestra en quien se realiza el estudio.

O= Información relevante o de interés recogida.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

El análisis documentario de informes y registros de las 8 estaciones mencionadas líneas arriba, obtenidas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) y de la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección que se emplearán serán: hojas de análisis.

3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.5.1. Técnicas de procesamiento de datos

El método de procesamiento de datos que se utilizará en esta tesis es el análisis de contenido, el cual es un método de investigación dirigido a propósitos objetivos, sistemáticos y cuantitativos.

Para procesar la información obtenida emplearemos una variedad de métodos numéricos de distribución y análisis detallados más adelante.

3.5.2. Análisis de datos

En los datos obtenidos del Senamhi, se observa gran cantidad de datos faltantes. Para estimar y corregir datos de precipitación de manera más precisa es necesario buscar una correlación entre una o más estaciones pluviométricas con la estación en estudio, por eso se han agrupado las 8 estaciones en 2 grupos de acuerdo a su distancia.

3.5.2.1. Estimación de datos faltantes

Para determinar los datos faltantes de las 8 estaciones se han aplicado los métodos de Recta de Regresión, Promedio Aritmético y Promedios Ponderados, de acuerdo a la necesidad.

Al contar con cierto número de estaciones, se puede emplear el método de recta de regresión a nivel año – estación. Para emplear este método es necesario encontrar una correlación entre las cuencas de estudio usando los coeficientes de correlación, mientras más se acerque el coeficiente a 1, mayor es la correlación. Este método nos permitió determinar la sumatoria de las Precipitaciones máximas mensuales para estimar los datos de precipitaciones máximas mensuales faltantes con una simple diferencia matemática o con el uso del método de Promedio aritmético para distribuir la precipitación total entre los meses faltantes.

Cuando una estación no muestra correlación con ninguna de las estaciones estudiadas, se ha empleado el método de Promedios ponderados.

3.5.2.2. Análisis de consistencia

Completados los datos faltantes, se procedió a realizar la gráfica curva masa para analizar la consistencia de los datos obtenidos. De manera visual, trazando una recta entre la data previamente graficada, se puede apreciar la inconsistencia de datos; si se requiere un diagnóstico más preciso, mientras el valor R^2 de la recta trazada (que determina la relación lineal entre las variables) sea más próximo a 1, mayor es su consistencia.

3.5.2.3. Corrección de datos

Si la gráfica curva masa muestra inconsistencia de datos, se hace uso del método curva doble masa para corregir los datos erróneos, buscando la proximidad del valor R^2 a 1.

3.5.2.4. Elaboración de curvas IDF

Primero se realiza un análisis de frecuencias con los 8 métodos de distribución más usados: Distribución normal, LogNormal 2 parámetros, LogNormal 3 parámetros, Gamma 2 parámetros, Gamma 3 parámetros, LogPearson III, Gumbel y LogGumbel. Mientras menor sea el delta teórico del método de distribución mejor es el ajuste.

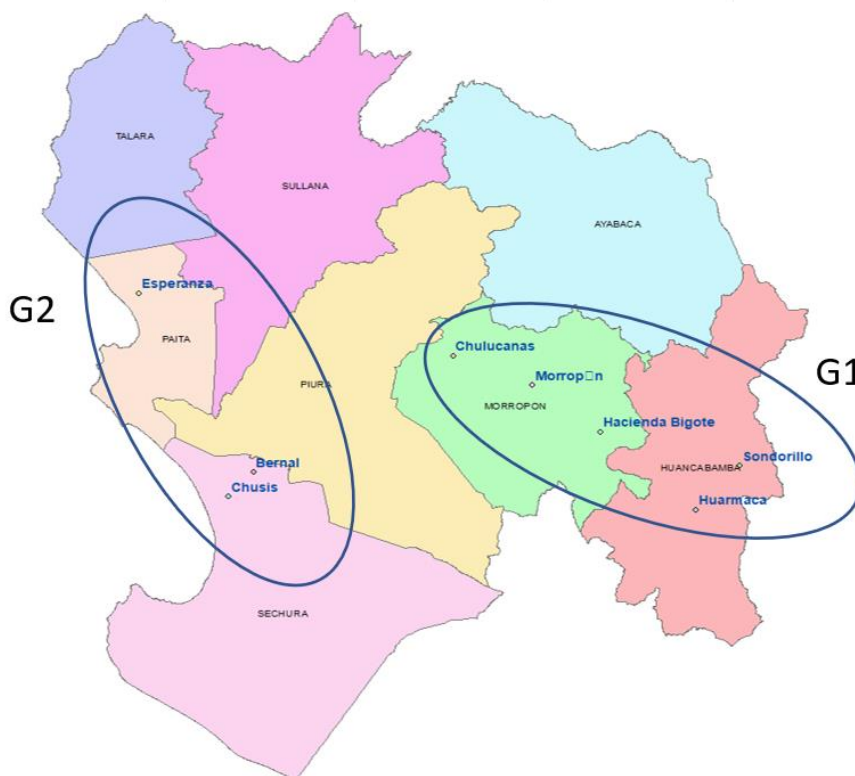
Ya identificado el método de distribución con mejor ajuste, se procede a estimar las precipitaciones máximas en función a los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años.

Con las precipitaciones máximas estimadas, se aplicó el método de Dyck y Peschke para determinar las curvas IDF para cada periodo de retorno, se aplicó una regresión para un mejor ajuste.

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se han agrupado las 8 estaciones en 2 grupos de acuerdo a su distancia para un mejor ajuste en el estudio:

Figura N°3: Agrupación de estaciones pluviométricas



Fuente: Propia

Tabla N°6: Agrupación de estaciones pluviométricas

N°	Estación	LONG	LAT	Z	P. anual (mm)	Grupo
1	Chulucanas	80°10'10.34"	5°6'30.4"	89 msnm	463.53	1
2	Morropón	79°58'15.87"	5°11'40.72"	128 msnm	436.21	
3	Hacienda Bigote	79°47'8.52"	5°19'15.24"	198 msnm	544.05	
4	Huarmaca	79°31'11.11"	5°33'53.24"	2232 msnm	1044.06	
5	Sondorillo	79°25'52.93"	5°20'23.26"	1917 msnm	352.80	
6	La Esperanza	81°3'34.89"	4°55'16.09"	7 msnm	103.68	2
7	Bernal	80°44'33.44"	5°27'16.18"	11 msnm	79.12	
8	Chusis	80°48'45.9"	5°31'39.23"	8 msnm	68.65	

Fuente: Propia

4.1. Análisis de consistencia de la data extraída

Se realizó un análisis curva masa de la data obtenida, con los datos faltantes y sin corregir, para visualizar su consistencia y confiabilidad de los datos previa al estudio.

Estaciones Grupo N°1: Estación Chulucanas, Morropón, Hacienda Bigote, Huarmaca y Sondorillo

Tabla N°7: Análisis de consistencia de estaciones del Grupo N° 1 previo al estudio

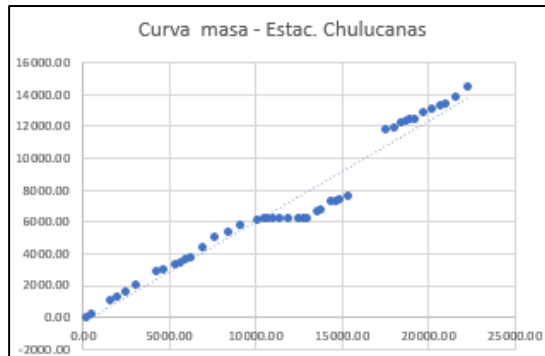
AÑO	Prom. Estac. G1	Prom. Acum.	Est. Chuluc.	Est. Chuluc. Acum.	Est. Morrop.	Est. Morrop. Acum.	Est. H. Bigote	Est. H. Bigote Acum.	Est. Huarm.	Est. Huarm. Acum.	Est. Sond.	Est. Sond.
2014	156.98	156.98	38.80	38.80	69.20	69.20	0.00	0.00	529.90	529.90	147.00	147.00
2013	287.77	444.75	183.10	221.90	215.00	284.20	197.66	197.66	616.40	1146.30	226.70	373.70
2012	1064.19	1508.94	898.57	1120.47	1194.10	1478.30	1155.89	1353.55	1664.90	2811.20	407.50	781.20
2011	419.21	1928.16	169.43	1289.90	243.30	1721.60	263.74	1617.29	1028.20	3839.40	391.40	1172.60
2010	515.99	2444.15	370.54	1660.44	371.40	2093.00	511.03	2128.32	1036.00	4875.40	291.00	1463.60
2009	629.85	3074.01	361.67	2022.11	454.70	2547.70	615.80	2744.12	1425.70	6301.10	291.40	1755.00
2008	1190.38	4264.38	913.42	2935.53	1181.20	3728.90	1288.26	4032.38	2074.90	8376.00	494.10	2249.10
2007	343.51	4607.90	82.24	3017.77	188.80	3917.70	181.53	4213.91	767.00	9143.00	498.00	2747.10
2006	679.91	5287.81	354.37	3372.14	600.10	4517.80	681.78	4895.69	1367.70	10510.70	395.60	3142.70
2005	362.09	5649.89	104.16	3476.30	143.70	4661.50	249.07	5144.76	945.80	11456.50	367.70	3510.40
2004	287.97	5937.86	141.76	3618.06	208.00	4869.50	205.08	5349.84	581.70	12038.20	303.30	3813.70
2003	265.46	6203.32	120.58	3738.64	141.90	5011.40	212.90	5562.74	679.70	12717.90	172.20	3985.90
2002	732.77	6936.08	639.41	4378.05	773.30	5784.70	679.32	6242.06	1244.30	13962.20	327.50	4313.40
2001	694.23	7630.31	676.58	5054.63	717.00	6501.70	792.95	7035.01	870.00	14832.20	414.60	4728.00
2000	726.32	8356.63	287.91	5342.54	594.40	7096.10	818.40	7853.41	1469.40	16301.60	461.50	5189.50
1999	751.19	9107.82	431.23	5773.77	612.50	7708.60	845.10	8698.51	1297.10	17598.70	570.00	5759.50
1998	932.30	10040.12	333.50	6107.27	37.20	7745.80	2107.40	10805.91	1672.60	19271.30	510.80	6270.30
1997	454.33	10494.44	142.33	6249.60	423.60	8169.40	407.50	11213.41	1011.70	20283.00	286.50	6556.80
1996	188.30	10682.74	0.00	6249.60	134.00	8303.40	77.58	11290.99	493.70	20776.70	236.20	6793.00
1995	314.05	10996.79	0.00	6249.60	218.80	8522.20	247.14	11538.13	855.20	21631.90	249.10	7042.10
1994	324.18	11320.97	0.00	6249.60	259.10	8781.30	701.70	12239.83	189.30	21821.20	470.80	7512.90
1993	572.25	11893.21	0.00	6249.60	528.81	9310.11	786.13	13025.96	1140.80	22962.00	405.50	7918.40
1992	601.82	12495.03	0.00	6249.60	847.30	10157.41	788.78	13814.74	1118.60	24080.60	254.40	8172.80
1991	215.44	12710.47	0.00	6249.60	80.20	10237.61	111.51	13926.25	665.80	24746.40	219.70	8392.50
1990	243.50	12953.97	41.00	6290.60	31.80	10269.41	60.29	13986.54	712.10	25458.50	372.30	8764.80
1989	549.80	13503.77	416.80	6707.40	379.50	10648.91	358.41	14344.95	1252.00	26710.50	342.30	9107.10
1988	271.00	13774.77	36.40	6743.80	52.10	10701.01	171.10	14516.05	656.11	27366.61	439.30	9546.40
1987	593.35	14368.13	526.60	7270.40	681.80	11382.81	659.87	15175.92	816.00	28182.61	282.50	9828.90
1986	268.07	14636.20	59.02	7329.42	89.21	11472.02	125.61	15301.53	811.91	28994.52	254.60	10083.50
1985	228.46	14864.66	116.71	7446.13	130.00	11602.02	97.70	15399.23	597.51	29592.03	200.40	10283.90
1984	457.93	15322.60	228.00	7674.13	357.40	11959.42	9.87	15409.10	1169.10	30761.13	525.30	10809.20
1983	2219.99	17542.58	4137.90	11812.03	2891.10	14850.52	1753.02	17162.12	1969.41	32730.54	348.50	11157.70
1982	428.05	17970.63	118.61	11930.64	135.80	14986.32	298.12	17460.24	1187.20	33917.74	400.50	11558.20
1981	404.12	18374.75	268.03	12198.67	622.60	15608.92	1.07	17461.31	837.32	34755.06	291.60	11849.80
1980	283.18	18657.93	147.10	12345.77	147.70	15756.62	177.41	17638.72	610.90	35365.96	332.80	12182.60
1979	274.93	18932.86	62.70	12408.47	115.71	15872.33	143.83	17782.55	787.00	36152.96	265.40	12448.00
1978	258.72	19191.58	79.01	12487.48	122.86	15995.19	193.23	17975.78	678.50	36831.46	220.00	12668.00
1977	516.44	19708.03	348.53	12836.01	403.15	16398.34	467.54	18443.32	951.60	37783.06	411.40	13079.40
1976	434.56	20142.59	283.31	13119.32	310.51	16708.85	467.89	18911.21	873.40	38656.46	237.70	13317.10
1975	560.91	20703.50	207.50	13326.82	394.83	17103.68	554.60	19465.81	1177.31	39833.77	470.30	13787.40
1974	235.30	20938.79	50.30	13377.12	50.48	17154.16	98.70	19564.51	607.00	40440.77	370.00	14157.40
1973	649.00	21587.79	472.50	13849.62	568.86	17723.02	710.70	20275.21	1117.53	41558.30	375.40	14532.80
1972	701.01	22288.80	680.69	14530.31	482.15	18205.17	832.99	21108.20	1178.11	42736.41	331.10	14863.90

Fuente: Elaboración Propia

- Estación N°1: Estación Chulucanas

La data extraída muestra gran cantidad de datos faltantes, razón por la que el gráfico de análisis muestra una inconsistencia significativa, es decir no se puede trazar por ellos una recta sin quiebres, por lo tanto, el registro de precipitaciones no es confiable.

Gráfico N°1: Gráfico curva masa de la estación Chulucanas previo al estudio

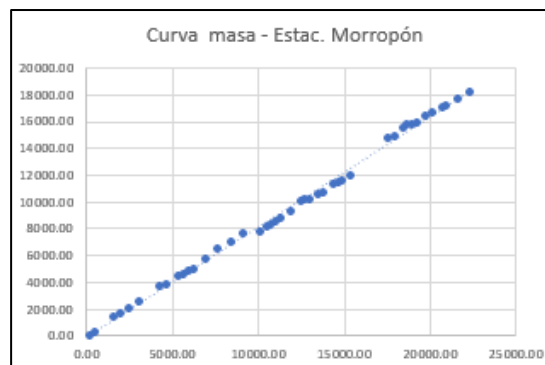


Fuente: Propia

- Estación N°2: Estación Morropón

A pesar de contar con la data incompleta, el gráfico de análisis muestra cierta consistencia, es decir se puede trazar por ellos una recta sin quiebres, por lo tanto, el registro de precipitaciones muestra cierto nivel de confiabilidad.

Gráfico N°2: Gráfico curva masa de la estación Morropón previo al estudio

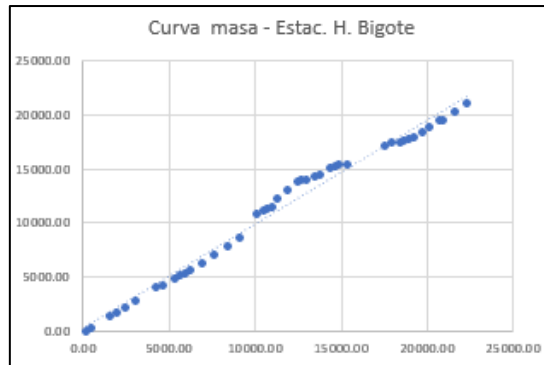


Fuente: Propia

- Estación N°3: Estación Hacienda Bigote

A pesar de contar con la data incompleta, el gráfico de análisis muestra cierta consistencia, es decir se puede trazar por ellos una recta sin quiebres, por lo tanto, el registro de precipitaciones muestra cierto nivel de confiabilidad.

Gráfico N°3: Gráfico curva masa de la estación H. Bigote previo al estudio

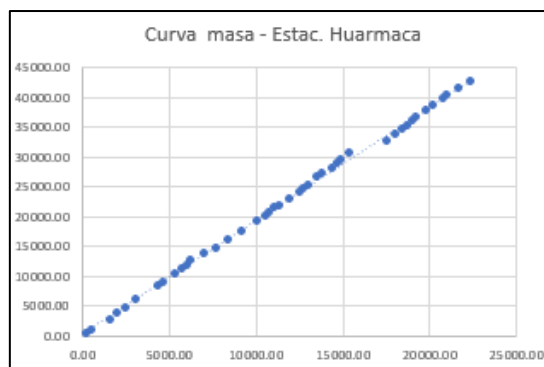


Fuente: Propia

- Estación N°4: Estación Huarmaca

A pesar de contar con la data incompleta, el gráfico de análisis muestra cierta consistencia, es decir se puede trazar por ellos una recta sin quiebres, por lo tanto, el registro de precipitaciones muestra cierto nivel de confiabilidad.

Gráfico N°4: Gráfico curva masa de la estación Huarmaca previo al estudio

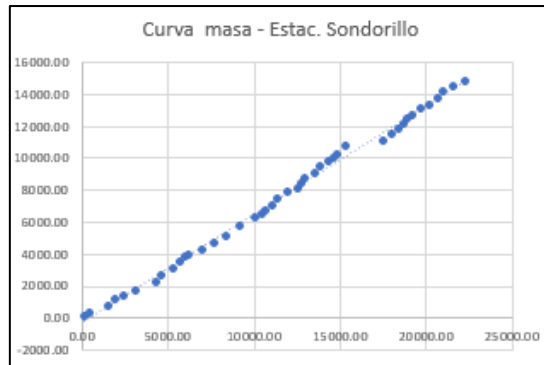


Fuente: Propia

- Estación N°5: Estación Sondorillo

A pesar de contar con la data incompleta, el gráfico de análisis muestra cierta consistencia, es decir se puede trazar por ellos una recta sin quiebres, por lo tanto, el registro de precipitaciones muestra cierto nivel de confiabilidad.

Gráfico N°5: Gráfico curva masa de la estación Sondorillo previo al estudio



Fuente: Propia

Estaciones Grupo N°2: Estación La Esperanza, Bernal y Chusis.

Tabla N°8: Análisis de consistencia de estaciones del Grupo N°2 previo al estudio

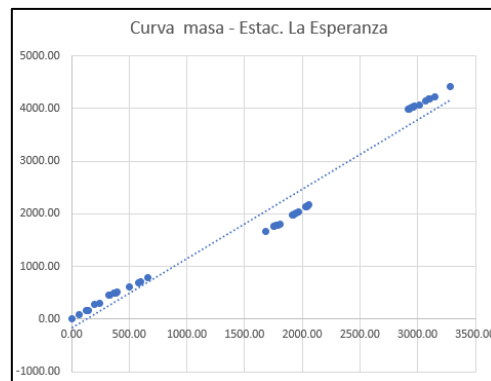
AÑO	Prom. Estaciones G2	Prom. Acum.	Est. La Esperanza	Est. La Esperanza Acum.	Est. Bernal	Est. Bernal Acum.	Est. Chusis	Est. Chusis Acum.
2014	6.25	6.25	14.64	14.64	4.10	4.10	0.00	0.00
2013	62.74	68.98	75.60	90.24	55.20	59.30	57.41	57.41
2012	56.17	125.15	62.24	152.48	52.64	111.94	53.63	111.04
2011	15.88	141.03	13.56	166.04	18.67	130.61	15.41	126.45
2010	60.16	201.20	115.23	281.27	48.64	179.25	16.62	143.07
2009	40.35	241.55	18.85	300.12	58.90	238.15	43.30	186.37
2008	77.78	319.33	150.35	450.47	42.69	280.84	40.31	226.68
2007	9.54	328.87	8.11	458.58	12.49	293.33	8.03	234.71
2006	37.96	366.83	26.60	485.18	42.47	335.80	44.81	279.52
2005	6.56	373.39	3.71	488.89	9.86	345.66	6.10	285.62
2004	9.06	382.45	11.44	500.33	11.15	356.81	4.60	290.22
2003	14.84	397.30	15.35	515.68	13.88	370.69	15.30	305.52
2002	100.59	497.89	92.29	607.97	118.18	488.87	91.30	396.82
2001	78.52	576.41	83.25	691.22	94.71	583.58	57.60	454.42
2000	22.56	598.96	24.88	716.10	16.09	599.67	26.70	481.12
1999	62.97	661.93	69.45	785.55	71.26	670.93	48.20	529.32
1998	1020.79	1682.72	878.63	1664.18	1200.64	1871.57	983.10	1512.42
1997	67.28	1750.01	91.52	1755.70	54.63	1926.20	55.70	1568.12
1996	5.81	1755.81	8.09	1763.79	5.53	1931.73	3.80	1571.92
1995	13.59	1769.40	16.02	1779.81	13.85	1945.58	10.90	1582.82
1994	18.81	1788.21	7.32	1787.13	34.81	1980.39	14.30	1597.12
1993	14.80	1803.01	22.29	1809.42	22.10	2002.49	0.00	1597.12
1992	112.88	1915.89	165.03	1974.45	93.60	2096.09	80.00	1677.12
1991	7.62	1923.50	8.75	1983.20	13.30	2109.39	0.80	1677.92
1990	4.05	1927.56	6.26	1989.46	4.70	2114.09	1.20	1679.12
1989	24.78	1952.34	32.14	2021.60	29.50	2143.59	12.70	1691.82
1988	13.59	1965.93	6.47	2028.07	25.40	2168.99	8.90	1700.72
1987	65.16	2031.08	96.17	2124.24	99.30	2268.29	0.00	1700.72
1986	10.35	2041.43	16.35	2140.59	14.70	2282.99	0.00	1700.72
1985	4.94	2046.37	14.32	2154.91	0.50	2283.49	0.00	1700.72
1984	7.75	2054.12	12.84	2167.75	0.00	2283.49	10.40	1711.12
1983	866.02	2920.14	1819.45	3987.20	174.60	2458.09	604.00	2315.12
1982	5.25	2925.38	7.55	3994.75	2.29	2460.38	5.90	2321.02
1981	10.82	2936.20	9.83	4004.58	4.72	2465.10	17.91	2338.93
1980	15.32	2951.52	12.68	4017.26	8.47	2473.57	24.80	2363.73
1979	7.83	2959.35	4.49	4021.75	5.39	2478.96	13.60	2377.33
1978	11.88	2971.22	16.40	4038.15	9.93	2488.89	9.30	2386.63
1977	47.53	3018.76	34.24	4072.39	67.46	2556.35	40.90	2427.53
1976	45.73	3064.49	63.80	4136.19	36.10	2592.45	37.30	2464.83
1975	33.27	3097.76	35.25	4171.44	24.27	2616.72	40.30	2505.13
1974	10.16	3107.93	7.86	4179.30	6.43	2623.15	16.20	2521.33
1973	41.45	3149.38	39.49	4218.79	40.87	2664.02	44.00	2565.33
1972	131.26	3280.64	197.08	4415.87	91.20	2755.22	105.50	2670.83

Fuente: Elaboración Propia

- Estación N°6: Estación La Esperanza

Lo primero que llama la atención de la gráfica de esta estación es que muestra la existencia de tendencia (cambio gradual de un factor climático o hidrológico con el tiempo) y saltos (forma transitoria en cómo una serie temporal pasa de un estado a otro, debido a los cambios proporcionados por la intervención del hombre, explotación de los recursos hidrológicos o cambios bruscos en todo el clima), esto se debe a fuertes índices de tormentas en la zona ocasionadas por el fenómeno El Niño. A pesar de todo, la gráfica muestra cierta consistencia.

Gráfico N°6: Gráfico curva masa de la estación La Esperanza previo al estudio

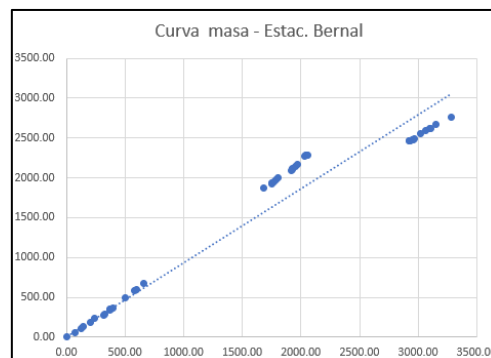


Fuente: Propia

- Estación N°7: Estación Bernal

En esta gráfica, también se puede observar, la presencia de tendencia y saltos, esto se debe a fuertes índices de tormentas en la zona ocasionadas por el fenómeno El Niño. A pesar de todo, la gráfica muestra cierta consistencia.

Gráfico N°7: Gráfico curva masa de la estación Bernal previo al estudio

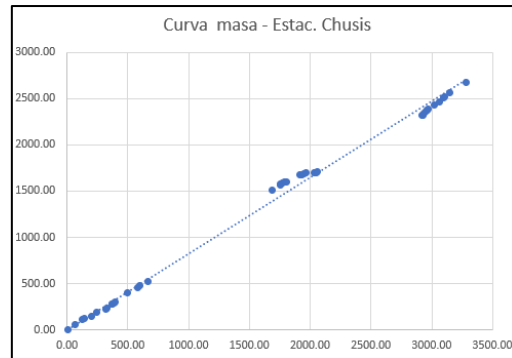


Fuente: Propia

- Estación N°8: Estación Chusis

En esta gráfica, también se puede observar, la presencia de tendencia y saltos, esto se debe a fuertes índices de tormentas en la zona ocasionadas por el fenómeno El Niño. A pesar de todo, la gráfica muestra cierta consistencia.

Gráfico N°7: Gráfico curva masa de la estación Chusis previo al estudio



Fuente: Propia

4.2. Estimación de datos faltantes

Para estimar la correlación entre las estaciones de manera más precisa se han obviado los años con data incompleta. Al encontrar cierto grado de correlación entre las estaciones pluviométricas, se ha usado el método de Recta de Regresión para hallar la precipitación total de cada año con data incompleta y para distribuir la precipitación se ha empleado el método de Promedio Aritmético. Para las estaciones que no muestran una correlación entre sí, se ha usado el método de Promedios Ponderados.

Estaciones Grupo N°1:

- Coeficientes de correlación:

Mientras el factor coeficiente de correlación “R” se acerque más al valor de 1 mayor es la correlación. Esta correlación se trabaja con la sumatoria de las precipitaciones máximas mensuales de cada año.

Tabla N°9: Análisis de coeficientes de correlación de las estaciones del Grupo N°1.

AÑO	Prom. Estaciones G1	Est. Chulucanas	Est. Morropón	Est. H. Bigote	Est. Huarmaca	Est. Sondorillo
1972	701.01	680.69	482.15	832.99	1178.11	331.10
1973	649.00	472.50	568.86	710.70	1117.53	375.40
1975	560.91	207.50	394.83	554.60	1177.31	470.30
1979	274.93	62.70	115.71	143.83	787.00	265.40
1985	228.46	116.71	130.00	97.70	597.51	200.40
1986	268.07	59.02	89.21	125.61	811.91	254.60
1987	593.35	526.60	681.80	659.87	816.00	282.50
2000	726.32	287.91	594.40	818.40	1469.40	461.50
2003	265.46	120.58	141.90	212.90	679.70	172.20
2004	287.97	141.76	208.00	205.08	581.70	303.30
2005	362.09	104.16	143.70	249.07	945.80	367.70
2006	679.91	354.37	600.10	681.78	1367.70	395.60
2007	343.51	82.24	188.80	181.53	767.00	498.00
2008	1190.38	913.42	1181.20	1288.26	2074.90	494.10
2009	629.85	361.67	454.70	615.80	1425.70	291.40
2012	1064.19	898.57	1194.10	1155.89	1664.90	407.50

Fuente: Propia

Tabla N°10: Correlación de la estación Chulucanas.

Estación N°1 - Chulucanas		
Chulucanas vs Prom. G1	0.929	x
Chulucanas vs Morropón	0.937	x
Chulucanas vs H. Bigote	0.939	ok
Chulucanas vs Huarmaca	0.781	x
Chulucanas vs Sondorillo	0.376	x

Fuente: Propia

Tabla N°11: Correlación de la estación Morropón.

Estación N°2 - Morropón		
Morropón vs Prom. G1	0.971	ok
Morropón vs Chulucanas	0.937	x
Morropón vs H. Bigote	0.960	x
Morropón vs Huarmaca	0.858	x
Morropón vs Sondorillo	0.525	x

Fuente: Propia

Tabla N°12: Correlación de la estación Hacienda Bigote.

Estación N°3 - Hacienda Bigote		
H. Bigote vs Prom. G1	0.990	ok
H. Bigote vs Chulucanas	0.939	x
H. Bigote vs H. Morropón	0.960	x
H. Bigote vs Huarmaca	0.910	x
H. Bigote vs Sondorillo	0.560	x

Fuente: Propia

Tabla N°13: Correlación de la estación Huarmaca.

Estación N°4 - Huarmaca		
Huarmaca vs Prom. G1	0.941	ok
Huarmaca vs Chulucanas	0.781	x
Huarmaca vs Morropón	0.858	x
Huarmaca vs H. Bigote	0.910	x
Huarmaca vs Sondorillo	0.633	x

Fuente: Propia

Tabla N°14: Correlación de la estación Sondorillo.

Estación N°5 - Sondorillo		
Sondorillo vs Prom. G1	0.606	x
Sondorillo vs Chulucanas	0.376	x
Sondorillo vs Morropón	0.525	x
Sondorillo vs H. Bigote	0.560	x
Sondorillo vs Huarmaca	0.633	x

Fuente: Propia

- **Método de la Recta de Regresión:**

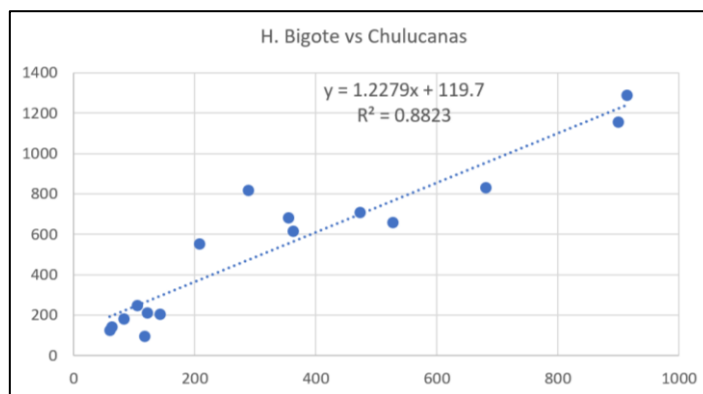
El método se emplea para las estaciones que muestran correlación, nos permite determinar la sumatoria de las Precipitaciones máximas mensuales.

Los datos de precipitaciones máximas mensuales faltantes se pueden estimar con una simple diferencia matemática o con el uso del **Método de Promedio aritmético** para distribuir la precipitación total entre los meses faltantes cuando los datos ausentes en el año son más de uno.

Estación N°1: Chulucanas

La estación Chulucanas mostró correlación con la estación Hacienda Bigote (Tabla N°10) $R=0.939$, quizás no sea el valor más óptimo (esto se puede apreciar en el Gráfico N°8) pero se corregirá más adelante. Debido a esta correlación se puede aplicar el método de Recta de Regresión. Esta correlación nos arrojará una fórmula que usaremos para determinar la sumatoria de las Precipitaciones máximas mensuales.

Gráfico N°8: Correlación entre las estaciones Chulucanas y Hacienda Bigote



Fuente: Propia

- **Método de la Recta de Regresión:**

La recta trazada en el gráfico N°8 arroja la fórmula que determinará la cantidad total de precipitaciones máximas mensuales en los años con data faltante.

En la siguiente tabla se puede apreciar la aplicación de la fórmula, “x” es igual a de la estación que correlaciona con la estación Chulucanas (Estación Hacienda Bigote) y “y” el dato a hallar de la estación

Chulucanas. En la tabla se han colocado los datos de la estación H. Bigote ya completos para un mayor ajuste.

Tabla N°15: Método de la Recta de Regresión en la estación Chulucanas.

AÑO	P. Total anual H. Bigote complet	Est. Chulucanas		
		Fórmula	P. original	P. total Anual
1972	832.99			680.69
1973	710.70			472.50
1974	98.70			50.30
1975	554.60			207.50
1976	467.89			283.31
1977	467.54			348.53
1978	193.23	356.97	79.01	356.97
1979	143.83			62.70
1980	186.74			147.10
1981	342.93			268.03
1982	298.12	485.76	118.61	485.76
1983	2687.93			4137.90
1984	9.87			228.00
1985	97.70			116.71
1986	125.61			59.02
1987	659.87			526.60
1988	171.10	329.79	36.40	329.79
1989	358.41	559.79	416.80	559.79
1990	60.29	193.73	41.00	193.73
1991	111.51	256.62	0.00	256.62
1992	788.78	1088.24	0.00	1088.24
1993	786.13	1084.99	0.00	1084.99
1994	701.70	981.32	0.00	981.32
1995	247.14	423.16	0.00	423.16
1996	77.58	214.96	0.00	214.96
1997	407.50	620.07	142.33	620.07
1998	2107.40	2707.38	333.50	2707.38
1999	845.10			431.23
2000	818.40			287.91
2001	792.95			676.58
2002	679.32			639.41
2003	212.90			120.58
2004	205.08			141.76
2005	249.07			104.16
2006	681.78			354.37
2007	181.53			82.24
2008	1288.26			913.42
2009	615.80			361.67
2010	511.03	747.19	370.54	747.19
2011	263.74			169.43
2012	1155.89			898.57
2013	197.66			183.10
2014	23.76	148.88	38.80	747.19

Fuente: Propia

Ya con la sumatoria de las precipitaciones máximas mensuales; en los años con un solo dato de precipitación mensual faltante, se pueden hallar con una simple diferencia matemática (el dato arrojado por la fórmula menos el dato obtenido de la sumatoria de precipitaciones máximas de la data); si el dato faltante por año es mayor a uno, se ha procedido a usar el método de Promedio Aritmético.

- **Método del Promedio Aritmético:**

Tomando como ejemplo el año 1992 con varios datos faltantes de la estación Chulucanas.

Tabla N°16: Ejemplo de método de Promedio Aritmético en la estación Chulucanas

Est. Chulucanas												
AÑO	MES											
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1972	4.10	63.80	578.00	4.60	2.32	1.84	0.02	1.01	0.00	0.00	5.40	19.60
1973	148.00	183.70	118.00	12.10	0.50	0.70	0.00	1.00	2.90	0.70	2.30	2.60
1974	13.60	25.40	7.70	0.20	0.00	0.60	0.00	0.00	0.70	1.20	0.90	0.00
1975	5.40	73.30	102.30	15.00	1.40	3.30	0.00	3.90	0.00	2.00	0.90	0.00
1976	76.50	94.30	43.51	40.00	26.90	0.80	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
1977	12.01	152.30	143.20	36.50	0.40	0.40	0.41	0.00	2.10	0.40	0.01	0.80
1978	277.96	18.40	56.61	1.40	1.70	0.00	0.00	0.00	0.10	0.40	0.00	0.40
1979	5.70	6.30	39.80	7.40	2.40	0.00	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00
1980	0.30	12.70	73.40	38.90	0.30	0.00	0.80	0.00	0.00	1.80	9.50	9.40
1981	0.80	16.41	223.30	20.00	0.61	0.00	1.20	0.70	0.00	2.90	0.60	1.51
1982	0.00	0.81	362.23	5.80	0.50	0.00	0.80	0.00	1.50	4.93	3.30	105.90
1983	672.30	463.00	854.20	1150.70	742.50	242.00	2.40	0.00	1.70	2.20	0.00	6.90
1984	26.10	105.00	89.90	0.30	0.80	0.10	0.00	1.50	0.90	3.10	0.00	0.30
1985	7.20	42.91	59.70	0.00	3.90	0.00	0.00	0.20	0.00	0.40	0.00	2.40
1986	16.41	8.70	5.20	17.81	1.30	0.00	0.10	0.00	0.00	3.50	4.60	1.40
1987	50.90	130.50	239.40	101.80	0.00	0.00	0.00	3.20	0.00	0.80	0.00	0.00
1988	9.60	7.30	0.00	16.10	3.40	293.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1989	40.10	225.60	148.50	142.99	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00
1990	1.30	3.80	33.40	2.30	0.20	90.59	1.64	1.98	2.27	10.14	9.85	36.26
1991	32.26	60.92	90.38	39.51	14.57	11.26	0.20	0.25	0.28	1.26	1.22	4.51
1992												
1993	136.37	257.58	382.13	167.05	61.61	47.60	0.86	1.04	1.19	5.33	5.17	19.05
1994	123.34	232.97	345.62	151.09	55.72	43.05	0.78	0.94	1.08	4.82	4.68	17.23
1995	53.19	100.46	149.04	65.15	24.03	18.56	0.34	0.41	0.47	2.08	2.02	7.43
1996	30.04	56.74	84.18	36.80	0.00	0.00	0.19	0.23	0.26	1.17	1.14	4.20
1997	157.75	297.95	64.60	66.72	0.00	1.61	0.00	0.00	1.80	1.00	6.60	22.04
1998	378.45	714.80	1001.00	330.90	157.60	122.02	0.00	0.00	1.70	0.00	0.90	0.00
1999	15.00	281.12	44.00	63.80	11.00	0.90	0.00	0.00	0.20	5.20	0.00	10.01
2000	10.40	80.01	99.00	54.50	12.60	10.10	0.00	0.20	0.40	0.00	0.00	20.70
2001	42.80	134.10	438.60	48.62	0.41	0.11	0.60	0.00	0.10	0.31	1.72	9.21
2002	0.00	79.31	341.70	211.30	0.60	0.10	0.01	0.00	0.00	5.93	0.14	0.32
2003	29.30	63.51	17.82	4.50	0.20	1.02	0.01	0.00	0.80	0.00	0.01	3.41
2004	56.50	22.21	1.63	41.60	1.72	0.00	0.10	0.00	0.50	6.40	0.00	11.10
2005	1.50	1.73	94.91	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.10	0.11	3.90
2006	25.71	151.00	135.22	28.81	0.00	0.80	0.21	0.00	0.00	0.00	9.71	2.91
2007	27.30	3.22	40.31	0.90	0.60	0.50	0.10	0.00	0.00	6.81	1.80	0.70
2008	36.30	546.50	287.50	31.21	1.60	1.70	1.51	0.30	0.00	0.00	6.80	0.00
2009	165.81	58.02	112.14	14.10	5.90	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	4.10	1.40
2010	152.95	216.22	138.62	173.11	2.30	49.32	0.00	0.00	1.27	9.80	2.30	1.90
2011	49.21	16.60	1.20	85.31	2.00	3.80	0.70	0.00	0.00	2.50	1.90	6.21
2012	34.70	447.61	320.30	87.30	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.22	7.30	1.11
2013	7.40	13.20	127.80	4.20	18.60	0.00	0.00	0.00	1.10	8.00	0.00	2.80
2014	1.20	2.80	25.50	5.40	3.40	0.50	17.15	20.74	29.54	119.00	114.77	407.20

Fuente: Propia

Según el método de la Recta de Regresión (Tabla N°15), en el año 1992 la sumatoria de las precipitaciones máximas mensuales debe ser igual a **1088.24**.

Se procede a hallar un promedio mensual para determinar un factor por cada mes (dividiendo la sumatoria de los promedios mensuales entre el promedio de cada mes), multiplicando el factor por **1088.24** se podrá determinar los valores de precipitación máxima mensuales de cada mes.

Tabla N°17: Método del Promedio Aritmético en la estación Chulucanas

Método del Promedio Aritmético		
	Promedio	Factor
ENE	56.67	0.13
FEB	107.04	0.24
MAR	158.80	0.35
ABR	69.42	0.15
MAY	25.60	0.06
JUN	19.78	0.04
JUL	0.36	0.00
AGO	0.43	0.00
SET	0.50	0.00
OCT	2.21	0.00
NOV	2.15	0.00
DIC	7.92	0.02
TOTAL	450.89	1.00

Fuente: Propia

Tabla N°18: Ejemplo de método de Promedio Aritmético en la estación Chulucanas

Est. Chulucanas												
AÑO	MES											
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1972	4.10	63.80	578.00	4.60	2.32	1.84	0.02	1.01	0.00	0.00	5.40	19.60
1973	148.00	163.70	118.00	12.10	0.50	0.70	0.00	1.00	2.90	0.70	2.30	2.60
1974	13.60	25.40	7.70	0.20	0.00	0.60	0.00	0.00	0.70	1.20	0.30	0.00
1975	5.40	73.30	102.30	15.00	1.40	3.30	0.00	3.30	0.00	2.00	0.90	0.00
1976	76.50	94.30	43.51	40.00	26.90	0.80	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00
1977	12.01	152.30	143.20	36.50	0.40	0.40	0.41	0.00	2.10	0.40	0.01	0.80
1978	277.96	18.40	56.61	1.40	1.70	0.00	0.00	0.00	0.10	0.40	0.00	0.40
1979	5.70	6.30	39.80	7.40	2.40	0.00	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00
1980	0.30	12.70	73.40	38.90	0.30	0.00	0.80	0.00	0.00	1.80	9.50	9.40
1981	0.80	16.41	223.30	20.00	0.61	0.00	1.20	0.70	0.00	2.90	0.60	1.51
1982	0.00	0.81	362.23	5.80	0.50	0.00	0.80	0.00	1.50	4.93	3.30	105.90
1983	672.30	463.00	854.20	1150.70	742.50	242.00	2.40	0.00	1.70	2.20	0.00	6.30
1984	26.10	105.00	89.90	0.30	0.80	0.10	0.00	1.50	0.90	3.10	0.00	0.30
1985	7.20	42.91	59.70	0.00	3.90	0.00	0.00	0.20	0.00	0.40	0.00	2.40
1986	16.41	8.70	5.20	17.81	1.30	0.00	0.10	0.00	0.00	3.50	4.60	1.40
1987	50.90	130.50	239.40	101.80	0.00	0.00	0.00	3.20	0.00	0.80	0.00	0.00
1988	9.60	7.30	0.00	16.10	3.40	293.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1989	40.10	225.60	148.50	142.99	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00
1990	1.30	3.80	33.40	2.30	0.20	90.59	1.64	1.98	2.27	10.14	9.85	36.26
1991	32.26	60.92	90.38	39.51	14.57	11.26	0.20	0.25	0.28	1.26	1.22	4.51
1992	136.78	258.35	383.28	167.56	61.79	47.74	0.86	1.05	1.20	5.34	5.19	19.11
1993	136.37	257.58	382.13	167.05	61.61	47.60	0.86	1.04	1.19	5.33	5.17	19.05
1994	123.34	232.97	345.62	151.09	55.72	43.05	0.78	0.94	1.08	4.82	4.68	17.23
1995	53.19	100.46	149.04	65.15	24.03	18.56	0.34	0.41	0.47	2.08	2.02	7.43
1996	30.04	56.74	84.18	36.80	0.00	0.00	0.19	0.23	0.26	1.17	1.14	4.20
1997	157.75	297.95	64.60	66.72	0.00	1.61	0.00	0.00	1.80	1.00	6.60	22.04
1998	377.74	713.46	1002.32	330.90	158.03	122.34	0.00	0.00	1.70	0.00	0.90	0.00
1999	15.00	281.12	44.00	63.80	11.00	0.90	0.00	0.00	0.20	5.20	0.00	10.01
2000	10.40	80.01	99.00	54.50	12.60	10.10	0.00	0.20	0.40	0.00	0.00	20.70
2001	42.80	134.10	438.60	48.62	0.41	0.11	0.60	0.00	0.10	0.31	1.72	3.21
2002	0.00	79.31	341.70	211.30	0.60	0.10	0.01	0.00	0.00	5.93	0.14	0.32
2003	29.30	63.51	17.82	4.50	0.20	1.02	0.01	0.00	0.80	0.00	0.01	3.41
2004	56.50	22.21	1.63	41.60	1.72	0.00	0.10	0.00	0.50	6.40	0.00	11.10
2005	1.50	1.73	94.91	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.10	0.11	3.90
2006	25.71	151.00	135.22	28.81	0.00	0.80	0.21	0.00	0.00	0.00	9.71	2.91
2007	27.30	3.22	40.31	0.90	0.60	0.50	0.10	0.00	0.00	6.81	1.80	0.70
2008	36.30	546.50	287.50	31.21	1.60	1.70	1.51	0.30	0.00	0.00	6.80	0.00
2009	165.81	58.02	112.14	14.10	5.90	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	4.10	1.40
2010	152.57	216.22	138.62	173.39	2.30	49.41	0.00	0.00	1.27	9.80	2.30	1.30
2011	49.21	16.60	1.20	85.31	2.00	3.80	0.70	0.00	0.00	2.50	1.90	6.21
2012	34.70	447.61	320.30	87.30	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.22	7.30	1.11
2013	7.40	13.20	127.80	4.20	18.60	0.00	0.00	0.00	1.10	8.00	0.00	2.80
2014	1.20	2.80	25.50	5.40	3.40	0.50	17.23	20.84	29.35	118.82	114.63	407.53

Fuente: Propia

Este mismo proceso se repite en cada año con más de un dato faltante. La estación Chulucanas con los datos completos se muestra a continuación.

Tabla N°19: Estación Chulucanas con los datos completos

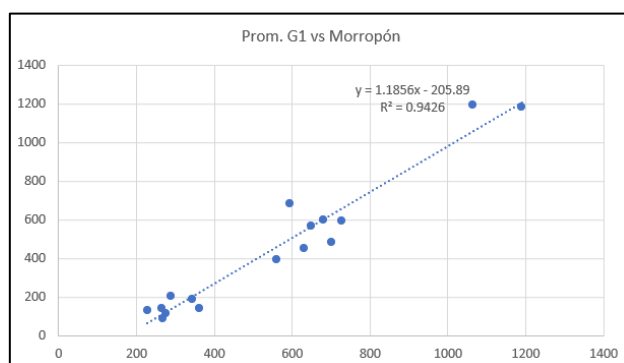
Est. Chulucanas Completa													
AÑO	MES												P. total Anual
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1972	4.10	63.80	578.00	4.60	2.32	1.84	0.02	1.01	0.00	0.00	5.40	19.60	680.69
1973	148.00	183.70	118.00	12.10	0.50	0.70	0.00	1.00	2.90	0.70	2.30	2.60	472.50
1974	13.60	25.40	7.70	0.20	0.00	0.60	0.00	0.00	0.70	1.20	0.90	0.00	50.30
1975	5.40	73.30	102.30	15.00	1.40	3.30	0.00	3.90	0.00	2.00	0.90	0.00	207.50
1976	76.50	94.30	43.51	40.00	26.90	0.80	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	283.31
1977	12.01	152.30	143.20	36.50	0.40	0.40	0.41	0.00	2.10	0.40	0.01	0.80	348.53
1978	277.96	18.40	56.61	1.40	1.70	0.00	0.00	0.00	0.10	0.40	0.00	0.40	356.97
1979	5.70	6.30	39.80	7.40	2.40	0.00	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00	62.70
1980	0.30	12.70	73.40	38.90	0.30	0.00	0.80	0.00	0.00	1.80	9.50	9.40	147.10
1981	0.80	16.41	223.30	20.00	0.61	0.00	1.20	0.70	0.00	2.90	0.60	1.51	268.03
1982	0.00	0.81	362.23	5.80	0.50	0.00	0.80	0.00	1.50	4.93	3.30	105.90	485.76
1983	672.30	463.00	854.20	1150.70	742.50	242.00	2.40	0.00	1.70	2.20	0.00	6.90	4137.90
1984	26.10	105.00	89.90	0.30	0.80	0.10	0.00	1.50	0.90	3.10	0.00	0.30	228.00
1985	7.20	42.91	59.70	0.00	3.90	0.00	0.00	0.20	0.00	0.40	0.00	2.40	116.71
1986	16.41	8.70	5.20	17.81	1.30	0.00	0.10	0.00	0.00	3.50	4.60	1.40	59.02
1987	50.90	130.50	239.40	101.80	0.00	0.00	0.00	3.20	0.00	0.80	0.00	0.00	526.60
1988	9.60	7.30	0.00	16.10	3.40	293.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	323.79
1989	40.10	225.60	148.50	142.99	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00	559.79
1990	1.30	3.80	33.40	2.30	0.20	90.59	1.64	1.98	2.27	10.14	9.85	36.26	193.73
1991	32.26	60.92	90.38	39.51	14.57	11.26	0.20	0.25	0.28	1.26	1.22	4.51	256.62
1992	136.78	258.35	383.28	167.56	61.79	47.74	0.86	1.05	1.20	5.34	5.19	19.11	1088.24
1993	136.37	257.58	382.13	167.05	61.61	47.60	0.86	1.04	1.19	5.33	5.17	19.05	1084.99
1994	123.34	232.97	345.62	151.09	55.72	43.05	0.78	0.94	1.08	4.82	4.68	17.23	981.32
1995	53.19	100.46	149.04	65.15	24.03	18.56	0.34	0.41	0.47	2.08	2.02	7.43	423.16
1996	30.04	56.74	84.18	36.80	0.00	0.00	0.19	0.23	0.26	1.17	1.14	4.20	214.96
1997	157.75	297.95	64.60	66.72	0.00	1.61	0.00	0.00	1.80	1.00	6.60	22.04	620.07
1998	377.74	713.46	1002.32	330.90	158.03	122.34	0.00	0.00	1.70	0.00	0.90	0.00	2707.38
1999	15.00	281.12	44.00	63.80	11.00	0.90	0.00	0.00	0.20	5.20	0.00	10.01	431.23
2000	10.40	80.01	99.00	54.50	12.60	10.10	0.00	0.20	0.40	0.00	0.00	20.70	287.91
2001	42.80	134.10	438.60	48.62	0.41	0.11	0.60	0.00	0.10	0.31	1.72	9.21	676.58
2002	0.00	79.31	341.70	211.30	0.60	0.10	0.01	0.00	0.00	5.93	0.14	0.32	639.41
2003	29.30	63.51	17.62	4.50	0.20	1.02	0.01	0.00	0.80	0.00	0.01	3.41	120.58
2004	56.50	22.21	1.63	41.60	1.72	0.00	0.10	0.00	0.50	6.40	0.00	11.10	141.76
2005	1.50	1.73	94.91	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.10	0.11	3.90	104.16
2006	25.71	151.00	135.22	28.81	0.00	0.80	0.21	0.00	0.00	0.00	9.71	2.91	354.37
2007	27.30	3.22	40.31	0.90	0.60	0.50	0.10	0.00	0.00	6.81	1.80	0.70	82.24
2008	36.30	546.50	287.50	31.21	1.60	1.70	1.51	0.30	0.00	0.00	6.80	0.00	913.42
2009	165.81	58.02	112.14	14.10	5.90	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	4.10	1.40	361.67
2010	152.57	216.22	138.62	173.39	2.30	49.41	0.00	0.00	1.27	9.80	2.30	1.30	747.19
2011	49.21	16.60	1.20	85.31	2.00	3.80	0.70	0.00	0.00	2.50	1.90	6.21	169.43
2012	34.70	447.61	320.30	87.30	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.22	7.30	1.11	898.57
2013	7.40	13.20	127.80	4.20	18.60	0.00	0.00	0.00	1.10	8.00	0.00	2.80	183.10
2014	1.20	2.80	25.50	5.40	3.40	0.50	17.23	20.84	29.35	118.82	114.63	407.53	747.19

Fuente: Propia

Estación N°2: Morropón

La estación Morropón mostró correlación con el promedio de las estaciones pluviométricas (Tabla N°11) $R=0.971$, quizás no sea el valor más óptimo (esto aprecia en el Gráfico N°9) pero se corregirá más adelante. Debido a esta correlación se puede aplicar el método de Recta de Regresión. Se sigue el mismo procedimiento detallado anteriormente.

Gráfico N°9: Correlación entre la estación Morropón y el Promedio de estaciones



Fuente: Propia

- **Método de la Recta de Regresión:**

En la siguiente tabla se puede apreciar la aplicación de la fórmula, “x” es igual al Promedio de las estaciones que correlaciona con la estación Morropón y “y” el dato a hallar de la estación Morropón.

Tabla N°20: Método de la Recta de Regresión en la estación Morropón

AÑO	Prom. Estaciones G1	Est. Morropón		
		Fórmula	P. original	P. total Anual
1972	701.01			482.15
1973	649.00			568.86
1974	235.30	73.08	50.48	73.08
1975	560.91			394.83
1976	434.56	309.33	310.51	310.51
1977	516.44			403.15
1978	258.72			122.86
1979	274.93			115.71
1980	283.18			147.70
1981	404.12			622.60
1982	428.05			135.80
1983	2219.99			2891.10
1984	457.93	337.04	357.40	357.40
1985	228.46			130.00
1986	268.07			89.21
1987	593.35			681.80
1988	271.00			52.10
1989	549.80	445.96	379.50	445.96
1990	243.50	82.80	31.80	82.80
1991	215.44			80.20
1992	601.82	507.62	847.30	847.30
1993	572.25	472.57	528.81	528.81
1994	324.18			259.10
1995	314.05			218.80
1996	188.30			134.00
1997	454.33			423.60
1998	932.30	899.44	37.20	899.44
1999	751.19			612.50
2000	726.32			594.40
2001	694.23			717.00
2002	732.77			773.30
2003	265.46			141.90
2004	287.97			208.00
2005	362.09			143.70
2006	679.91			600.10
2007	343.51			188.80
2008	1190.38			1181.20
2009	629.85			454.70
2010	515.99			371.40
2011	419.21			243.30
2012	1064.19			1194.10
2013	287.77	135.29	215.00	215.00
2014	156.98	-19.77	69.20	69.20

Fuente: Propia

- **Método del Promedio Aritmético:**

A continuación, se muestra la tabla con los datos completados con el método del promedio aritmético detallado por un ejemplo en la estación Chulucanas.

Tabla N°21: Método del Promedio Aritmético en la estación Morropón

Est. Morropón												
AÑO	MES											
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1972	1.00	35.00	351.40	4.00	11.40	2.04	0.03	1.72	0.00	0.02	2.00	13.54
1973	112.42	194.60	188.60	63.10	2.62	0.61	0.71	1.10	0.80	0.40	0.70	3.20
1974	14.03	21.82	10.90	0.23	0.00	22.60	0.10	0.10	0.20	0.70	1.10	1.30
1975	6.60	83.70	223.90	62.00	2.60	3.40	0.00	7.80	0.02	4.81	0.00	0.00
1976	75.30	74.10	86.50	46.50	25.60	1.00	0.40	0.01	0.00	0.00	0.00	1.10
1977	14.31	170.70	196.61	17.70	0.30	2.20	0.81	0.00	0.00	0.02	0.40	0.10
1978	0.30	52.52	55.40	3.81	9.40	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	1.40
1979	7.30	4.10	85.90	16.50	1.60	0.00	0.00	0.01	0.30	0.00	0.00	0.00
1980	0.00	18.50	91.60	17.80	0.50	0.00	0.20	0.00	0.00	2.80	13.50	2.80
1981	1.90	11.30	578.80	24.30	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	3.70	0.10	1.60
1982	7.90	3.10	0.00	13.90	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.40	110.20
1983	574.80	299.30	494.40	1030.70	372.20	97.60	5.90	0.00	3.50	3.20	0.60	8.90
1984	26.90	206.40	108.70	6.90	2.50	0.00	1.40	0.20	1.30	2.50	0.60	0.00
1985	0.00	28.40	88.40	0.10	8.70	0.00	0.00	1.90	0.00	0.00	0.00	2.50
1986	20.41	17.80	3.90	34.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.40	0.00	8.70
1987	70.50	86.90	396.70	121.80	1.00	0.00	0.80	0.70	0.00	3.40	0.00	0.00
1988	20.40	14.60	0.30	13.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	0.60
1989	108.20	155.00	114.20	60.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	0.40	6.35
1990	0.00	8.50	17.50	0.00	5.60	0.20	0.00	0.00	51.00	0.00	0.00	0.00
1991	0.00	17.00	45.60	7.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	8.80
1992	41.40	86.90	414.80	264.90	39.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1993	7.00	156.10	293.10	55.01	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.70	7.10
1994	14.10	80.20	119.60	29.30	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00
1995	90.50	66.30	11.20	41.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	8.20
1996	1.60	0.40	129.30	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	1.80
1997	2.70	66.40	89.00	33.30	0.10	1.70	0.00	1.10	2.10	3.80	3.50	219.90
1998	0.00	212.77	442.08	207.40	34.80	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	0.00	0.00
1999	10.00	340.30	133.40	37.50	18.20	1.00	0.00	0.00	2.60	1.00	0.00	8.50
2000	26.00	219.50	247.10	46.20	9.10	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.20
2001	77.60	115.60	433.10	83.10	1.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	1.70
2002	0.40	145.20	391.60	222.70	3.10	0.00	0.50	0.00	0.00	8.80	0.00	1.00
2003	33.90	79.50	18.30	4.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	4.50
2004	67.50	21.10	10.20	81.50	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	8.20	0.00	16.30
2005	2.00	14.30	125.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.80
2006	15.90	290.70	177.60	107.60	0.00	0.30	0.20	0.00	0.00	0.20	2.00	5.60
2007	39.20	9.00	123.20	4.40	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	5.40	7.30	0.00
2008	55.80	581.40	444.00	81.00	2.00	0.20	0.50	0.00	0.00	2.90	13.40	0.00
2009	213.00	72.20	149.10	6.70	0.90	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	7.10	5.00
2010	23.90	197.90	105.80	30.20	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	7.80	1.60	3.10
2011	5.20	84.50	0.00	129.30	1.20	4.70	0.00	0.00	0.00	0.70	8.30	9.40
2012	38.70	639.90	374.00	128.80	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	3.30	5.70	2.40
2013	22.60	14.30	140.90	3.60	17.10	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	0.00	4.00
2014	0.60	17.70	41.10	5.10	3.70	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Propia

Tabla N°22: Estación Morropón con los datos completos

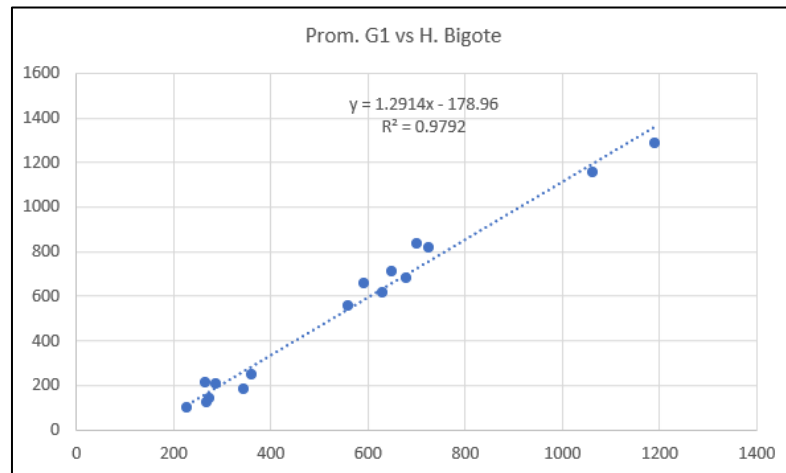
Est. Morropón completa													
AÑO	MES												P. total Anual
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1972	1.00	35.00	351.40	4.00	11.40	2.04	0.03	1.72	0.00	0.02	2.00	13.54	482.15
1973	112.42	194.60	188.60	63.10	2.62	0.61	0.71	1.10	0.80	0.40	0.70	3.20	568.86
1974	14.03	21.82	10.90	0.23	0.00	22.60	0.10	0.10	0.20	0.70	1.10	1.30	73.08
1975	6.60	83.70	223.90	62.00	2.60	3.40	0.00	7.80	0.02	4.81	0.00	0.00	394.83
1976	75.30	74.10	86.50	46.50	25.60	1.00	0.40	0.01	0.00	0.00	0.00	1.10	310.51
1977	14.31	170.70	196.61	17.70	0.30	2.20	0.81	0.00	0.00	0.02	0.40	0.10	403.15
1978	0.30	52.52	55.40	3.81	9.40	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	1.40	122.86
1979	7.30	4.10	85.90	16.50	1.60	0.00	0.00	0.01	0.30	0.00	0.00	0.00	115.71
1980	0.00	18.50	91.60	17.80	0.50	0.00	0.20	0.00	0.00	2.80	13.50	2.80	147.70
1981	1.90	11.30	578.80	24.30	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	3.70	0.10	1.60	622.60
1982	7.90	3.10	0.00	13.90	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.40	110.20	135.80
1983	574.80	299.30	494.40	1030.70	372.20	97.60	5.90	0.00	3.50	3.20	0.60	8.90	2891.10
1984	26.90	206.40	108.70	6.90	2.50	0.00	1.40	0.20	1.30	2.50	0.60	0.00	357.40
1985	0.00	28.40	88.40	0.10	8.70	0.00	0.00	1.90	0.00	0.00	0.00	2.50	130.00
1986	20.41	17.80	3.90	34.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.40	0.00	8.70	89.21
1987	70.50	86.90	396.70	121.80	1.00	0.00	0.80	0.70	0.00	3.40	0.00	0.00	681.80
1988	20.40	14.60	0.30	13.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	0.60	52.10
1989	108.20	155.00	114.20	60.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	0.40	6.35	445.96
1990	0.00	8.50	17.50	0.00	5.60	0.20	0.00	0.00	51.00	0.00	0.00	0.00	82.80
1991	0.00	17.00	45.60	7.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	8.80	80.20
1992	41.40	86.90	414.80	264.90	39.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	847.30
1993	7.00	156.10	293.10	55.01	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.70	7.10	528.81
1994	14.10	80.20	119.60	29.30	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00	259.10
1995	90.50	66.30	11.20	41.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	8.20	218.80
1996	1.60	0.40	129.30	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	1.80	134.00
1997	2.70	66.40	89.00	33.30	0.10	1.70	0.00	1.10	2.10	3.80	3.50	219.90	423.60
1998	0.00	212.77	442.08	207.40	34.80	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	0.00	0.00	899.44
1999	10.00	340.30	133.40	37.50	18.20	1.00	0.00	0.00	2.60	1.00	0.00	8.50	612.50
2000	26.00	219.50	247.10	46.20	9.10	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.20	594.40
2001	77.60	115.60	433.10	83.10	1.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	1.70	717.00
2002	0.40	145.20	391.60	222.70	3.10	0.00	0.50	0.00	0.00	8.80	0.00	1.00	773.90
2003	33.90	79.50	18.30	4.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	4.50	141.90
2004	67.50	21.10	10.20	81.50	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	8.20	0.00	16.30	208.00
2005	2.00	14.30	125.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.80	143.70
2006	15.90	290.70	177.60	107.60	0.00	0.30	0.20	0.00	0.00	0.20	2.00	5.60	600.10
2007	39.20	9.00	123.20	4.40	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	5.40	7.30	0.00	188.80
2008	55.80	581.40	444.00	81.00	2.00	0.20	0.50	0.00	0.00	2.90	13.40	0.00	1181.20
2009	213.00	72.20	149.10	6.70	0.90	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	7.10	5.00	454.70
2010	23.90	197.90	105.80	30.20	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	7.80	1.60	3.10	371.40
2011	5.20	84.50	0.00	129.30	1.20	4.70	0.00	0.00	0.00	0.70	8.30	9.40	243.30
2012	38.70	639.90	374.00	128.80	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	3.30	5.70	2.40	1194.10
2013	22.60	14.30	140.90	3.60	17.10	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	0.00	4.00	215.00
2014	0.60	17.70	41.10	5.10	3.70	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	89.20

Fuente: Propia

Estación N°3: Hacienda Bigote

La estación Hacienda Bigote mostró correlación con el promedio de las estaciones pluviométricas (Tabla N°12). Debido a esta correlación se puede aplicar el método de Recta de Regresión. Se sigue el mismo procedimiento detallado anteriormente.

Gráfico N°10: Correlación entre la estación H. Bigote y el Promedio de estaciones



Fuente: Propia

- Método de la Recta de Regresión:

En la siguiente tabla se puede apreciar la aplicación de la fórmula, “x” es igual al Promedio de las estaciones que correlaciona con la estación Hacienda Bigote y “y” el dato a hallar de la estación Hacienda Bigote.

Tabla N°21: Método de la Recta de Regresión en la estación Hacienda Bigote.

AÑO	Prom. Estaciones G1	Est. H. Bigote		
		Fórmula	P. original	P. total Anual
1972	701.01			832.99
1973	649.00			710.70
1974	235.30			98.70
1975	560.91			554.60
1976	434.56			467.89
1977	516.44			467.54
1978	258.72			193.23
1979	274.93			143.83
1980	283.18	186.74	177.41	186.74
1981	404.12	342.93	1.07	342.93
1982	428.05			298.12
1983	2219.99	2687.93	1753.02	2687.93
1984	457.93			9.87
1985	228.46			97.70
1986	268.07			125.61
1987	593.35			659.87
1988	271.00			171.10
1989	549.80			358.41
1990	243.50			60.29
1991	215.44			111.51
1992	601.82			788.78
1993	572.25			786.13
1994	324.18			701.70
1995	314.05			247.14
1996	188.30			77.58
1997	454.33			407.50
1998	932.30			2107.40
1999	751.19			845.10
2000	726.32			818.40
2001	694.23			792.95
2002	732.77			679.32
2003	265.46			212.90
2004	287.97			205.08
2005	362.09			249.07
2006	679.91			681.78
2007	343.51			181.53
2008	1190.38			1288.26
2009	629.85			615.80
2010	515.99			511.03
2011	419.21			263.74
2012	1064.19			1155.89
2013	287.77			197.66
2014	156.98	23.76	0.00	23.76

Fuente: Propia

- Método del Promedio Aritmético:

A continuación, se muestra la tabla con los datos completados con el método del promedio aritmético detallado por un ejemplo en la estación Chulucanas.

Tabla N°22: Método del Promedio Aritmético en la estación Hacienda Bigote.

Est. Hacienda Bigote												
AÑO	MES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1972	124.80	32.20	534.63	68.33	1.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	72.01
1973	141.90	198.30	196.90	158.20	10.10	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.50	3.30
1974	13.10	71.20	13.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
1975	33.40	102.30	264.50	125.90	8.00	0.00	1.30	8.30	0.00	8.50	0.00	2.40
1976	89.90	145.51	90.71	127.33	9.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.29
1977	29.42	165.19	211.49	58.92	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
1978	0.00	24.02	144.73	21.52	2.80	0.04	0.02	0.00	0.04	0.02	0.01	0.03
1979	11.96	28.96	89.15	13.63	0.03	0.00	0.00	0.05	0.04	0.01	0.00	0.00
1980	0.03	10.08	131.13	15.93	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02	14.76	9.33	5.43
1981	39.82	98.49	133.31	56.00	6.09	1.75	0.06	0.25	1.32	4.77	0.00	1.07
1982	6.08	16.24	0.05	64.23	0.00	0.02	0.02	0.07	0.11	0.36	0.02	210.92
1983	295.95	286.13	667.42	352.33	54.96	96.23	1.28	4.32	49.98	167.02	149.51	562.81
1984	3.53	0.00	6.31	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1985	41.06	9.21	11.38	12.46	0.01	0.03	0.03	1.07	0.04	10.15	0.01	12.25
1986	31.35	45.54	14.52	30.42	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.20	3.54
1987	67.83	95.96	356.16	139.66	0.02	0.00	0.03	0.01	0.05	0.13	0.01	0.01
1988	45.15	89.26	3.01	19.53	9.51	0.00	0.00	0.00	0.02	1.01	3.60	0.01
1989	6.44	167.94	110.78	72.70	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.51	0.01	0.00
1990	9.82	2.54	25.77	17.44	0.03	0.51	0.00	0.00	0.00	4.14	0.02	0.02
1991	0.51	38.53	67.71	1.90	0.05	0.06	0.01	0.10	0.05	0.11	0.12	2.36
1992	15.96	76.25	373.16	228.29	90.30	0.19	0.15	0.63	0.12	0.14	1.13	2.46
1993	0.13	228.20	416.74	92.48	1.10	0.04	0.03	0.03	0.05	3.11	0.04	44.18
1994	39.99	208.05	291.11	146.18	0.02	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	16.30
1995	60.80	108.86	42.89	24.13	0.13	0.08	0.08	0.05	0.07	0.11	0.09	9.85
1996	0.13	20.30	55.52	1.13	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1997	107.00	25.00	77.90	111.60	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	2.00	2.50	78.50
1998	438.70	614.10	737.30	231.30	77.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	7.00
1999	25.50	368.50	255.40	116.20	42.00	0.50	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	14.50
2000	46.70	331.20	267.70	88.60	11.60	6.10	0.00	0.50	14.00	0.00	0.00	52.00
2001	128.53	113.01	374.01	152.85	1.43	0.01	0.03	0.00	0.81	13.01	6.73	2.53
2002	0.02	137.61	289.91	231.90	2.00	0.00	0.02	0.00	0.00	7.32	3.83	6.71
2003	31.51	152.90	12.80	0.51	0.02	0.42	0.01	0.00	0.00	0.02	7.30	7.41
2004	48.82	28.63	2.24	88.21	5.93	0.01	0.01	0.00	0.52	16.57	0.64	11.50
2005	0.42	47.05	188.42	2.32	0.01	0.02	0.00	0.00	5.20	0.25	1.03	4.35
2006	22.12	366.80	227.72	50.32	0.71	0.00	0.02	0.02	0.01	0.04	6.92	7.10
2007	36.62	0.90	125.00	3.35	0.93	0.04	0.02	0.02	0.01	5.18	9.43	0.03
2008	91.86	472.61	521.43	181.94	6.52	1.04	0.04	0.00	0.02	2.85	10.14	0.01
2009	186.71	127.91	243.72	29.10	11.03	0.03	0.21	0.00	0.00	0.03	5.12	11.94
2010	43.10	238.33	144.85	65.73	0.61	0.30	0.02	0.00	0.05	5.50	3.63	8.91
2011	8.90	99.82	0.04	129.23	0.04	0.03	0.01	0.01	0.04	0.15	14.54	10.93
2012	81.47	613.50	343.33	99.29	0.03	0.06	0.00	0.00	0.00	4.24	8.43	5.54
2013	34.83	12.23	110.70	3.00	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.10	0.00	1.80
2014	2.59	6.41	8.67	3.64	0.40	0.11	0.00	0.02	0.09	0.31	0.26	1.26

Fuente: Propia

Tabla N°23: Estación Hacienda Bigote con los datos completos.

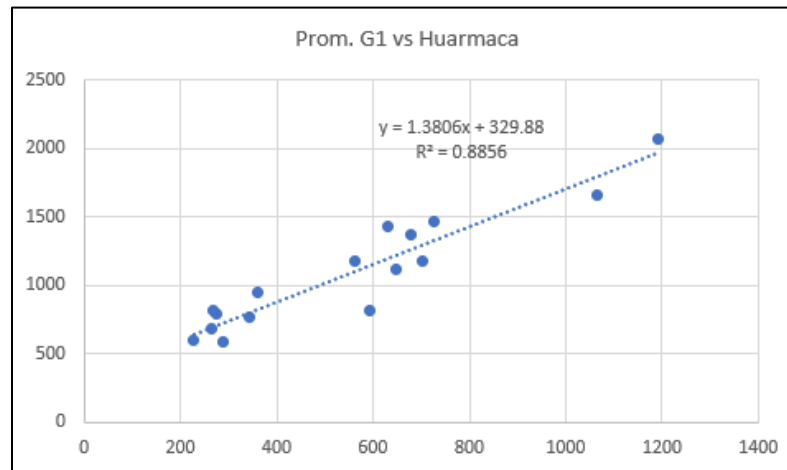
Est. Hacienda Bigote completa														
AÑO	MES													P. total Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
1972	124.80	32.20	534.63	68.33	1.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	72.01	832.99	
1973	141.90	198.30	196.90	158.20	10.10	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.50	3.30	710.70	
1974	13.10	71.20	13.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	98.70	
1975	33.40	102.30	264.50	125.90	8.00	0.00	1.30	8.30	0.00	8.50	0.00	2.40	554.60	
1976	89.90	145.51	90.71	127.33	9.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.29	467.89	
1977	29.42	165.19	211.49	58.92	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	467.54	
1978	0.00	24.02	144.73	21.52	2.80	0.04	0.02	0.00	0.04	0.02	0.01	0.03	193.23	
1979	11.96	28.96	89.15	13.63	0.03	0.00	0.00	0.05	0.04	0.01	0.00	0.00	143.83	
1980	0.03	10.08	131.13	15.93	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02	14.76	9.33	5.43	186.74	
1981	39.82	98.49	133.31	56.00	6.09	1.75	0.06	0.25	1.32	4.77	0.00	1.07	342.93	
1982	6.08	16.24	0.05	64.23	0.00	0.02	0.02	0.07	0.11	0.36	0.02	210.92	298.12	
1983	295.95	286.13	667.42	352.33	54.96	96.23	1.28	4.32	49.98	167.02	149.51	562.81	2687.93	
1984	3.53	0.00	6.31	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.87	
1985	41.06	9.21	11.38	12.46	0.01	0.03	0.03	1.07	0.04	10.15	0.01	12.25	97.70	
1986	31.35	45.54	14.52	30.42	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.20	3.54	125.61	
1987	67.83	95.96	356.16	139.66	0.02	0.00	0.03	0.01	0.05	0.13	0.01	0.01	659.87	
1988	45.15	89.26	3.01	19.53	9.51	0.00	0.00	0.00	0.02	1.01	3.60	0.01	171.10	
1989	6.44	167.94	110.78	72.70	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.51	0.01	0.00	358.41	
1990	9.82	2.54	25.77	17.44	0.03	0.51	0.00	0.00	0.00	4.14	0.02	0.02	60.29	
1991	0.51	38.53	67.71	1.90	0.05	0.06	0.01	0.10	0.05	0.11	0.12	2.36	111.51	
1992	15.96	76.25	373.16	228.29	90.30	0.19	0.15	0.63	0.12	0.14	1.13	2.46	788.78	
1993	0.13	228.20	416.74	92.48	1.10	0.04	0.03	0.03	0.05	3.11	0.04	44.18	786.13	
1994	39.99	208.05	291.11	146.18	0.02	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	16.30	701.70	
1995	60.80	108.86	42.89	24.13	0.13	0.08	0.08	0.05	0.07	0.11	0.09	9.85	247.14	
1996	0.13	20.30	55.52	1.13	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.58	
1997	107.00	25.00	77.90	111.60	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	2.00	2.50	78.50	407.50	
1998	438.70	614.10	737.30	231.30	77.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	7.00	2107.40	
1999	25.50	368.50	255.40	116.20	42.00	0.50	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	14.50	845.10	
2000	46.70	331.20	267.70	88.60	11.60	6.10	0.00	0.50	14.00	0.00	0.00	52.00	818.40	
2001	128.53	113.01	374.01	152.85	1.43	0.01	0.03	0.00	0.81	13.01	6.73	2.53	792.95	
2002	0.02	137.61	289.91	231.90	2.00	0.00	0.02	0.00	0.00	7.32	3.83	6.71	679.32	
2003	31.51	152.90	12.80	0.51	0.02	0.42	0.01	0.00	0.00	0.02	7.30	7.41	212.90	
2004	48.82	28.63	2.24	88.21	5.93	0.01	0.01	0.00	0.52	16.57	0.64	11.50	205.08	
2005	0.42	47.05	188.42	2.32	0.01	0.02	0.00	0.00	5.20	0.25	1.03	4.35	249.07	
2006	22.12	366.80	227.72	50.32	0.71	0.00	0.02	0.02	0.01	0.04	6.92	7.10	681.78	
2007	36.62	0.90	125.00	3.35	0.93	0.04	0.02	0.02	0.01	5.18	9.43	0.03	181.53	
2008	91.86	472.61	521.43	181.94	6.52	1.04	0.04	0.00	0.02	2.85	10.14	0.01	1288.26	
2009	186.71	127.91	243.72	29.10	11.03	0.03	0.21	0.00	0.00	0.03	5.12	11.94	615.80	
2010	43.10	238.33	144.85	65.73	0.61	0.30	0.02	0.00	0.05	5.50	3.63	8.91	511.03	
2011	8.90	99.82	0.04	129.23	0.04	0.03	0.01	0.01	0.04	0.15	14.54	10.93	263.74	
2012	81.47	613.50	343.33	99.29	0.03	0.06	0.00	0.00	0.00	4.24	8.43	5.54	1165.89	
2013	34.83	12.23	110.70	3.00	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.10	0.00	1.80	197.66	
2014	2.59	6.41	8.67	3.64	0.40	0.11	0.00	0.02	0.09	0.31	0.26	1.26	23.76	

Fuente: Propia

Estación N°4: Huarmaca

La estación Huarmaca mostró correlación con el promedio de las estaciones pluviométricas (Tabla N°13). Debido a esta correlación se puede aplicar el método de Recta de Regresión. Se sigue el mismo procedimiento detallado anteriormente.

Gráfico N°11: Correlación entre la estación Huarmaca y el Promedio de estaciones



Fuente: Propia

- Método de la Recta de Regresión:

En la siguiente tabla se puede apreciar la aplicación de la fórmula, “x” es igual al Promedio de las estaciones que correlaciona con la estación Huarmaca y “y” el dato a hallar de la estación Huarmaca.

Tabla N°24: Método de la Recta de Regresión en la estación Huarmaca

AÑO	Prom. Estaciones G1	Est. Huarmaca		
		Fórmula	P. original	P. total Anual
1972	701.01			1178.11
1973	649.00			1117.53
1974	235.30			607.00
1975	560.91			1177.31
1976	434.56	929.84	873.40	929.84
1977	516.44	1042.88	951.60	1042.88
1978	258.72			678.50
1979	274.93			787.00
1980	283.18			610.90
1981	404.12			837.32
1982	428.05			1187.20
1983	2219.99			1969.41
1984	457.93			1169.10
1985	228.46			597.51
1986	268.07			811.91
1987	593.35			816.00
1988	271.00			656.11
1989	549.80			1252.00
1990	243.50			712.10
1991	215.44			665.80
1992	601.82	1160.75	1118.60	1160.75
1993	572.25	1119.93	1140.80	1140.80
1994	324.18	777.44	189.30	777.44
1995	314.05			855.20
1996	188.30			493.70
1997	454.33			1011.70
1998	932.30			1672.60
1999	751.19	1366.97	1297.10	1366.97
2000	726.32			1469.40
2001	694.23	1288.33	870.00	1288.33
2002	732.77			1244.30
2003	265.46			679.70
2004	287.97			581.70
2005	362.09			945.80
2006	679.91			1367.70
2007	343.51			767.00
2008	1190.38			2074.90
2009	629.85			1425.70
2010	515.99			1036.00
2011	419.21	908.65	1028.20	1028.20
2012	1064.19			1664.90
2013	287.77			616.40
2014	156.98	546.61	529.90	546.61

Fuente: Propia

- Método del Promedio Aritmético:

A continuación, se muestra la tabla con los datos completados con el método del promedio aritmético detallado por un ejemplo en la estación Chulucanas.

Tabla N°25: Método del Promedio Aritmético en la estación Huarmaca.

Est. Huarmaca												
AÑO	MES											
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1972	75.18	105.06	512.02	213.56	86.73	46.12	3.25	9.55	12.54	0.60	45.90	67.60
1973	101.70	296.90	256.70	226.40	60.30	17.90	17.50	10.50	18.93	13.40	32.70	64.60
1974	50.30	228.70	90.70	52.80	8.90	20.00	2.80	19.50	22.20	13.70	52.80	44.60
1975	71.20	258.90	344.10	210.80	74.50	29.41	8.80	45.00	6.60	90.30	21.50	16.20
1976	56.44	349.20	240.70	127.20	54.20	13.40	2.50	6.50	3.20	3.40	12.90	60.20
1977	149.50	206.30	256.00	228.70	24.00	17.10	2.20	2.90	21.20	7.20	36.50	91.28
1978	38.40	132.10	210.90	151.80	84.70	4.70	2.60	3.40	6.00	8.80	14.90	20.20
1979	170.70	62.30	415.10	86.40	18.40	0.20	0.00	6.80	11.70	0.40	5.10	9.90
1980	38.70	139.00	116.90	129.10	17.90	2.30	0.10	1.10	0.00	62.20	33.30	70.30
1981	75.80	188.70	348.30	101.30	9.52	4.80	0.30	13.90	0.00	47.40	6.50	40.80
1982	87.00	136.30	48.90	154.50	36.90	1.00	2.10	0.10	7.80	55.00	81.20	576.40
1983	355.70	297.51	620.50	286.20	172.10	33.30	11.00	0.30	13.30	53.50	29.00	97.00
1984	105.60	457.30	232.00	121.90	51.30	16.70	13.40	1.70	27.50	66.60	30.00	45.10
1985	140.10	97.60	173.40	39.30	44.40	0.00	0.30	7.10	0.80	12.11	1.70	80.70
1986	122.30	179.50	92.60	242.40	13.00	0.00	0.00	14.30	7.01	9.60	42.30	88.90
1987	152.50	77.10	319.30	155.60	14.60	0.50	30.30	1.90	0.80	35.90	12.90	14.60
1988	170.80	186.40	25.30	85.11	41.10	1.60	3.30	0.00	6.40	7.70	66.00	62.40
1989	195.90	269.50	562.60	118.20	18.30	10.40	0.30	0.60	11.70	45.00	1.10	18.40
1990	36.20	145.20	107.10	158.40	20.80	8.10	4.30	3.50	0.20	87.50	90.20	50.60
1991	25.70	125.80	277.10	66.90	30.20	13.30	0.00	0.00	0.00	20.20	10.60	96.00
1992	113.60	147.80	250.20	311.40	160.50	16.20	0.70	5.70	4.50	42.15	41.90	66.10
1993	83.30	316.50	449.60	234.80	56.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1994	87.68	174.77	204.72	120.97	36.00	7.80	0.00	2.10	17.20	6.00	9.90	110.30
1995	131.40	248.80	211.80	90.30	25.60	0.90	10.10	2.70	4.90	7.80	15.70	105.20
1996	63.20	100.50	171.80	81.90	15.40	3.50	1.90	1.50	0.30	21.40	2.50	29.80
1997	58.40	99.20	172.70	135.40	7.00	9.00	5.40	0.90	37.90	18.80	88.60	378.40
1998	169.70	400.90	422.60	426.20	86.10	4.70	1.20	4.90	12.00	41.50	30.00	72.80
1999	144.70	552.50	274.10	160.20	108.80	21.40	5.00	1.60	8.30	20.50	20.68	49.18
2000	112.60	318.70	517.50	243.10	118.30	27.50	0.00	4.00	44.80	0.30	1.30	81.30
2001	224.70	338.20	418.33	125.10	27.60	5.20	1.70	5.00	13.90	10.00	64.50	54.10
2002	23.20	333.00	368.30	271.00	31.00	8.70	4.70	0.80	0.00	77.20	28.50	97.90
2003	136.00	196.60	127.50	77.90	24.10	31.60	1.20	0.50	2.60	3.30	20.80	57.60
2004	85.50	73.10	112.20	121.20	19.40	4.90	3.30	0.00	7.50	59.20	14.90	80.50
2005	39.20	232.50	450.10	68.40	12.10	1.40	0.00	0.00	6.60	24.60	12.70	98.20
2006	69.50	392.60	571.10	126.40	13.70	20.40	6.50	0.00	10.10	6.40	76.00	75.00
2007	102.20	105.90	237.90	121.70	33.80	8.90	4.30	0.40	5.00	55.10	75.60	16.20
2008	314.20	607.20	524.70	408.70	38.30	12.50	3.10	12.60	3.10	59.70	60.40	30.40
2009	339.90	307.40	409.10	128.50	99.40	7.10	1.40	6.20	1.70	5.10	18.40	101.50
2010	110.30	333.40	237.30	187.50	39.30	9.00	3.70	1.10	4.20	16.80	21.10	72.30
2011	117.60	227.90	65.10	310.20	55.80	0.00	18.90	0.70	16.80	47.20	59.40	108.60
2012	276.80	624.80	254.70	273.70	22.00	3.90	0.20	3.00	1.20	82.70	98.70	23.20
2013	66.70	74.70	183.40	42.00	117.00	0.00	4.30	8.40	5.20	75.80	0.50	38.40
2014	16.13	84.90	216.60	17.50	68.30	10.10	0.58	0.00	0.50	31.40	47.30	53.30
												588.14
												69.87
												16.71

Fuente: Propia

Tabla N°26: Estación Huarmaca con los datos completos.

Est. Huarmaca Completa													
AÑO	MES												P. total Anual
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1972	75.18	105.06	512.02	213.56	86.73	46.12	3.25	9.55	12.54	0.60	45.90	67.60	1178.11
1973	101.70	296.90	256.70	226.40	60.30	17.90	17.50	10.50	18.93	13.40	32.70	64.60	1117.53
1974	50.30	228.70	90.70	52.80	8.90	20.00	2.80	19.50	22.20	13.70	52.80	44.60	607.00
1975	71.20	258.90	344.10	210.80	74.50	29.41	8.80	45.00	6.60	90.30	21.50	16.20	1177.31
1976	56.44	349.20	240.70	127.20	54.20	13.40	2.50	6.50	3.20	3.40	12.90	60.20	929.84
1977	149.50	206.30	256.00	228.70	24.00	17.10	2.20	2.90	21.20	7.20	36.50	91.28	1042.88
1978	38.40	132.10	210.90	151.80	84.70	4.70	2.60	3.40	6.00	8.80	14.90	20.20	678.50
1979	170.70	62.30	415.10	86.40	18.40	0.20	0.00	6.80	11.70	0.40	5.10	9.90	787.00
1980	38.70	139.00	116.90	129.10	17.90	2.30	0.10	1.10	0.00	62.20	33.30	70.30	610.90
1981	75.80	188.70	348.30	101.30	9.52	4.80	0.30	13.90	0.00	47.40	6.50	40.80	837.32
1982	87.00	136.30	48.90	154.50	36.90	1.00	2.10	0.10	7.80	55.00	81.20	576.40	1187.20
1983	355.70	297.51	620.50	286.20	172.10	33.30	11.00	0.30	13.30	53.50	29.00	97.00	1969.41
1984	105.60	457.30	232.00	121.90	51.30	16.70	13.40	1.70	27.50	66.60	30.00	45.10	1169.10
1985	140.10	97.60	173.40	39.30	44.40	0.00	0.30	7.10	0.80	12.11	1.70	80.70	597.51
1986	122.30	179.50	92.60	242.40	13.00	0.00	0.00	14.30	7.01	9.60	42.30	88.90	811.91
1987	152.50	77.10	319.30	155.60	14.60	0.50	30.30	1.90	0.80	35.90	12.90	14.60	816.00
1988	170.80	186.40	25.30	85.11	41.10	1.60	3.30	0.00	6.40	7.70	66.00	62.40	656.11
1989	195.90	269.50	562.60	118.20	18.30	10.40	0.30	0.60	11.70	45.00	1.10	18.40	1252.00
1990	36.20	145.20	107.10	158.40	20.80	8.10	4.30	3.50	0.20	87.50	90.20	50.60	712.10
1991	25.70	125.80	277.10	66.90	30.20	13.30	0.00	0.00	0.00	20.20	10.60	96.00	665.80
1992	113.60	147.80	250.20	311.40	160.50	16.20	0.70	5.70	4.50	42.15	41.90	66.10	1160.75
1993	83.30	316.50	449.60	234.80	56.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1140.80
1994	87.68	174.77	204.72	120.97	36.00	7.80	0.00	2.10	17.20	6.00	9.90	110.30	777.44
1995	131.40	248.80	211.80	90.30	25.60	0.90	10.10	2.70	4.90	7.80	15.70	105.20	855.20
1996	63.20	100.50	171.80	81.90	15.40	3.50	1.90	1.50	0.30	21.40	2.50	29.80	493.70
1997	58.40	99.20	172.70	135.40	7.00	9.00	5.40	0.90	37.90	18.80	88.60	378.40	1011.70
1998	169.70	400.90	422.60	426.20	86.10	4.70	1.20	4.90	12.00	41.50	30.00	72.80	1672.60
1999	144.70	552.50	274.10	160.20	108.80	21.40	5.00	1.60	8.30	20.50	20.68	49.18	1366.97
2000	112.60	318.70	517.50	243.10	118.30	27.50	0.00	4.00	44.80	0.30	1.30	81.30	1469.40
2001	224.70	338.20	418.33	125.10	27.60	5.20	1.70	5.00	13.90	10.00	64.50	54.10	1288.33
2002	23.20	333.00	368.30	271.00	31.00	8.70	4.70	0.80	0.00	77.20	28.50	97.90	1244.30
2003	136.00	196.60	127.50	77.90	24.10	31.60	1.20	0.50	2.60	3.30	20.80	57.60	679.70
2004	85.50	73.10	112.20	121.20	19.40	4.90	3.30	0.00	7.50	59.20	14.90	80.50	581.70
2005	39.20	232.50	450.10	68.40	12.10	1.40	0.00	0.00	6.60	24.60	12.70	98.20	945.80
2006	69.50	392.60	571.10	126.40	13.70	20.40	6.50	0.00	10.10	6.40	76.00	75.00	1367.70
2007	102.20	105.90	237.90	121.70	33.80	8.90	4.30	0.40	5.00	55.10	75.60	16.20	767.00
2008	314.20	607.20	524.70	408.70	38.30	12.50	3.10	12.60	3.10	59.70	60.40	30.40	2074.90
2009	339.90	307.40	409.10	128.50	99.40	7.10	1.40	6.20	1.70	5.10	18.40	101.50	1425.70
2010	110.30	333.40	237.30	187.50	39.30	9.00	3.70	1.10	4.20	16.80	21.10	72.30	1036.00
2011	117.60	227.90	65.10	310.20	55.80	0.00	18.90	0.70	16.80	47.20	59.40	108.60	1028.20
2012	276.80	624.80	254.70	273.70	22.00	3.90							

Estación N°5: Sondorillo

La estación Huarmaca no mostró correlación con ninguna estación (Tabla N°14). Así que se procedió a aplicar el siguiente método:

- Método del Promedios Ponderados:

$$P_X = \frac{1}{3} \left[\left(\frac{\bar{P}_X}{\bar{P}_A} \right) P_A + \left(\frac{\bar{P}_X}{\bar{P}_B} \right) P_B + \left(\frac{\bar{P}_X}{\bar{P}_C} \right) P_C \right]$$

Donde:

P_X = Precipitación que se desea hallar

\bar{P}_X = Promedio de los datos completos de sección deseada hallar

$\bar{P}_{a,b,c,\dots}$ = Promedio de los datos de referencia

$P_{a,b,c,\dots}$ = Datos de referencia

Tabla N°27: Estación Sondorillo con los datos completos.

Est. Sondorillo Completa													
AÑO	MES												P. total Anual
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1972	27.80	52.80	75.60	61.70	0.00	14.20	6.30	2.30	20.20	0.00	69.60	0.00	331.10
1973	9.40	47.50	40.90	126.40	6.30	9.50	8.20	12.40	6.40	17.40	43.20	47.80	375.40
1974	39.30	59.90	75.70	6.40	0.00	3.40	9.20	7.70	7.60	37.60	69.50	53.70	370.00
1975	7.60	107.80	90.90	44.50	39.20	33.00	0.00	39.10	0.00	72.00	36.20	0.00	470.30
1976	57.70	42.30	30.10	19.80	33.20	4.20	10.00	16.50	0.00	7.90	0.00	16.00	237.70
1977	41.20	94.00	35.80	80.40	23.00	14.50	7.20	0.00	20.10	30.20	33.40	31.60	411.40
1978	2.80	5.30	81.70	34.30	33.10	15.50	0.00	12.70	11.70	2.00	4.60	16.30	220.00
1979	34.50	11.60	91.70	66.20	2.30	2.60	0.00	11.50	27.40	9.60	8.00	0.00	265.40
1980	1.10	28.60	71.30	61.40	9.40	5.70	0.00	0.00	1.10	53.90	57.40	42.90	332.80
1981	23.60	66.30	88.70	17.40	6.40	6.70	0.00	18.60	0.00	24.00	0.00	39.90	291.60
1982	35.00	46.30	60.50	77.00	18.70	0.00	0.00	0.00	9.08	40.20	23.60	96.60	409.58
1983	50.90	31.80	125.30	42.10	12.20	4.40	0.00	0.00	0.00	18.00	51.90	11.90	348.50
1984	26.60	235.70	71.50	46.90	16.40	23.30	0.00	0.00	0.00	33.60	44.50	26.80	525.30
1985	34.50	8.90	5.30	15.60	34.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.10	81.60	200.40
1986	29.70	13.70	16.70	34.90	9.50	0.00	1.30	14.30	10.40	25.60	66.90	31.60	254.60
1987	45.80	9.00	24.00	75.30	11.10	0.00	17.10	24.60	6.60	34.70	22.00	12.30	282.50
1988	88.50	57.00	11.10	43.20	23.20	7.20	3.50	3.90	29.50	16.10	68.10	88.00	439.30
1989	96.40	77.90	78.70	7.00	19.20	0.00	0.00	0.00	0.00	56.10	0.00	7.00	342.30
1990	26.60	22.50	24.50	61.90	8.90	0.00	0.00	3.30	9.10	77.30	82.20	56.00	372.30
1991	10.40	33.50	75.50	26.70	3.70	3.20	0.00	0.00	0.00	19.40	9.00	38.30	219.70
1992	12.20	35.70	24.40	35.30	19.00	5.80	0.00	3.50	16.80	17.40	29.00	53.30	254.40
1993	26.60	84.60	161.20	27.90	34.20	0.00	0.00	0.00	16.90	54.10	40.16	40.38	486.05
1994	64.50	113.40	102.10	89.10	25.00	4.70	4.90	6.10	13.50	2.90	17.50	27.10	470.80
1995	14.20	23.30	28.90	28.00	13.70	0.00	4.20	3.50	12.50	5.90	30.90	83.40	249.10
1996	48.70	36.20	46.80	28.70	13.90	4.80	5.70	0.00	8.60	19.30	14.10	9.40	236.20
1997	43.20	54.20	17.40	30.80	3.60	2.90	2.80	0.00	4.20	35.60	51.50	40.30	286.50
1998	18.20	83.40	118.60	95.00	56.50	5.60	5.30	0.00	9.40	65.30	17.70	31.80	510.80
1999	68.10	94.70	105.70	49.40	79.40	16.80	11.40	4.40	23.10	6.80	8.20	102.00	570.00
2000	39.40	69.00	110.40	65.70	30.40	31.80	2.00	8.00	57.20	0.00	0.00	47.60	461.50
2001	56.10	33.00	83.20	22.60	12.20	40.70	20.70	3.40	24.80	25.30	67.40	25.20	414.60
2002	15.00	54.20	57.60	73.50	15.90	1.20	15.40	0.00	0.00	70.90	39.91	23.80	367.41
2003	17.50	17.20	23.60	26.00	9.20	10.80	2.80	2.00	3.40	21.40	20.10	18.20	172.20
2004	24.40	2.40	5.10	43.40	15.30	3.80	3.20	0.00	10.10	78.80	62.10	54.10	303.30
2005	16.30	65.40	124.10	26.00	11.20	1.90	0.00	0.00	10.80	30.10	22.60	59.30	367.70
2006	41.60	66.10	133.80	37.50	0.00	9.00	2.10	0.00	2.00	30.70	29.60	43.20	395.60
2007	25.10	17.50	75.20	78.50	22.10	16.60	1.00	8.50	4.60	89.00	123.20	36.70	498.00
2008	39.30	182.20	81.00	75.70	7.90	9.00	3.00	4.00	0.00	30.10	55.50	6.40	494.10
2009	91.20	39.00	72.00	31.00	0.00	8.80	3.80	3.00	0.00	0.00	21.40	21.20	291.40
2010	17.90	80.80	25.00	36.00	9.20	5.30	3.30	0.00	1.80	17.20	44.20	50.30	291.00
2011	23.80	50.30	23.00	56.20	22.40	4.50	3.20	0.00	24.30	33.20	74.00	76.50	391.40
2012	83.30	89.60	45.60	40.90	5.60	9.60	0.00	1.70	0.00	57.10	56.30	17.80	407.50
2013	9.30	16.30	29.90	13.40	48.60	0.00	8.20	3.60	3.20	60.00	0.00	34.20	226.70
2014	9.60	21.00	92.70	22.50	12.45	1.20	2.25	3.25	5.63	17.34	21.30	21.42	230.68

Fuente: Propia

Estaciones Grupo N°2:

- Coeficientes de correlación:

Mientras el factor coeficiente de correlación “R” se acerque más al valor de 1 mayor es la correlación. Esta correlación se trabaja con la sumatoria de las precipitaciones máximas mensuales de cada año.

Tabla N°28: Análisis de coeficientes de correlación de las estaciones del Grupo N°2.

AÑO	Prom. Estaciones G2	Est. La Esperanza	Est. Bernal	Est. Chusis
1972	131.26	197.08	91.20	105.50
1973	41.45	39.49	40.87	44.00
1974	10.16	7.86	6.43	16.20
1975	33.27	35.25	24.27	40.30
1977	47.53	34.24	67.46	40.90
1978	11.88	16.40	9.93	9.30
1979	7.83	4.49	5.39	13.60
1980	15.32	12.68	8.47	24.80
1981	10.82	9.83	4.72	17.91
1982	5.25	7.55	2.29	5.90
1996	5.81	8.09	5.53	3.80
1998	1020.79	878.63	1200.64	983.10
1999	62.97	69.45	71.26	48.20
2000	22.56	24.88	16.09	26.70
2001	78.52	83.25	94.71	57.60
2002	100.59	92.29	118.18	91.30
2003	14.84	15.35	13.88	15.30
2006	37.96	26.60	42.47	44.81
2007	9.54	8.11	12.49	8.03
2008	77.78	150.35	42.69	40.31
2011	15.88	13.56	18.67	15.41
2012	56.17	62.24	52.64	53.63
2013	62.74	75.60	55.20	57.41

Fuente: Propia

Tabla N°29: Correlación de la estación La Esperanza

Estación N°6 - La Esperanza		
Prom. G2 vs La Esperanza	0.991	ok
Bernal vs La Esperanza	0.981	x
Chusis vs La Esperanza	0.984	x

Fuente: Propia

Tabla N°30: Correlación de la estación Bernal.

Estación N°7 - Bernal		
Prom. G2 vs Bernal	0.9978	ok
La Esperanza vs Bernal	0.981	x
Chusis vs Bernal	0.9984	ok

Fuente: Propia

Tabla N°31: Correlación de la estación Chusis.

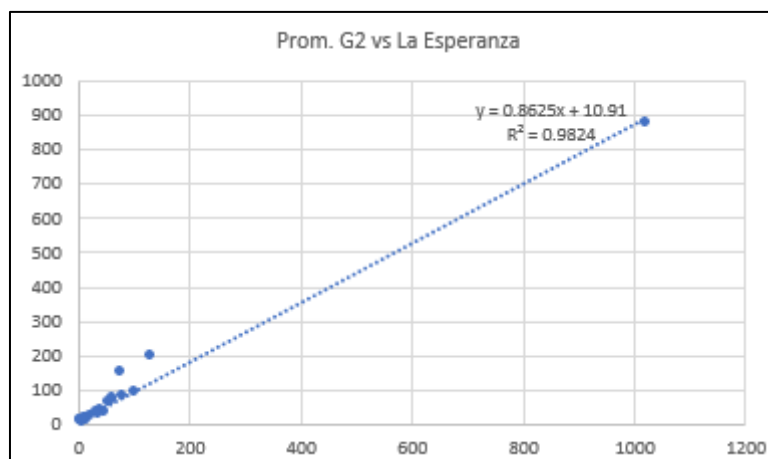
Estación N°8 - Chusis		
Prom. G2 vs Chusis	0.999	ok
La Esperanza vs Chusis	0.981	x
Bernal vs Chusis	0.984	x

Fuente: Propia

Estación N°6: La Esperanza

La estación La Esperanza mostró correlación con el promedio de las estaciones pluviométricas (Tabla N°29). Debido a esta correlación se puede aplicar el método de Recta de Regresión. Se sigue el mismo procedimiento detallado anteriormente.

Gráfico N°12: Correlación entre la estación La Esperanza y el Promedio de estaciones



Fuente: Propia

- Método de la Recta de Regresión:

En la siguiente tabla se puede apreciar la aplicación de la fórmula, “x” es igual al Promedio de las estaciones que correlaciona con la estación La Esperanza y “y” el dato a hallar de la estación La Esperanza.

Tabla N°32: Método de la Recta de Regresión en la estación La Esperanza

AÑO	Prom. Estaciones G2	Est. La Esperanza		
		Fórmula	P. original	P. total Anual
1972	131.26			197.08
1973	41.45			39.49
1974	10.16			7.86
1975	33.27			35.25
1976	45.73	50.36	63.80	63.80
1977	47.53			34.24
1978	11.88			16.40
1979	7.83			4.49
1980	15.32			12.68
1981	10.82			9.83
1982	5.25			7.55
1983	866.02			1819.45
1984	7.75			12.84
1985	4.94			14.32
1986	10.35			16.35
1987	65.16			96.17
1988	13.59			6.47
1989	24.78	32.28	32.14	32.28
1990	4.05			6.26
1991	7.62			8.75
1992	112.88	108.27	165.03	165.03
1993	14.80	23.67	22.29	23.67
1994	18.81	27.13	7.32	27.13
1995	13.59	22.63	16.02	22.63
1996	5.81			8.09
1997	67.28			91.52
1998	1020.79			878.63
1999	62.97			69.45
2000	22.56			24.88
2001	78.52			83.25
2002	100.59			92.29
2003	14.84			15.35
2004	9.06			11.44
2005	6.56			3.71
2006	37.96			26.60
2007	9.54			8.11
2008	77.78			150.35
2009	40.35			18.85
2010	60.16			115.23
2011	15.88			13.56
2012	56.17			62.24
2013	62.74			75.60
2014	6.25	16.30	14.64	16.30

Fuente: Propia

- Método del Promedio Aritmético:

A continuación, se muestra la tabla con los datos completados con el método del promedio aritmético detallado por un ejemplo en la estación Chulucanas.

Tabla N°33: Método del Promedio Aritmético en la estación La Esperanza.

Est. La Esperanza												
AÑO	MES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1972	0.01	0.63	186.51	7.00	0.03	0.31	0.02	0.03	0.52	0.02	0.00	2.00
1973	24.81	4.21	5.33	2.83	0.02	0.22	0.00	0.00	1.92	0.03	0.04	0.08
1974	2.14	4.30	0.00	0.74	0.12	0.20	0.00	0.02	0.12	0.11	0.01	0.10
1975	2.90	2.31	22.50	0.42	0.40	4.12	0.00	2.50	0.10	0.00	0.00	0.00
1976	39.90	22.50	0.02	0.03	0.72	0.21	0.02	0.30	0.00	0.10	0.00	0.00
1977	0.00	28.12	3.11	1.40	0.00	0.20	0.01	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00
1978	0.00	0.31	12.30	1.21	0.10	2.41	0.02	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00
1979	3.15	0.00	0.30	0.13	0.80	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
1980	0.00	0.02	12.01	0.34	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.21	0.06
1981	0.02	1.66	6.73	0.04	1.30	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
1982	0.00	0.00	0.01	0.52	3.05	0.00	0.02	0.00	1.60	0.04	1.30	1.01
1983	145.72	83.33	285.50	505.81	529.90	261.51	0.30	0.00	0.00	4.02	0.00	3.36
1984	0.01	10.50	0.56	0.05	0.06	0.08	0.07	0.50	0.00	0.93	0.01	0.07
1985	0.00	0.04	11.72	0.00	1.00	0.02	0.00	1.11	0.00	0.10	0.03	0.30
1986	5.93	3.32	0.50	2.93	1.22	0.00	0.00	0.07	0.00	0.23	2.10	0.05
1987	10.20	45.70	25.30	13.80	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	1.00	0.10	0.00
1988	0.11	0.60	0.10	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
1989	3.60	3.60	18.83	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.01	0.00
1990	0.30	0.30	0.70	1.00	0.11	0.00	0.04	0.00	0.00	2.10	0.60	1.11
1991	0.40	2.00	0.50	2.40	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	1.00	2.41
1992	0.00	13.40	77.80	73.61	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1993	0.00	2.39	12.50	7.30	0.10	0.89	0.01	0.01	0.02	0.05	0.04	0.36
1994	2.81	3.65	5.82	3.48	2.63	1.38	0.01	0.02	1.00	0.23	0.06	6.06
1995	3.92	8.82	0.00	0.92	0.00	6.25	0.07	0.00	0.11	0.36	1.92	0.26
1996	0.00	3.01	1.74	2.92	0.01	0.32	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01	0.03
1997	0.50	2.84	0.41	1.27	0.00	0.13	0.00	0.00	0.03	2.72	1.60	82.02
1998	307.62	223.63	296.73	24.90	4.21	20.30	0.01	0.02	0.04	0.05	1.11	0.01
1999	4.03	48.84	2.52	6.96	1.56	2.43	0.00	0.01	0.01	0.12	0.00	2.97
2000	0.02	3.05	0.47	11.44	1.27	0.08	0.05	0.06	0.07	0.01	0.03	8.33
2001	8.74	1.96	57.48	12.17	0.07	0.11	0.07	0.06	0.00	0.02	1.63	0.94
2002	0.02	3.29	56.79	30.43	0.01	0.00	0.02	0.02	0.00	0.94	0.23	0.54
2003	2.53	8.64	0.40	0.04	0.01	1.01	0.02	0.01	0.04	0.03	0.30	2.32
2004	2.73	0.36	0.23	0.02	0.24	0.01	1.50	0.00	0.02	1.00	0.01	5.32
2005	0.51	0.14	2.27	0.44	0.02	0.22	0.01	0.01	0.00	0.04	0.04	0.01
2006	0.45	7.72	13.02	0.02	0.00	0.03	0.02	0.00	0.30	0.11	0.81	4.12
2007	3.77	0.04	4.04	0.07	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.03	0.04	0.02
2008	16.85	108.94	21.31	2.62	0.54	0.02	0.02	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00
2009	10.12	7.52	0.04	0.02	0.01	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.05	1.02
2010	0.07	67.02	37.63	4.20	6.21	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.06
2011	1.43	0.00	0.01	9.01	0.02	0.02	1.10	0.00	0.00	1.20	0.03	0.74
2012	2.56	56.00	1.66	0.52	0.04	0.03	0.00	0.01	0.02	0.00	1.00	0.40
2013	0.00	0.50	63.70	1.50	8.40	0.00	0.20	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00
2014	0.00	2.20	2.30	9.40	1.66	0.00	0.02	0.00	0.03	0.26	0.00	0.43

Fuente: Propia

Tabla N°34: Estación La Esperanza con los datos completos.

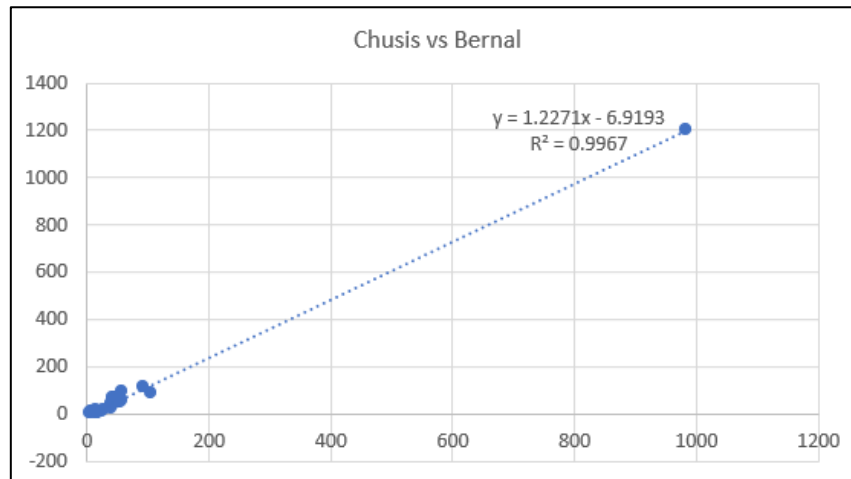
Est. La Esperanza Completa													
AÑO	MES												P. total Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1972	0.01	0.63	186.51	7.00	0.03	0.31	0.02	0.03	0.52	0.02	0.00	2.00	137.08
1973	24.81	4.21	5.33	2.83	0.02	0.22	0.00	0.00	1.92	0.03	0.04	0.08	39.49
1974	2.14	4.30	0.00	0.74	0.12	0.20	0.00	0.02	0.12	0.11	0.01	0.10	7.86
1975	2.90	2.31	22.50	0.42	0.40	4.12	0.00	2.50	0.10	0.00	0.00	0.00	35.25
1976	39.90	22.50	0.02	0.03	0.72	0.21	0.02	0.30	0.00	0.10	0.00	0.00	63.80
1977	0.00	28.12	3.11	1.40	0.00	0.20	0.01	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00	34.24
1978	0.00	0.31	12.30	1.21	0.10	2.41	0.02	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	16.40
1979	3.15	0.00	0.30	0.13	0.80	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	4.49
1980	0.00	0.02	12.01	0.34	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.21	0.06	12.68
1981	0.02	1.66	6.73	0.04	1.30	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	9.83
1982	0.00	0.00	0.01	0.52	3.05	0.00	0.02	0.00	1.60	0.04	1.30	1.01	7.55
1983	145.72	83.33	285.50	505.81	529.90	261.51	0.30	0.00	0.00	4.02	0.00	3.36	1819.45
1984	0.01	10.50	0.56	0.05	0.06	0.08	0.07	0.50	0.00	0.93	0.01	0.07	12.84
1985	0.00	0.04	11.72	0.00	1.00	0.02	0.00	1.11	0.00	0.10	0.03	0.30	14.32
1986	5.93	3.32	0.50	2.93	1.22	0.00	0.00	0.07	0.00	0.23	2.10	0.05	16.35
1987	10.20	45.70	25.30	13.80	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	1.00	0.10	0.00	96.17
1988	0.11	0.60	0.10	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	6.47
1989	3.60	3.60	18.83	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.01	0.00	32.28
1990	0.30	0.30	0.70	1.00	0.11	0.00	0.04	0.00	0.00	2.10	0.60	1.11	6.26
1991	0.40	2.00	0.50	2.40	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	1.00	2.41	8.75
1992	0.00	13.40	77.80	73.61	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	165.03
1993	0.00	2.39	12.50	7.30	0.10	0.89	0.01	0.01	0.02	0.05	0.04	0.36	23.67
1994	2.81	3.65	5.82	3.48	2.63	1.38	0.01	0.02	1.00	0.23	0.06	6.06	27.13
1995	3.92	8.82	0.00	0.92	0.00	6.25	0.07	0.00	0.11	0.36	1.92	0.26	22.63
1996	0.00	3.01	1.74	2.92	0.01	0.32	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01	0.03	8.09
1997	0.50	2.84	0.41	1.27	0.00	0.13	0.00	0.00	0.03	2.72	1.60	82.02	91.52
1998	307.62	223.63	296.73	24.90	4.21	20.30	0.01	0.02	0.04	0.05	1.11	0.01	878.63
1999	4.03	48.84	2.52	6.96	1.56	2.43	0.00	0.01	0.01	0.12	0.00	2.97	69.45
2000	0.02	3.05	0.47	11.44	1.27	0.08	0.05	0.06	0.07	0.01	0.03	8.33	24.88
2001	8.74	1.96	57.48	12.17	0.07	0.11	0.07	0.06	0.00	0.02	1.63	0.94	83.25
2002	0.02	3.29	56.79	30.43	0.01	0.00	0.02	0.02	0.00	0.94	0.23	0.54	92.29
2003	2.53	8.64	0.40	0.04	0.01	1.01	0.02	0.01	0.04	0.03	0.30	2.32	15.35
2004	2.73	0.36	0.23	0.02	0.24	0.01	1.50	0.00	0.02	1.00	0.01	5.32	11.44
2005	0.51	0.14	2.27	0.44	0.02	0.22	0.01	0.01	0.00	0.04	0.04	0.01	3.71
2006	0.45	7.72	13.02	0.02	0.00	0.03	0.02	0.00	0.30	0.11	0.81	4.12	26.60
2007	3.77	0.04	4.04	0.07	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.03	0.04	0.02	8.11
2008	16.85	108.94	21.31	2.62	0.54	0.02	0.02	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	150.35
2009	10.12	7.52	0.04	0.02	0.01	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.05	1.02	18.85
2010	0.07	67.02	37.63	4.20	6.21	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.06	115.23
2011	1.43	0.00	0.01	9.01	0.02	0.02	1.10	0.00	0.00	1.20	0.03	0.74	13.56
2012	2.56	56.00	1.66	0.52	0.04	0.03	0.00	0.01	0.02	0.00	1.00	0.40	62.24
2013	0.00	0.50	63.70	1.50	8.40	0.00	0.20	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	75.60
2014	0.00	2.20	2.30	9.40	1.66	0.00	0.02	0.00	0.03	0.26	0.00	0.43	16.30

Fuente: Propia

Estación N°7: Bernal

La estación Bernal mostró correlación con La Estación Chusis (Tabla N°30). Debido a esta correlación se puede aplicar el método de Recta de Regresión. Se sigue el mismo procedimiento detallado anteriormente. Se colocaron los datos de la estación Chusis ya completos para un mejor ajuste.

Gráfico N°13: Correlación entre la estación Bernal y la estación Chusis



Fuente: Propia

- Método de la Recta de Regresión:

En la siguiente tabla se puede apreciar la aplicación de la fórmula, “x” es igual al Promedio de las estaciones que correlaciona con la estación Bernal y “y” el dato a hallar de la estación Bernal.

Tabla N°35: Método de la Recta de Regresión en la estación Bernal

AÑO	P. Total Anual Chusis Comp.	Est. Bernal		
		Fórmula	P. original	P. total Anual
1972	105.50			91.20
1973	44.00			40.87
1974	16.20			6.43
1975	40.30			24.27
1976	37.30			36.10
1977	40.90			67.46
1978	9.30			9.93
1979	13.60			5.39
1980	24.80			8.47
1981	17.91			4.72
1982	5.90			2.29
1983	829.01	1010.36	174.60	1010.36
1984	10.40	5.84	0.00	5.84
1985	2.98	-3.26	0.50	0.50
1986	8.17			14.70
1987	60.75			99.30
1988	11.28			25.40
1989	12.70			29.50
1990	2.13			4.70
1991	5.55			13.30
1992	106.53			93.60
1993	12.44	8.34	22.10	22.10
1994	16.29			34.81
1995	10.90			13.85
1996	3.80			5.53
1997	62.79			54.63
1998	983.10			1200.64
1999	48.20			71.26
2000	26.70			16.09
2001	57.60			94.71
2002	91.30			118.18
2003	15.30			13.88
2004	6.94			11.15
2005	6.10	0.57	9.86	9.86
2006	44.81			42.47
2007	8.03			12.49
2008	40.31			42.69
2009	43.30			58.90
2010	55.96	61.75	48.64	61.75
2011	15.41			18.67
2012	53.63			52.64
2013	57.41			55.20
2014	4.24	-1.72	4.10	4.10

Fuente: Propia

- Método del Promedio Aritmético:

A continuación, se muestra la tabla con los datos completados con el método del promedio aritmético detallado por un ejemplo en la estación Chulucanas.

Tabla N°36: Método del Promedio Aritmético en la estación Bernal

Est. Bernal												
AÑO	Área del gráfico	MES										
		FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1973	7.70	25.40	2.12	0.71	1.00	1.30	0.00	0.01	0.52	1.00	0.00	1.11
1974	1.12	0.50	0.00	0.90	0.01	0.96	0.01	0.41	2.10	0.31	0.11	0.00
1975	0.01	6.90	15.30	0.00	0.11	0.02	0.00	0.20	0.10	1.62	0.01	0.00
1976	29.11	3.83	0.01	0.00	1.80	0.01	0.51	0.01	0.30	0.50	0.02	0.00
1977	0.81	27.91	14.50	20.60	0.01	0.01	0.01	0.01	3.60	0.00	0.00	0.00
1978	0.00	0.61	9.21	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
1979	0.11	0.31	0.11	3.70	1.11	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00
1980	0.12	1.50	4.91	0.61	0.01	0.00	0.03	0.03	0.00	0.02	1.23	0.01
1981	0.01	1.20	1.92	0.02	0.00	0.01	0.07	0.03	0.00	0.11	0.13	1.22
1982	0.01	0.00	0.00	0.63	0.32	0.00	0.00	0.02	0.02	1.23	0.02	0.04
1983	89.07	85.53	578.67	159.48	12.58	4.69	4.35	1.95	5.32	6.54	17.48	44.70
1984	1.07	1.33	2.38	0.66	0.05	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.07	0.18
1985	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.20
1986	0.70	3.80	0.40	7.80	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	1.90	0.00
1987	3.90	23.40	70.60	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00
1988	9.20	7.20	0.00	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	3.60	2.10
1989	9.20	7.80	9.40	0.00	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1990	0.00	4.50	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1991	0.00	3.20	2.60	0.00	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	2.50	1.50
1992	0.00	7.50	77.30	8.30	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00
1993	2.30	14.20	0.00	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00
1994	0.50	2.80	20.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	0.00	10.50
1995	1.60	5.60	0.01	2.30	0.01	0.00	0.02	0.00	0.50	0.00	0.11	3.70
1996	1.30	0.01	2.30	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.01	0.60
1997	0.00	4.81	1.00	10.30	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.82	36.50
1998	459.10	389.80	333.80	16.62	1.22	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.01	0.03
1999	0.23	48.12	10.30	7.40	3.51	1.30	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00
2000	0.40	2.10	2.04	5.91	0.74	1.44	0.01	0.00	0.41	0.00	0.00	3.04
2001	0.03	0.03	68.04	24.11	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	1.04	0.63	0.73
2002	0.01	3.44	28.83	85.33	0.02	0.02	0.04	0.01	0.00	0.33	0.04	0.11
2003	1.81	8.32	1.22	0.73	0.03	1.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.61	0.13
2004	4.71	0.01	0.04	2.21	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.03	4.02
2005	0.00	0.11	8.13	0.43	0.02	0.03	0.00	0.02	0.00	0.06	0.05	1.01
2006	0.08	13.92	26.65	0.36	0.03	0.61	0.38	0.00	0.01	0.01	0.31	0.11
2007	0.26	0.01	0.08	7.14	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.06	4.79	0.06
2008	0.95	27.76	13.54	0.03	0.04	0.02	0.21	0.01	0.00	0.05	0.08	0.00
2009	19.24	21.43	13.62	0.20	0.53	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	3.81	0.05
2010	3.99	40.52	8.85	5.13	1.34	0.02	0.01	0.03	0.06	1.10	0.27	0.43
2011	3.22	0.03	0.03	11.13	1.54	0.00	1.75	0.03	0.03	0.04	0.83	0.04
2012	8.84	23.41	11.75	4.91	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.81	2.85	0.02
2013	0.02	0.11	51.02	0.00	3.34	0.00	0.01	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00
2014	0.30	0.10	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Propia

Tabla N°37: Estación Bernal con los datos completos.

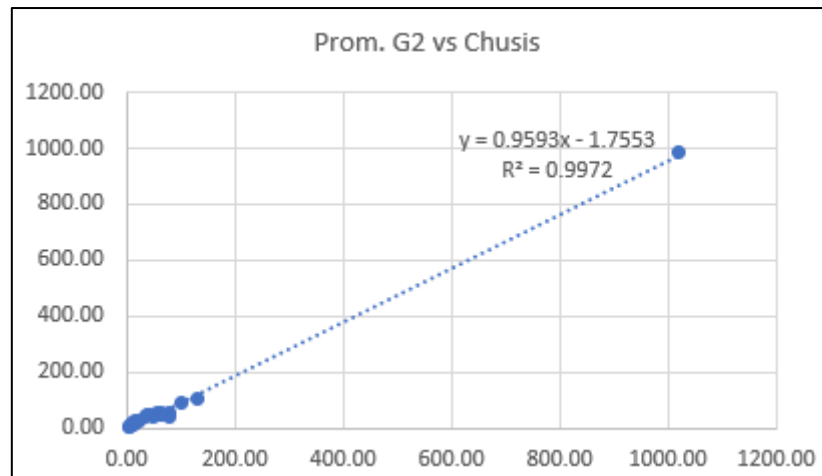
Est. Bernal Completa													
AÑO	MES												P. total Anual
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1972	1.22	0.21	76.21	10.10	0.02	0.02	0.00	1.50	0.01	0.31	0.40	1.20	91.20
1973	7.70	25.40	2.12	0.71	1.00	1.30	0.00	0.01	0.52	1.00	0.00	1.11	40.87
1974	1.12	0.50	0.00	0.90	0.01	0.96	0.01	0.41	2.10	0.31	0.11	0.00	6.43
1975	0.01	6.90	15.30	0.00	0.11	0.02	0.00	0.20	0.10	1.62	0.01	0.00	24.27
1976	29.11	3.83	0.01	0.00	1.80	0.01	0.51	0.01	0.30	0.50	0.02	0.00	36.10
1977	0.81	27.91	14.50	20.60	0.01	0.01	0.01	0.01	3.60	0.00	0.00	0.00	67.46
1978	0.00	0.61	9.21	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	9.93
1979	0.11	0.31	0.11	3.70	1.11	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	5.39
1980	0.12	1.50	4.91	0.61	0.01	0.00	0.03	0.03	0.00	0.02	1.23	0.01	8.47
1981	0.01	1.20	1.92	0.02	0.00	0.01	0.07	0.03	0.00	0.11	0.13	1.22	4.72
1982	0.01	0.00	0.00	0.63	0.32	0.00	0.00	0.02	0.02	1.23	0.02	0.04	2.29
1983	89.07	85.53	578.67	159.48	12.58	4.69	4.35	1.95	5.32	6.54	17.48	44.70	1010.36
1984	1.07	1.33	2.38	0.66	0.05	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.07	0.18	5.84
1985	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.20	0.50
1986	0.70	3.80	0.40	7.80	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	1.90	0.00	14.70
1987	3.90	23.40	70.60	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	99.30
1988	9.20	7.20	0.00	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	3.60	2.10	25.40
1989	9.20	7.80	9.40	0.00	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.50
1990	0.00	4.50	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.70
1991	0.00	3.20	2.60	0.00	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	2.50	1.50	13.30
1992	0.00	7.50	77.30	8.30	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	93.60
1993	2.30	14.20	0.00	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	22.10
1994	0.50	2.80	20.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	0.00	10.50	34.81
1995	1.60	5.60	0.01	2.30	0.01	0.00	0.02	0.00	0.50	0.00	0.11	3.70	13.85
1996	1.30	0.01	2.30	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.01	0.60	5.53
1997	0.00	4.81	1.00	10.30	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.82	36.50	54.63
1998	459.10	389.80	333.80	16.62	1.22	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.01	0.03	1200.64
1999	0.23	48.12	10.30	7.40	3.51	1.30	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	71.26
2000	0.40	2.10	2.04	5.91	0.74	1.44	0.01	0.00	0.41	0.00	0.00	3.04	16.09
2001	0.03	0.03	68.04	24.11	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	1.04	0.63	0.73	94.71
2002	0.01	3.44	28.83	85.33	0.02	0.02	0.04	0.01	0.00	0.33	0.04	0.11	118.18
2003	1.81	8.32	1.22	0.73	0.03	1.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.61	0.13	13.88
2004	4.71	0.01	0.04	2.21	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.03	4.02	11.15
2005	0.00	0.11	8.13	0.43	0.02	0.03	0.00	0.02	0.00	0.06	0.05	1.01	9.86
2006	0.08	13.92	26.65	0.36	0.03	0.61	0.38	0.00	0.01	0.01	0.31	0.11	42.47
2007	0.26	0.01	0.08	7.14	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.06	4.79	0.06	12.49
2008	0.95	27.76	13.54	0.03	0.04	0.02	0.21	0.01	0.00	0.05	0.08	0.00	42.69
2009	19.24	21.43	13.62	0.20	0.53	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	3.81	0.05	58.90
2010	3.99	40.52	8.85	5.13	1.34	0.02	0.01	0.03	0.06	1.10	0.27	0.43	61.75
2011	3.22	0.03	0.03	11.13	1.54	0.00	1.75	0.03	0.03	0.04	0.83	0.04	18.67
2012	8.84	23.41	11.75	4.91	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.81	2.85	0.02	52.64
2013	0.02	0.11	51.02	0.00	3.34	0.00	0.01	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	55.20
2014	0.30	0.10	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10

Fuente: Propia

Estación N°8: Chusis

La estación Chusis mostró correlación con el promedio de las estaciones pluviométricas (Tabla N°31). Debido a esta correlación se puede aplicar el método de Recta de Regresión. Se sigue el mismo procedimiento detallado anteriormente.

Gráfico N°14: Correlación entre la estación Chusis y el Promedio de estaciones



Fuente: Propia

- **Método de la Recta de Regresión:**

En la siguiente tabla se puede apreciar la aplicación de la fórmula, “x” es igual al Promedio de las estaciones que correlaciona con la estación Chusis y “y” el dato a hallar de la estación Chusis.

Tabla N°38: Método de la Recta de Regresión en la estación Chusis

AÑO	Prom. Estacion es G2	Est. Chusis		
		Fórmula	P. original	P. total Anual
1972	131.26			105.50
1973	41.45			44.00
1974	10.16			16.20
1975	33.27			40.30
1976	45.73			37.30
1977	47.53			40.90
1978	11.88			9.30
1979	7.83			13.60
1980	15.32			24.80
1981	10.82			17.91
1982	5.25			5.90
1983	866.02	829.01	604.00	829.01
1984	7.75			10.40
1985	4.94	2.98	0.00	2.98
1986	10.35	8.17	0.00	8.17
1987	65.16	60.75	0.00	60.75
1988	13.59	11.28	8.90	11.28
1989	24.78			12.70
1990	4.05	2.13	1.20	2.13
1991	7.62	5.55	0.80	5.55
1992	112.88	106.53	80.00	106.53
1993	14.80	12.44	0.00	12.44
1994	18.81	16.29	14.30	16.29
1995	13.59			10.90
1996	5.81			3.80
1997	67.28	62.79	55.70	62.79
1998	1020.79			983.10
1999	62.97			48.20
2000	22.56			26.70
2001	78.52			57.60
2002	100.59			91.30
2003	14.84			15.30
2004	9.06	6.94	4.60	6.94
2005	6.56			6.10
2006	37.96			44.81
2007	9.54			8.03
2008	77.78			40.31
2009	40.35	36.95	43.30	43.30
2010	60.16	55.96	16.62	55.96
2011	15.88			15.41
2012	56.17			53.63
2013	62.74			57.41
2014	6.25	4.24	0.00	4.24

Fuente: Propia

- Método del Promedio Aritmético:

A continuación, se muestra la tabla con los datos completados con el método del promedio aritmético detallado por un ejemplo en la estación Chulucanas.

Tabla N°39: Método del Promedio Aritmético en la estación Chusis.

Est. Chusis												
AÑO	MES											
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1972	1.80	1.00	92.00	3.80	0.50	0.00	0.00	0.90	1.00	2.10	0.40	2.00
1973	4.30	19.40	4.90	2.50	3.40	1.00	0.30	0.00	4.50	0.80	1.30	1.60
1974	1.80	1.80	0.00	0.50	0.20	2.30	0.00	0.80	3.00	4.50	0.80	0.50
1975	2.00	5.60	14.90	9.00	1.90	0.00	0.00	1.80	0.90	3.80	0.40	0.00
1976	32.20	1.80	0.90	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00
1977	1.50	21.10	8.20	6.90	1.00	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00
1978	0.00	0.30	5.70	1.90	0.40	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
1979	1.00	1.00	0.00	10.60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1980	0.00	0.00	6.40	7.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.20	4.10	1.50
1981	0.00	1.20	11.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	5.30
1982	0.00	0.00	0.00	4.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.50
1983	55.90	225.01	294.30	189.10	25.50	39.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1984	0.00	1.20	0.00	9.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1985	2.13	0.00	0.00	0.00	0.17	0.16	0.04	0.01	0.04	0.09	0.07	0.28
1986	1.78	2.13	2.42	1.13	0.14	0.13	0.03	0.01	0.04	0.07	0.06	0.23
1987	13.86	16.54	18.85	8.78	1.08	1.04	0.23	0.08	0.28	0.00	0.00	0.00
1988	0.00	0.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.70	2.38
1989	4.00	1.30	7.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1990	0.00	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93
1991	1.06	1.27	1.45	0.68	0.08	0.08	0.02	0.01	0.02	0.04	0.04	0.80
1992	21.53	2.00	56.00	22.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.44	0.86	0.74	2.84
1993	2.71	3.24	3.69	1.72	0.21	0.20	0.05	0.02	0.06	0.11	0.09	0.35
1994	2.60	0.60	1.22	0.57	0.07	0.06	0.01	0.10	0.02	0.03	0.00	11.00
1995	1.40	3.90	0.00	1.20	0.80	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.60	2.80
1996	1.10	0.20	0.00	0.80	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
1997	0.00	2.40	0.30	8.70	0.00	0.00	7.09	0.00	0.00	0.00	2.10	42.20
1998	500.90	272.30	202.10	7.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1999	2.10	35.60	1.80	4.70	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.00	1.90	2.60	4.10	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.90
2001	0.00	0.00	39.10	15.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.00
2002	0.00	2.60	20.00	66.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.60	0.40
2003	1.90	8.70	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.40
2004	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.34	0.00	2.80
2005	0.00	0.00	8.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2006	0.00	14.41	29.90	0.01	0.00	0.02	0.40	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02
2007	2.33	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	0.00
2008	0.50	20.60	16.60	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	2.00	0.01	0.00
2009	0.00	24.90	8.50	1.50	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	5.40	0.00
2010	0.00	39.34	5.11	10.41	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.30
2011	1.20	0.00	0.00	11.20	0.70	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.01	1.50
2012	3.02	29.60	13.61	7.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
2013	0.00	0.50	54.11	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2014	1.07	1.23	1.50	0.00	0.08	0.08	0.02	0.01	0.02	0.04	0.04	0.16

Fuente: Propia

Tabla N°40: Estación Chusis con los datos completos.

Est. Chusis Completa													
AÑO	MES												P. total Anual
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1972	1.80	1.00	92.00	3.80	0.50	0.00	0.00	0.90	1.00	2.10	0.40	2.00	105.50
1973	4.30	19.40	4.90	2.50	3.40	1.00	0.30	0.00	4.50	0.80	1.30	1.60	44.00
1974	1.80	1.80	0.00	0.50	0.20	2.30	0.00	0.80	3.00	4.50	0.80	0.50	16.20
1975	2.00	5.60	14.90	9.00	1.90	0.00	0.00	1.80	0.90	3.80	0.40	0.00	40.30
1976	32.20	1.80	0.90	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	37.30
1977	1.50	21.10	8.20	6.90	1.00	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	40.90
1978	0.00	0.30	5.70	1.90	0.40	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	9.30
1979	1.00	1.00	0.00	10.60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.60
1980	0.00	0.00	6.40	7.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.20	4.10	1.50	24.80
1981	0.00	1.20	11.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	5.30	17.91
1982	0.00	0.00	0.00	4.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.50	5.90
1983	55.90	225.01	294.30	189.10	25.50	39.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	829.01
1984	0.00	1.20	0.00	9.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.40
1985	2.13	0.00	0.00	0.00	0.17	0.16	0.04	0.01	0.04	0.09	0.07	0.28	2.98
1986	1.78	2.13	2.42	1.13	0.14	0.13	0.03	0.01	0.04	0.07	0.06	0.23	8.17
1987	13.86	16.54	18.85	8.78	1.08	1.04	0.23	0.08	0.28	0.00	0.00	0.00	60.75
1988	0.00	0.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.70	2.38	11.28
1989	4.00	1.30	7.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.70
1990	0.00	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	2.13
1991	1.06	1.27	1.45	0.68	0.08	0.08	0.02	0.01	0.02	0.04	0.04	0.80	5.55
1992	21.53	2.00	56.00	22.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.44	0.86	0.74	2.84	106.53
1993	2.71	3.24	3.69	1.72	0.21	0.20	0.05	0.02	0.06	0.11	0.09	0.35	12.44
1994	2.60	0.60	1.22	0.57	0.07	0.06	0.01	0.10	0.02	0.03	0.00	11.00	16.29
1995	1.40	3.90	0.00	1.20	0.80	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.60	2.80	10.90
1996	1.10	0.20	0.00	0.80	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	3.80
1997	0.00	2.40	0.30	8.70	0.00	0.00	7.09	0.00	0.00	0.00	2.10	42.20	62.79
1998	500.90	272.30	202.10	7.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	983.10
1999	2.10	35.60	1.80	4.70	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	48.20
2000	0.00	1.90	2.60	4.10	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.90	26.70
2001	0.00	0.00	39.10	15.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.00	57.60
2002	0.00	2.60	20.00	66.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.60	0.40	91.30
2003	1.90	8.70	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.40	15.30
2004	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.34	0.00	2.80	6.94
2005	0.00	0.00	8.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.10
2006	0.00	14.41	29.90	0.01	0.00	0.02	0.40	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	44.81
2007	2.33	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	0.00	8.03
2008	0.50	20.60	16.60	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	2.00	0.01	0.00	40.31
2009	0.00	24.90	8.50	1.50	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	5.40	0.00	43.30
2010	0.00	39.34	5.11	10.41	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.30	55.96
2011	1.20	0.00	0.00	11.20	0.70	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.01	1.50	15.41
2012	3.02	29.60	13.61	7.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	53.63
2013	0.00	0.50	54.11	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	57.41
2014	1.07	1.23	1.50	0.00	0.08	0.08	0.02	0.01	0.02	0.04	0.04	0.16	4.24

Fuente: Propia

4.3. Análisis de consistencia y corrección de datos

Después de efectuar el relleno de datos faltantes, procedemos a realizar otro análisis de consistencia para determinar su ajuste e identificar las estaciones que requieren una corrección de datos.

Estaciones Grupo N°1

Tabla N°41: Tabla Curva doble masa con data completa de estaciones del Grupo N°1.

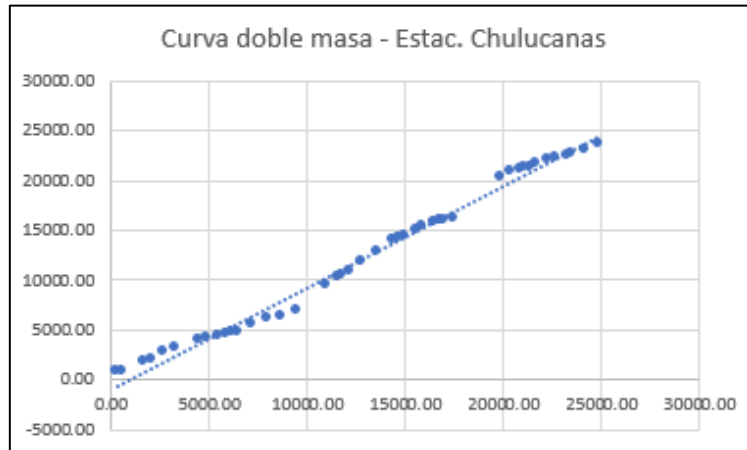
AÑO	Prom. Estac. G1	Prom. Acum.	Est. Chuluc.	Est. Chuluc. Acum.	Est. Morrop.	Est. Morrop. Acum.	Est. H. Bigote	Est. H. Bigote Acum.	Est. Huarm.	Est. Huarm. Acum.	Est. Sond.	Est. Sond.
2014	323.49	323.49	747.19	747.19	69.20	69.20	23.76	23.76	546.61	546.61	230.68	230.68
2013	287.77	611.26	183.10	930.29	215.00	284.20	197.66	221.42	616.40	1163.01	226.70	457.38
2012	1064.19	1675.45	898.57	1828.86	1194.10	1478.30	1155.89	1377.31	1664.90	2827.91	407.50	864.88
2011	419.21	2094.67	169.43	1998.29	243.30	1721.60	263.74	1641.05	1028.20	3856.11	391.40	1256.28
2010	591.32	2685.99	747.19	2745.49	371.40	2093.00	511.03	2152.08	1036.00	4892.11	291.00	1547.28
2009	629.85	3315.85	361.67	3107.16	454.70	2547.70	615.80	2767.88	1425.70	6317.81	291.40	1838.68
2008	1190.38	4506.22	913.42	4020.58	1181.20	3728.90	1288.26	4056.14	2074.90	8392.71	494.10	2332.78
2007	343.51	4849.74	82.24	4102.82	188.80	3917.70	181.53	4237.67	767.00	9159.71	498.00	2830.78
2006	679.91	5529.65	354.37	4457.19	600.10	4517.80	681.78	4919.45	1367.70	10527.41	395.60	3226.38
2005	362.09	5891.73	104.16	4561.35	143.70	4661.50	249.07	5168.52	945.80	11473.21	367.70	3594.08
2004	287.97	6179.70	141.76	4703.11	208.00	4869.50	205.08	5373.60	581.70	12054.91	303.30	3897.38
2003	265.46	6445.16	120.58	4823.69	141.90	5011.40	212.90	5586.50	679.70	12734.61	172.20	4069.58
2002	740.75	7185.90	639.41	5463.10	773.30	5784.70	679.32	6265.82	1244.30	13978.91	367.41	4436.99
2001	777.89	7963.80	676.58	6139.68	717.00	6501.70	792.95	7058.77	1288.33	15267.24	414.60	4851.59
2000	726.32	8690.12	287.91	6427.59	594.40	7096.10	818.40	7877.17	1469.40	16736.64	461.50	5313.09
1999	765.16	9455.28	431.23	6858.82	612.50	7708.60	845.10	8722.27	1366.97	18103.60	570.00	5883.09
1998	1579.52	11034.80	2707.38	9566.19	899.44	8608.04	2107.40	10829.67	1672.60	19776.20	510.80	6393.89
1997	549.87	11584.68	620.07	10186.26	423.60	9031.64	407.50	11237.17	1011.70	20787.90	286.50	6680.39
1996	231.29	11815.96	214.96	10401.22	134.00	9165.64	77.58	11314.75	493.70	21281.60	236.20	6916.59
1995	348.92	12164.88	423.16	10824.39	218.80	9384.44	247.14	11561.89	606.40	21888.00	249.10	7165.69
1994	638.07	12802.96	981.32	11805.70	259.10	9643.54	701.70	12263.59	777.44	22665.45	470.80	7636.49
1993	805.36	13608.31	1084.99	12890.69	528.81	10172.35	786.13	13049.72	1140.80	23806.25	486.05	8122.54
1992	827.89	14436.21	1088.24	13978.94	847.30	11019.65	788.78	13838.50	1160.75	24966.99	254.40	8376.94
1991	266.77	14702.97	256.62	14235.56	80.20	11099.85	111.51	13950.01	665.80	25632.79	219.70	8596.64
1990	284.24	14987.22	193.73	14429.29	82.80	11182.66	60.29	14010.30	712.10	26344.89	372.30	8968.94
1989	591.69	15578.91	559.79	14989.08	445.96	11628.61	358.41	14368.71	1252.00	27596.89	342.30	9311.24
1988	329.68	15908.59	329.79	15318.87	52.10	11680.71	171.10	14539.81	656.11	28253.00	439.30	9750.54
1987	593.35	16501.94	526.60	15845.47	681.80	12362.51	659.87	15199.68	816.00	29069.00	282.50	10033.04
1986	268.07	16770.01	59.02	15904.49	89.21	12451.72	125.61	15325.29	811.91	29880.91	254.60	10287.64
1985	228.46	16998.48	116.71	16021.20	130.00	12581.72	97.70	15422.99	597.51	30478.42	200.40	10488.04
1984	457.93	17456.41	228.00	16249.20	357.40	12939.12	9.87	15432.86	1169.10	31647.52	525.30	11013.34
1983	2406.97	19863.38	4137.90	20387.10	2891.10	15830.22	2687.93	18120.79	1969.41	33616.93	348.50	11361.84
1982	503.29	20366.67	485.76	20872.87	135.80	15966.02	298.12	18418.91	1187.20	34804.13	409.58	11771.42
1981	472.50	20839.17	268.03	21140.90	622.60	16588.62	342.93	18761.84	837.32	35641.45	291.60	12063.02
1980	285.05	21124.21	147.10	21288.00	147.70	16736.32	186.74	18948.58	610.90	36252.35	332.80	12395.82
1979	274.93	21399.14	62.70	21350.70	115.71	16852.03	143.83	19092.41	787.00	37039.35	265.40	12661.22
1978	314.31	21713.45	356.97	21707.66	122.86	16974.89	193.23	19285.64	678.50	37717.85	220.00	12881.22
1977	534.70	22248.15	348.53	22056.19	403.15	17378.04	467.54	19753.18	1042.88	38760.74	411.40	13292.62
1976	445.85	22694.00	283.31	22339.50	310.51	17688.55	467.89	20221.07	929.84	39690.57	237.70	13530.32
1975	560.91	23254.91	207.50	22547.00	394.83	18083.38	554.60	20775.67	1177.31	40867.88	470.30	14000.62
1974	239.82	23494.73	50.30	22597.30	73.08	18156.46	98.70	20874.37	607.00	41474.88	370.00	14370.62
1973	649.00	24143.73	472.50	23069.80	568.86	18725.32	710.70	21585.07	1117.53	42592.41	375.40	14746.02
1972	701.01	24844.73	680.69	23750.49	482.15	19207.47	832.99	22418.06	1178.11	43770.52	331.10	15077.12

Fuente: Propia

Estación N°1: Chulucanas

La gráfica muestra cierto desvío, por lo que se procedería a hacer una corrección de la data.

Gráfico N°15: Análisis de consistencia de la estación Chulucanas completa



Fuente: Propia

- Método Curva doble masa:

Figura N°4: Método Análisis de curva doble masa

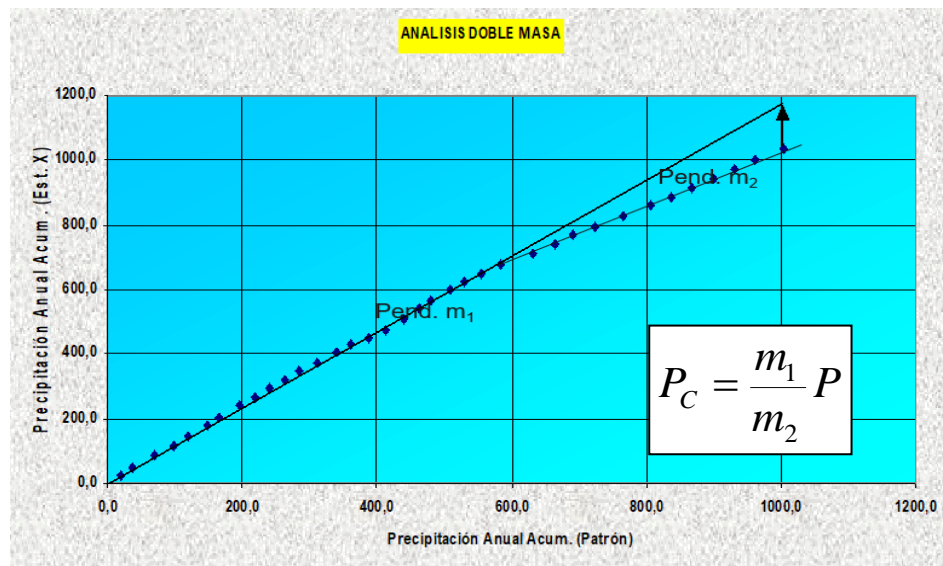
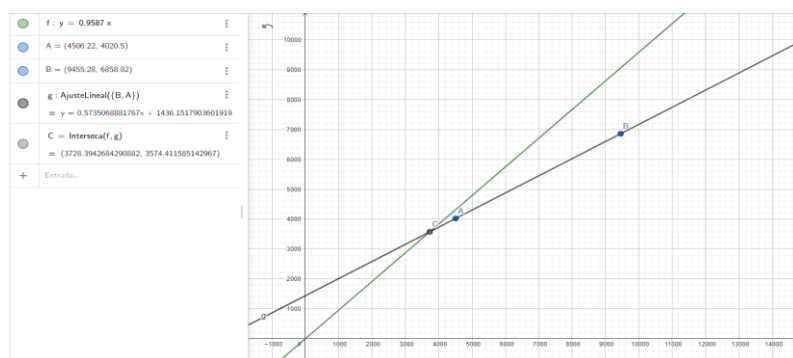


Figura N°5: Intercepciones de rectas para el método curva doble masa en la estación Chulucanas



Fuente: Propia

De la gráfica puedo determinar m_1 y m_2 , $m_1=0.959$ y $m_2=0.574$, el factor de corrección se determina dividiendo m_1/m_2 , tenemos 1.672.

Tabla N°42: Tabla Curva doble masa Estación Chulucanas.

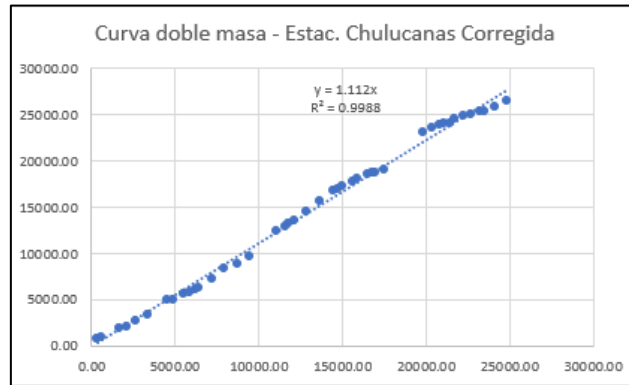
AÑO	Prom. Estaciones G1	Prom. Acum.	Est. Chulucanas	Est. Chulucanas Acum.	Corrección	
					Est. Chulucanas	Est. Chulucanas Acum.
2014	323.49	323.49	747.19	747.19	747.19	747.19
2013	287.77	611.26	183.10	930.29	183.10	930.29
2012	1064.19	1675.45	898.57	1828.86	898.57	1828.86
2011	419.21	2094.67	169.43	1998.29	169.43	1998.29
2010	591.32	2685.99	747.19	2745.49	747.19	2745.49
2009	629.85	3315.85	361.67	3107.16	604.58	3350.07
2008	1190.38	4506.22	913.42	4020.58	1526.92	4876.99
2007	343.51	4849.74	82.24	4102.82	137.48	5014.46
2006	679.91	5529.65	354.37	4457.19	592.38	5606.85
2005	362.09	5891.73	104.16	4561.35	174.12	5780.97
2004	287.97	6179.70	141.76	4703.11	236.97	6017.94
2003	265.46	6445.16	120.58	4823.69	201.57	6219.50
2002	740.75	7185.90	639.41	5463.10	1068.87	7288.37
2001	777.89	7963.80	676.58	6139.68	1131.00	8419.38
2000	726.32	8690.12	287.91	6427.59	481.28	8900.66
1999	765.16	9455.28	431.23	6858.82	720.86	9621.52
1998	1579.52	11034.80	2707.38	9566.19	2707.38	12328.90
1997	549.87	11584.68	620.07	10186.26	620.07	12948.97
1996	231.29	11815.96	214.96	10401.22	214.96	13163.93
1995	348.92	12164.88	423.16	10824.39	423.16	13587.09
1994	638.07	12802.96	981.32	11805.70	981.32	14568.41
1993	805.36	13608.31	1084.99	12890.69	1084.99	15653.40
1992	827.89	14436.21	1088.24	13978.94	1088.24	16741.64
1991	266.77	14702.97	256.62	14235.56	256.62	16998.27
1990	284.24	14987.22	193.73	14429.29	193.73	17192.00
1989	591.69	15578.91	559.79	14989.08	559.79	17751.79
1988	329.68	15908.59	329.79	15318.87	329.79	18081.58
1987	593.35	16501.94	526.60	15845.47	526.60	18608.18
1986	268.07	16770.01	59.02	15904.49	59.02	18667.20
1985	228.46	16998.48	116.71	16021.20	116.71	18783.91
1984	457.93	17456.41	228.00	16249.20	228.00	19011.91
1983	2406.97	19863.38	4137.90	20387.10	4137.90	23149.81
1982	503.29	20366.67	485.76	20872.87	485.76	23635.57
1981	472.50	20839.17	268.03	21140.90	268.03	23903.60
1980	285.05	21124.21	147.10	21288.00	147.10	24050.70
1979	274.93	21399.14	62.70	21350.70	62.70	24113.40
1978	314.31	21713.45	356.97	21707.66	356.97	24470.37
1977	534.70	22248.15	348.53	22056.19	348.53	24818.90
1976	445.85	22694.00	283.31	22339.50	283.31	25102.21
1975	560.91	23254.91	207.50	22547.00	207.50	25309.71
1974	239.82	23494.73	50.30	22597.30	50.30	25360.01
1973	649.00	24143.73	472.50	23069.80	472.50	25832.51
1972	701.01	24844.73	680.69	23750.49	680.69	26513.20

Fuente: Propia

El Factor del análisis curva doble masa se multiplica la data a corregir de la sumatoria de precipitaciones de la estación Chulucanas.

Realizando otro análisis de consistencia vemos que la gráfica toma esta forma:

Gráfico N°16: Análisis de consistencia de la estación Chulucanas corregida.



Fuente: Propia

Podemos apreciar que el desvío de la data se ha corregido y se ajusta más a la recta. Para distribuir la precipitación corregida aplicamos el método del promedio aritmético sobre los meses de los años afectados, quedando la estación corregida de la siguiente manera:

Tabla N°42: Estación Chulucanas completa y corregida.

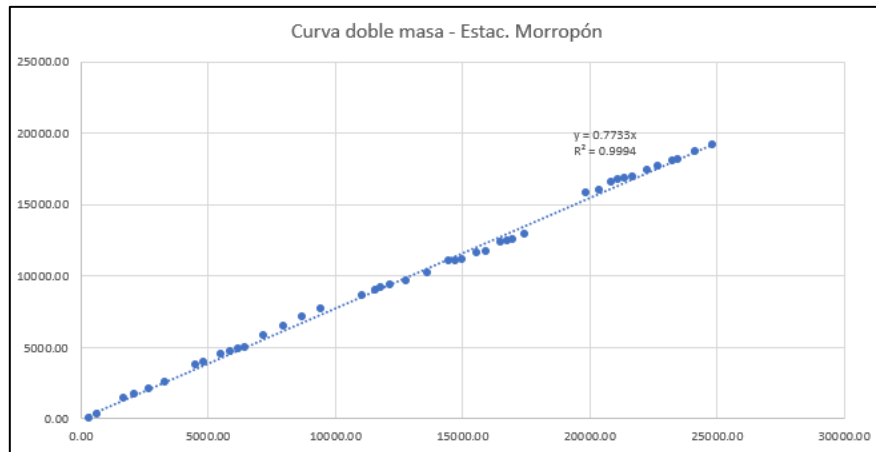
AÑO	Est. Chulucanas Completa y Corregida												P. total Anual
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1972	4.10	63.80	578.00	4.60	2.32	1.84	0.02	1.01	0.00	0.00	5.40	19.60	680.69
1973	148.00	183.70	118.00	12.10	0.50	0.70	0.00	1.00	2.90	0.70	2.30	2.60	472.50
1974	13.60	25.40	7.70	0.20	0.00	0.60	0.00	0.00	0.70	1.20	0.90	0.00	50.30
1975	5.40	73.30	102.30	15.00	1.40	3.30	0.00	3.30	0.00	2.00	0.90	0.00	207.50
1976	76.50	94.30	43.51	40.00	26.90	0.80	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	283.31
1977	12.01	152.30	143.20	36.50	0.40	0.40	0.41	0.00	2.10	0.40	0.01	0.80	348.53
1978	277.96	18.40	56.61	1.40	1.70	0.00	0.00	0.00	0.10	0.40	0.00	0.40	356.37
1979	5.70	6.30	39.80	7.40	2.40	0.00	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00	62.70
1980	0.30	12.70	73.40	38.30	0.30	0.00	0.80	0.00	0.00	1.80	3.50	9.40	147.10
1981	0.80	16.41	223.30	20.00	0.61	0.00	1.20	0.70	0.00	2.90	0.60	1.51	268.03
1982	0.00	0.81	362.23	5.80	0.50	0.00	0.80	0.00	1.50	4.93	3.30	105.90	485.76
1983	672.30	463.00	854.20	1150.70	742.50	242.00	2.40	0.00	1.70	2.20	0.00	6.90	4137.90
1984	26.10	105.00	89.90	0.30	0.80	0.10	0.00	1.50	0.90	3.10	0.00	0.30	228.00
1985	7.20	42.91	59.70	0.00	3.90	0.00	0.00	0.20	0.00	0.40	0.00	2.40	116.71
1986	16.41	8.70	5.20	17.81	1.30	0.00	0.10	0.00	0.00	3.50	4.60	1.40	59.02
1987	50.90	130.50	239.40	101.80	0.00	0.00	0.00	3.20	0.00	0.80	0.00	0.00	526.60
1988	9.60	7.30	0.00	16.10	3.40	293.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	329.79
1989	40.10	225.60	148.50	142.99	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00	559.79
1990	1.30	3.80	33.40	2.30	0.20	90.59	1.64	1.98	2.27	10.14	9.85	36.26	193.73
1991	32.26	60.92	90.38	39.51	14.57	11.26	0.20	0.25	0.28	1.26	1.22	4.51	256.62
1992	136.78	258.35	383.28	167.56	61.79	47.74	0.86	1.05	1.20	5.34	5.19	19.11	1088.24
1993	136.37	257.58	382.13	167.05	61.61	47.60	0.86	1.04	1.19	5.33	5.17	19.05	1084.99
1994	123.34	232.97	345.62	151.09	55.72	43.05	0.78	0.94	1.08	4.82	4.68	17.23	981.32
1995	53.19	100.46	149.04	65.15	24.09	18.56	0.34	0.41	0.47	2.08	2.02	7.43	423.16
1996	30.04	56.74	84.18	36.80	0.00	0.00	0.19	0.23	0.28	1.17	1.14	4.20	214.96
1997	157.75	297.95	64.60	66.72	0.00	1.61	0.00	0.00	1.80	1.00	6.60	22.04	620.07
1998	377.74	713.46	1002.32	330.90	158.03	122.34	0.00	0.00	1.70	0.00	0.90	0.00	2707.98
1999	25.07	469.33	73.55	106.65	18.39	1.50	0.00	0.00	0.33	8.69	0.00	16.73	720.96
2000	17.39	133.75	165.49	91.10	21.06	16.88	0.00	0.33	0.67	0.00	0.00	34.60	481.28
2001	71.55	224.17	733.18	81.28	0.69	0.18	1.00	0.00	0.17	0.52	2.68	15.40	1131.00
2002	0.00	132.58	571.20	353.22	1.00	0.17	0.02	0.00	0.00	9.91	0.23	0.53	1068.97
2003	48.98	106.17	29.79	7.52	0.33	1.71	0.02	0.00	1.34	0.00	0.02	5.70	201.57
2004	94.45	37.13	2.72	69.54	2.88	0.00	0.17	0.00	0.84	10.70	0.00	18.56	236.97
2005	2.51	2.89	158.66	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	1.84	0.18	6.52	174.12
2006	42.98	252.42	226.04	48.16	0.00	1.34	0.35	0.00	0.00	0.00	16.23	4.86	592.36
2007	45.64	5.38	87.38	1.50	1.00	0.84	0.17	0.00	0.00	11.98	3.01	1.17	137.48
2008	60.68	913.56	480.60	52.17	2.67	2.84	2.52	0.50	0.00	0.00	11.37	0.00	1526.92
2009	277.18	96.99	187.46	23.57	9.86	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	6.85	2.34	604.58
2010	152.57	216.22	138.62	173.39	2.30	49.41	0.00	0.00	1.27	9.80	2.30	1.30	747.19
2011	49.21	16.60	1.20	85.31	2.00	3.80	0.70	0.00	0.00	2.50	1.90	6.21	169.43
2012	34.70	447.61	320.30	87.30	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.22	7.30	1.11	898.57
2013	7.40	13.20	127.80	4.20	18.60	0.00	0.00	0.00	1.10	8.00	0.00	2.80	183.10
2014	1.20	2.80	25.50	5.40	3.40	0.50	17.23	20.84	29.35	118.82	114.63	407.53	747.19

Fuente: Propia

Estación N°2: Morropón

La gráfica muestra que se ajusta perfectamente a la recta; por lo tanto, hay buen ajuste y no presenta inconsistencia; es decir, no es necesario una corrección de data.

Gráfico N°17: Análisis de consistencia de la estación Morropón completa

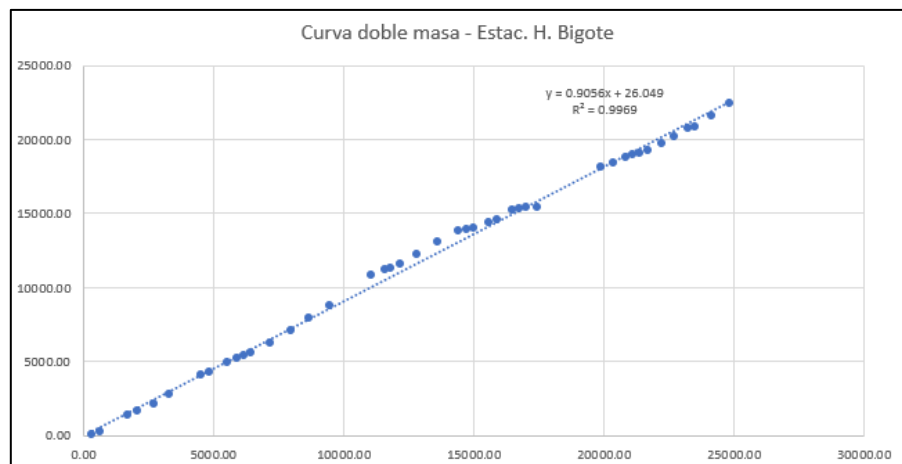


Fuente: Propia

Estación N°3: Hacienda Bigote

La gráfica muestra que se ajusta perfectamente a la recta; por lo tanto, hay buen ajuste y no presenta inconsistencia; es decir, no es necesario una corrección de data.

Gráfico N°18: Análisis de consistencia de la estación H. Bigote completa

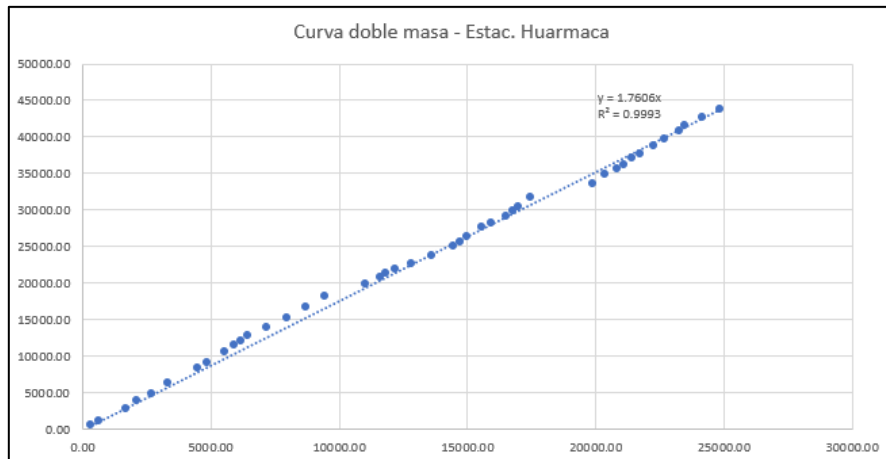


Fuente: Propia

Estación N°4: Huarmaca

La gráfica muestra que se ajusta perfectamente a la recta; por lo tanto, hay buen ajuste y no presenta inconsistencia; es decir, no es necesario una corrección de data.

Gráfico N°19: Análisis de consistencia de la estación Huarmaca completa

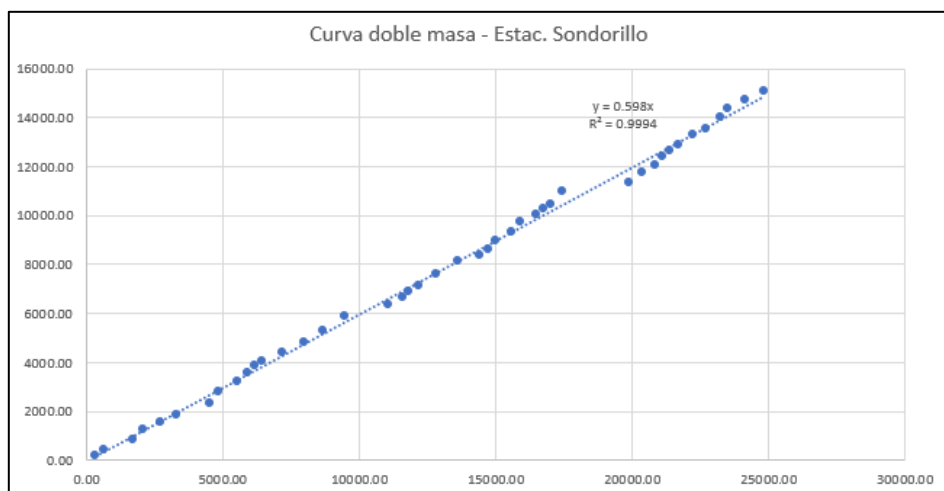


Fuente: Propia

Estación N°5: Sondorillo

La gráfica muestra que se ajusta perfectamente a la recta; por lo tanto, hay buen ajuste y no presenta inconsistencia; es decir, no es necesario una corrección de data.

Gráfico N°20: Análisis de consistencia de la estación Sondorillo completa



Fuente: Propia

Estaciones Grupo N°2

Tabla N°43: Tabla Curva doble masa con data completa de estaciones del Grupo N°1.

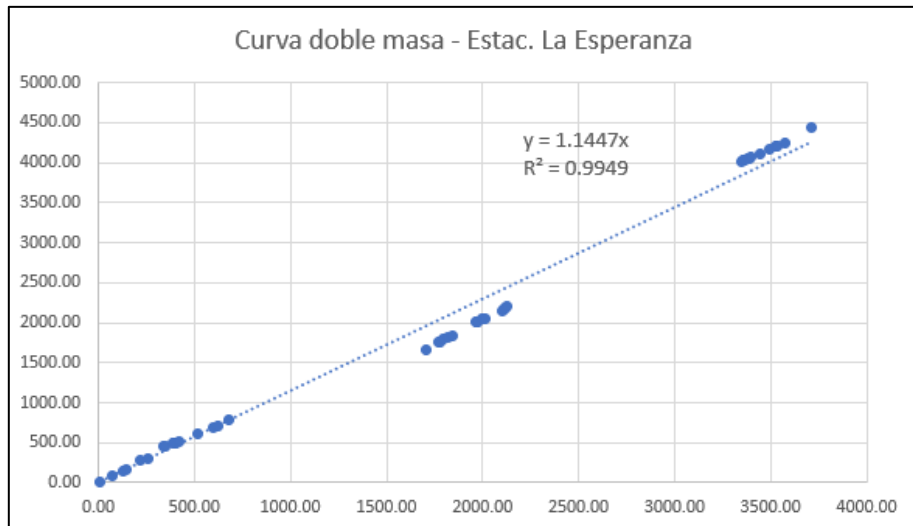
AÑO	Prom. Estaciones G2	Prom. Acum.	Est. La Esperanza	Est. La Esperanza Acum.	Est. Bernal	Est. Bernal Acum.	Est. Chusis	Est. Chusis Acum.
2014	8.21	8.21	16.30	16.30	4.10	4.10	4.24	4.24
2013	62.74	70.95	75.60	91.90	55.20	59.30	57.41	61.65
2012	56.17	127.12	62.24	154.14	52.64	111.94	53.63	115.28
2011	15.88	143.00	13.56	167.70	18.67	130.61	15.41	130.69
2010	77.65	220.64	115.23	282.93	61.75	192.36	55.96	186.65
2009	40.35	260.99	18.85	301.78	58.90	251.26	43.30	229.95
2008	77.78	338.78	150.35	452.13	42.69	293.95	40.31	270.26
2007	9.54	348.32	8.11	460.24	12.49	306.44	8.03	278.29
2006	37.96	386.28	26.60	486.84	42.47	348.91	44.81	323.10
2005	6.56	392.84	3.71	490.55	9.86	358.77	6.10	329.20
2004	9.84	402.68	11.44	501.99	11.15	369.92	6.94	336.14
2003	14.84	417.52	15.35	517.34	13.88	383.80	15.30	351.44
2002	100.59	518.11	92.29	609.63	118.18	501.98	91.30	442.74
2001	78.52	596.63	83.25	692.88	94.71	596.69	57.60	500.34
2000	22.56	619.19	24.88	717.76	16.09	612.78	26.70	527.04
1999	62.97	682.16	69.45	787.21	71.26	684.04	48.20	575.24
1998	1020.79	1702.95	878.63	1665.84	1200.64	1884.68	983.10	1558.34
1997	69.65	1772.60	91.52	1757.36	54.63	1939.31	62.79	1621.13
1996	5.81	1778.40	8.09	1765.45	5.53	1944.84	3.80	1624.93
1995	15.79	1794.20	22.63	1788.08	13.85	1958.69	10.90	1635.83
1994	26.08	1820.28	27.13	1815.21	34.81	1993.50	16.29	1652.11
1993	19.40	1839.68	23.67	1838.88	22.10	2015.60	12.44	1664.55
1992	121.72	1961.40	165.03	2003.91	93.60	2109.20	106.53	1771.08
1991	9.20	1970.60	8.75	2012.66	13.30	2122.50	5.55	1776.63
1990	4.36	1974.96	6.26	2018.92	4.70	2127.20	2.13	1778.77
1989	24.83	1999.79	32.28	2051.21	29.50	2156.70	12.70	1791.47
1988	14.38	2014.17	6.47	2057.68	25.40	2182.10	11.28	1802.75
1987	85.41	2099.58	96.17	2153.85	99.30	2281.40	60.75	1863.50
1986	13.07	2112.66	16.35	2170.20	14.70	2296.10	8.17	1871.67
1985	5.93	2118.59	14.32	2184.52	0.50	2296.60	2.98	1874.65
1984	9.69	2128.28	12.84	2197.36	5.84	2302.44	10.40	1885.05
1983	1219.61	3347.89	1819.45	4016.81	1010.36	3312.81	829.01	2714.07
1982	5.25	3353.14	7.55	4024.36	2.29	3315.10	5.90	2719.97
1981	10.82	3363.96	9.83	4034.19	4.72	3319.82	17.91	2737.88
1980	15.32	3379.28	12.68	4046.87	8.47	3328.29	24.80	2762.68
1979	7.83	3387.10	4.49	4051.36	5.39	3333.68	13.60	2776.28
1978	11.88	3398.98	16.40	4067.76	9.93	3343.61	9.30	2785.58
1977	47.53	3446.51	34.24	4102.00	67.46	3411.07	40.90	2826.48
1976	45.73	3492.25	63.80	4165.80	36.10	3447.17	37.30	2863.78
1975	33.27	3525.52	35.25	4201.05	24.27	3471.44	40.30	2904.08
1974	10.16	3535.68	7.86	4208.91	6.43	3477.87	16.20	2920.28
1973	41.45	3577.14	39.49	4248.40	40.87	3518.74	44.00	2964.28
1972	131.26	3708.40	197.08	4445.48	91.20	3609.94	105.50	3069.78

Fuente: Propia

Estación N°6: La Esperanza

La gráfica muestra que se ajusta perfectamente a la recta; por lo tanto, hay buen ajuste y no presenta inconsistencia; es decir, no es necesario una corrección de data.

Gráfico N°21: Análisis de consistencia de la estación La Esperanza completa

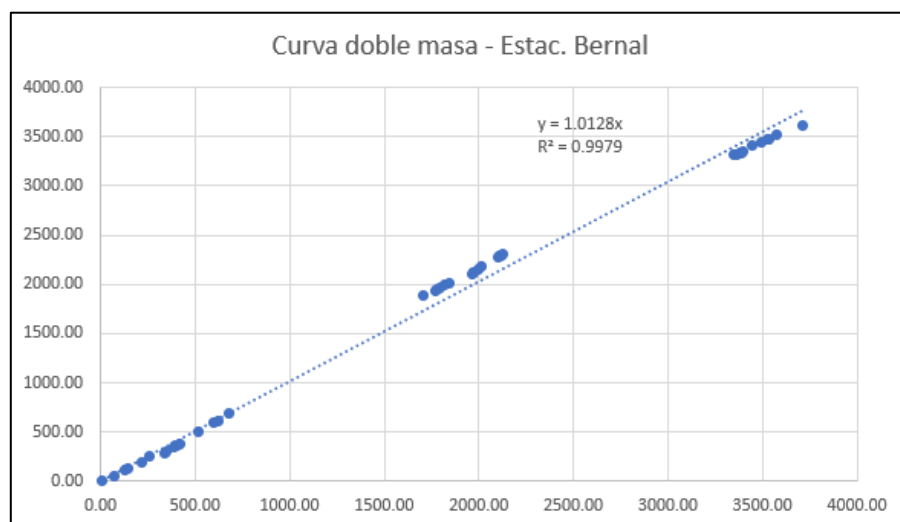


Fuente: Propia

Estación N°7: Bernal

La gráfica muestra que se ajusta perfectamente a la recta; por lo tanto, hay buen ajuste y no presenta inconsistencia; es decir, no es necesario una corrección de data.

Gráfico N°22: Análisis de consistencia de la estación Bernal completa

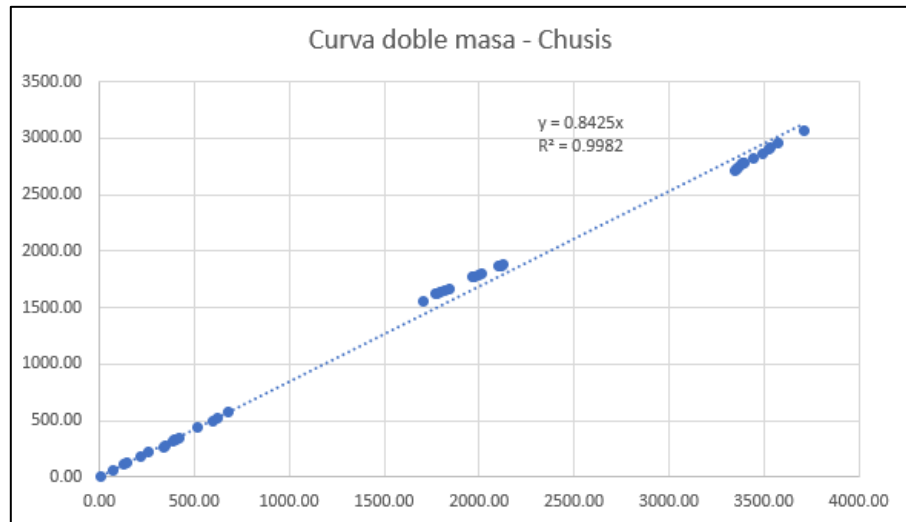


Fuente: Propia

Estación N°8: Chusis

La gráfica muestra que se ajusta perfectamente a la recta; por lo tanto, hay buen ajuste y no presenta inconsistencia; es decir, no es necesario una corrección de data.

Gráfico N°23: Análisis de consistencia de la estación Chusis completa



Fuente: Propia

4.4. Elaboración de curvas IDF

Para este paso ya no es necesario trabajar con las estaciones agrupadas ya que contamos con la data previamente completada y corregida.

Para elaborar las curvas IDF hay que hacer un análisis de los diferentes métodos de distribución para determinar cuál se ajusta mejor a la estación. El análisis nos dará dos datos: el delta teórico y el delta tabular. Mientras el delta teórico sea menor al delta tabular hay mejor ajuste, cuando el delta teórico es mayor al delta tabular no hay ajuste y también hay que considerar que mientras menor sea el delta teórico, mejor será el ajuste. Para esto vamos a elegir los datos mayores de precipitación máxima mensual para cada año de cada estación ($P_{\text{máx.}} \text{ anual}$) y los multiplicaremos por 1.13 según recomendación de World Meteorological organization, con esto realizaremos el análisis de los métodos de distribución. Para desarrollar el análisis nos apoyaremos del software Hidroesta2. Después de determinar el método de distribución a usar, emplearemos el método de Dyck y Peschke para hallar las curvas IDF para

diferentes periodos de retorno, y para un mayor ajuste se efectuarán dos regresiones.

• Estación Chulucanas

Tabla N°44: Determinación de la P_{máx.} anual en la estación Chulucanas

DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)														P. máx.	P. máx. x 1.13
AÑO	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC			
1972	4.10	63.80	578.00	4.60	2.32	1.84	0.02	1.01	0.00	0.00	5.40	19.60	578.00	653.14	
1973	148.00	183.70	118.00	12.10	0.50	0.70	0.00	1.00	2.90	0.70	2.30	2.60	183.70	207.58	
1974	13.60	25.40	7.70	0.20	0.00	0.60	0.00	0.00	0.70	1.20	0.90	0.00	25.40	28.70	
1975	5.40	73.30	102.30	15.00	1.40	3.30	0.00	3.90	0.00	2.00	0.90	0.00	102.30	115.60	
1976	76.50	94.30	45.51	40.00	26.90	0.80	1.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	94.30	106.56	
1977	12.01	152.30	143.20	36.50	0.40	0.40	0.41	0.00	2.10	0.40	0.01	0.80	152.30	172.10	
1978	277.96	18.40	36.61	1.40	1.70	0.00	0.00	0.00	0.10	0.40	0.00	0.40	277.96	314.09	
1979	5.70	6.30	39.80	7.40	2.40	0.00	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00	39.80	44.97	
1980	0.30	12.70	73.40	38.90	0.30	0.00	0.80	0.00	0.00	1.80	9.50	9.40	73.40	82.94	
1981	0.80	16.41	223.30	20.00	0.61	0.00	1.20	0.70	0.00	2.90	0.60	1.51	223.30	252.33	
1982	0.00	0.81	362.23	5.80	0.50	0.00	0.80	0.00	1.50	4.93	3.30	105.90	362.23	409.31	
1983	672.30	463.00	854.20	1150.70	742.50	242.00	2.40	0.00	1.70	2.20	0.00	6.90	1150.70	1300.29	
1984	26.10	105.00	89.90	0.30	0.80	0.10	0.00	1.50	0.90	3.10	0.00	0.30	105.00	118.65	
1985	7.20	42.91	59.70	0.00	3.90	0.00	0.00	0.20	0.00	0.40	0.00	2.40	59.70	67.46	
1986	16.41	6.70	5.20	17.81	1.30	0.00	0.10	0.00	0.00	3.50	4.60	1.40	17.81	20.13	
1987	50.90	130.50	239.40	101.80	0.00	0.00	0.00	3.20	0.00	0.80	0.00	0.00	239.40	270.52	
1988	9.60	7.30	0.00	16.10	3.40	293.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	293.39	331.53	
1989	40.10	225.60	148.50	142.99	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00	225.60	254.93	
1990	1.30	3.80	33.40	2.30	0.20	90.59	1.64	1.98	2.27	10.14	9.85	36.26	90.59	102.37	
1991	32.26	60.92	90.38	39.51	14.57	11.26	0.20	0.25	0.28	1.26	1.22	4.51	90.38	102.13	
1992	136.78	238.35	383.28	167.56	61.79	47.74	0.86	1.05	1.20	5.34	5.19	19.11	383.28	433.10	
1993	136.37	237.58	382.13	167.05	61.61	47.60	0.86	1.04	1.19	5.33	5.17	19.05	382.13	431.81	
1994	123.34	232.97	345.62	151.09	55.72	43.05	0.78	0.94	1.08	4.82	4.68	17.23	345.62	390.55	
1995	53.19	100.46	149.04	65.15	24.03	18.56	0.34	0.41	0.47	2.08	2.02	7.43	149.04	168.41	
1996	30.04	56.74	84.18	36.80	0.00	0.00	0.19	0.23	0.26	1.17	1.14	4.20	84.18	95.13	
1997	157.75	297.95	64.60	66.72	0.00	1.61	0.00	0.00	1.80	1.00	6.60	22.04	297.95	336.69	
1998	377.74	713.46	1002.32	330.90	158.03	122.34	0.00	0.00	1.70	0.00	0.90	0.00	1002.32	1132.62	
1999	25.07	469.93	73.55	106.65	18.39	1.50	0.00	0.00	0.33	8.69	0.00	16.73	469.93	531.02	
2000	17.39	133.75	165.49	91.10	21.06	16.88	0.00	0.33	0.67	0.00	0.00	34.60	165.49	187.01	
2001	71.55	224.17	733.18	81.28	0.69	0.18	1.00	0.00	0.17	0.52	2.88	15.40	733.18	828.50	
2002	0.00	132.58	571.20	353.22	1.00	0.17	0.02	0.00	0.00	9.91	0.23	0.53	571.20	645.46	
2003	48.98	106.17	29.79	7.52	0.33	1.71	0.02	0.00	1.34	0.00	0.02	5.70	106.17	119.97	
2004	94.45	37.13	2.72	69.54	2.88	0.00	0.17	0.00	0.84	10.70	0.00	18.56	94.45	106.73	
2005	2.51	2.89	158.66	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	1.84	0.18	6.52	158.66	179.28	
2006	42.98	252.42	226.04	48.16	0.00	1.34	0.35	0.00	0.00	0.00	16.23	4.86	252.42	285.23	
2007	45.64	5.38	67.38	1.50	1.00	0.84	0.17	0.00	0.00	11.38	3.01	1.17	67.38	76.14	
2008	60.68	913.56	480.60	52.17	2.67	2.84	2.52	0.50	0.00	0.00	11.37	0.00	913.56	1032.32	
2009	277.18	96.99	187.45	23.57	9.86	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	6.85	2.34	277.18	313.21	
2010	152.57	216.22	138.62	173.39	2.30	49.41	0.00	0.00	1.27	9.80	2.30	1.30	216.22	244.33	
2011	49.21	16.60	1.20	85.31	2.00	3.80	0.70	0.00	0.00	2.50	1.90	6.21	85.31	96.40	
2012	34.70	447.61	320.30	87.30	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.22	7.30	1.11	447.61	505.80	
2013	7.40	13.20	127.80	4.20	18.60	0.00	0.00	0.00	1.10	8.00	0.00	2.80	127.80	144.41	
2014	1.20	2.80	25.50	5.40	3.40	0.50	17.23	20.84	29.35	118.82	114.63	407.53	407.53	460.51	

Fuente: Propia

Tabla N°45: Análisis de métodos de distribución en la estación Chulucanas

DISTRIBUCIÓN	DELTA TEÓRICO	DELTA TABULAR	P _{MÁX}						
			T=2 años	T=5 años	T=10 años	T=25 años	T=50 años	T=100 años	T=500 años
NORMAL	0.1576	0.2074	318.6	569.17	700.28	840.04	930.3	1011.48	1175.77
LOG NORMAL 2P	0.0697	0.2074	213.68	474.31	719.87	1123.08	1496.77	1937.95	3268.9
LOG NORMAL 3P	0.0987	0.2074	229.99	466.67	664.23	960.29	1214.72	1498.35	2283.69
GAMMA 2P	0.0962	0.2074	246.55	496.77	675.67	905.75	1076.69	1245.59	1629.79
GAMMA 3P	0.08269	0.2074	236.52	512.24	711.65	969.56	1161.86	1352.3	1786.65
LOG PEARSON III			No hay ajuste						
GUMBEL	0.1085	0.2074	269.68	532.84	707.07	927.22	1090.53	1252.64	1627.25
LOG GUMBEL	0.1261	0.2074	182.87	422.52	735.61	1482.16	2492.32	4174.91	13752.33

Fuente: Hidroesta2

Método de Dyck y Peschke

TABLA N° 04: Coeficientes de duración lluvias entre 48 horas y una hora

DURACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN EN HORAS	COEFICIENTE
1	0.25
2	0.31
3	0.38
4	0.44
5	0.50
6	0.56
8	0.64
10	0.73
12	0.79
14	0.83
16	0.87
18	0.90
20	0.93
22	0.97
24	1.00
48	1.32

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

$$P_d = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25} \quad (16)$$

Donde:

P_d = precipitación total (mm)

d = duración en minutos

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

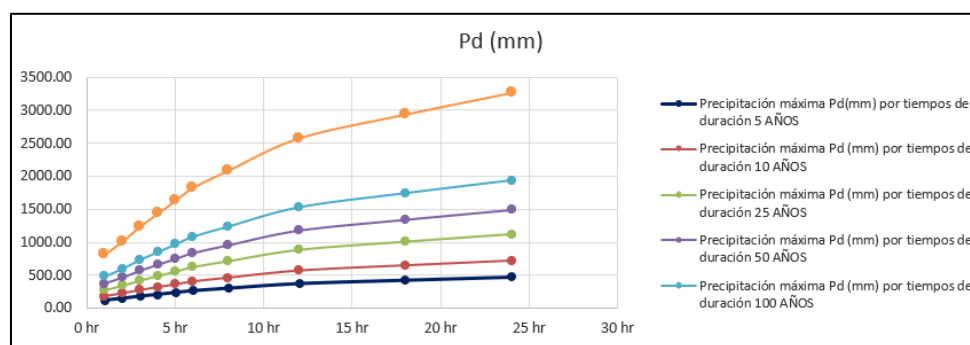
- **Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias**

Tabla N°46: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración en la estación Chulucanas

Tiempo de duración		Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	213.68	474.31	719.87	1123.08	1496.77	1937.95	3268.90
18 hr	1080	192.31	426.88	647.88	1010.77	1347.09	1744.16	2942.01
12 hr	720	168.81	374.70	568.70	887.23	1182.45	1530.98	2582.43
8 hr	480	136.76	303.56	460.72	718.77	957.93	1240.29	2092.10
6 hr	360	119.66	265.61	403.13	628.92	838.19	1085.25	1830.58
5 hr	300	106.84	237.16	359.94	561.54	748.39	968.98	1634.45
4 hr	240	94.02	208.70	316.74	494.16	658.58	852.70	1438.32
3 hr	180	81.20	180.24	273.55	426.77	568.77	736.42	1242.18
2 hr	120	66.24	147.04	223.16	348.15	464.00	600.76	1013.36
1 hr	60	53.42	118.58	179.97	280.77	374.19	484.49	817.23

Fuente: Propia

Gráfico N°24: Gráfica Pd de la estación Chulucanas



Fuente: Propia

- **Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma**

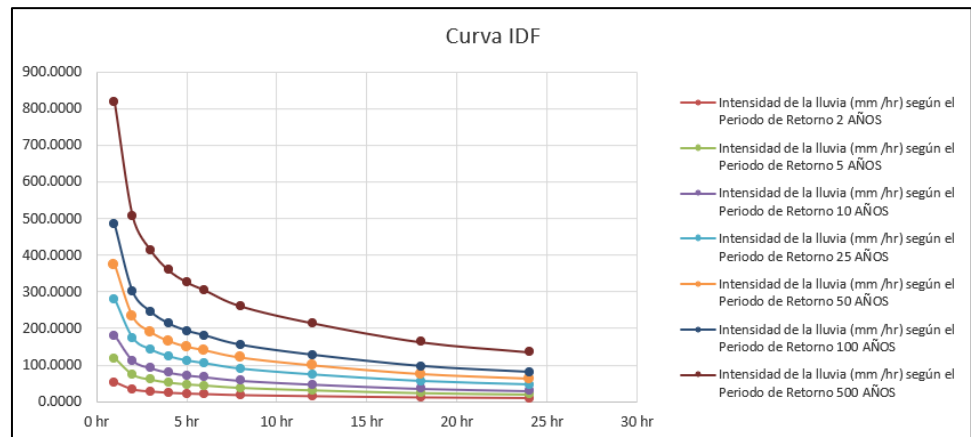
$$I = \frac{P \text{ [mm]}}{t_{\text{duración}} \text{ [hr.]}}$$

Tabla N°47: Cuadro de intensidades de la estación Chulucanas

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	8.9033	19.7629	29.9946	46.7950	62.3654	80.7479	136.2042
18 hr	1080	10.6840	23.7155	35.9935	56.1540	74.8385	96.8975	163.4450
12 hr	720	14.0673	31.2254	47.3914	73.9361	98.5374	127.5817	215.2026
8 hr	480	17.0944	37.9448	57.5896	89.8464	119.7416	155.0360	261.5120
6 hr	360	19.9435	44.2689	67.1879	104.8208	139.6985	180.8753	305.0973
5 hr	300	21.3680	47.4310	71.9870	112.3080	149.6770	193.7950	326.8900
4 hr	240	23.5048	52.1741	79.1857	123.5388	164.6447	213.1745	359.5790
3 hr	180	27.0661	60.0793	91.1835	142.2568	189.5909	245.4737	414.0607
2 hr	120	33.1204	73.5181	111.5799	174.0774	231.9994	300.3823	506.6795
1 hr	60	53.4200	118.5775	179.9675	280.7700	374.1925	484.4875	817.2250

Fuente: Propia

Gráfico N°25: Gráfica IDF de la estación Chulucanas



Fuente: Propia

Regresión

Representación matemática de las curvas de intensidad IDF:

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

Donde:

- I = Intensidad (mm/hr)
- t = Duración de la lluvia (min)
- T = Período de retorno (años)
- K, m, n = Parámetros de ajuste

Realizando un cambio de variable $d = K \cdot T^m$

Con lo que de la anterior expresión se obtiene: $I = \frac{d}{t^n} \Rightarrow I = d \cdot t^{-n}$

Tabla N°48: Regresión para 2 años estación Chulucanas

Período de retorno para T = 2 años							
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2	
1	1440	8.9033	7.2724	2.1864	15.9006	52.8878	
2	1080	10.6840	6.9847	2.3687	16.5450	48.7863	
3	720	14.0673	6.5793	2.6439	17.3946	43.2865	
4	480	17.0944	6.1738	2.8388	17.5258	38.1156	
5	360	19.9435	5.8861	2.9929	17.6165	34.6462	
6	300	21.3680	5.7038	3.0619	17.4644	32.5331	
7	240	23.5048	5.4806	3.1572	17.3035	30.0374	
8	180	27.0661	5.1930	3.2983	17.1278	26.9668	
9	120	33.1204	4.7875	3.5001	16.7569	22.9201	
10	60	53.4200	4.0943	3.9782	16.2881	16.7637	
10	4980	229.1718	58.1555	30.0264	169.9232	346.9435	
$Ln(d) =$		6.1286	$d =$		458.8028	$n =$	-0.5375

Fuente: Propia

Tabla N°49: Regresión para 5 años estación Chulucanas

Periodo de retorno para T = 5 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	19.7629	7.2724	2.9838	21.6994	52.8878
2	1080	23.7155	6.9847	3.1661	22.1145	48.7863
3	720	31.2254	6.5793	3.4412	22.6407	43.2865
4	480	37.9448	6.1738	3.6361	22.4487	38.1156
5	360	44.2689	5.8861	3.7903	22.3100	34.6462
6	300	47.4310	5.7038	3.8593	22.0125	32.5331
7	240	52.1741	5.4806	3.9546	21.6737	30.0374
8	180	60.0793	5.1930	4.0957	21.2686	26.9668
9	120	73.5181	4.7875	4.2975	20.5744	22.9201
10	60	118.5775	4.0943	4.7756	19.5528	16.7637
10	4980	508.6975	58.1555	38.0002	216.2953	346.9435
Ln (d) =	6.9260		d = 1018.4143		n = -0.5375	

Fuente: Propia

Tabla N°50: Regresión para 10 años estación Chulucanas

Periodo de retorno para T = 10 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	29.9946	7.2724	3.4010	24.7335	52.8878
2	1080	35.9935	6.9847	3.5833	25.0286	48.7863
3	720	47.3914	6.5793	3.8584	25.3857	43.2865
4	480	57.5896	6.1738	4.0533	25.0245	38.1156
5	360	67.1879	5.8861	4.2075	24.7657	34.6462
6	300	71.9870	5.7038	4.2765	24.3921	32.5331
7	240	79.1857	5.4806	4.3718	23.9602	30.0374
8	180	91.1835	5.1930	4.5129	23.4352	26.9668
9	120	111.5799	4.7875	4.7147	22.5718	22.9201
10	60	179.9675	4.0943	5.1928	21.2610	16.7637
10	4980	772.0606	58.1555	42.1723	240.5583	346.9435
Ln (d) =	7.3432		d = 1545.6682		n = -0.5375	

Fuente: Propia

Tabla N°51: Regresión para 25 años estación Chulucanas

Periodo de retorno para T = 25 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	46.7950	7.2724	3.8458	27.9680	52.8878
2	1080	56.1540	6.9847	4.0281	28.1351	48.7863
3	720	73.9361	6.5793	4.3032	28.3118	43.2865
4	480	89.8464	6.1738	4.4981	27.7703	38.1156
5	360	104.8208	5.8861	4.6523	27.3836	34.6462
6	300	112.3080	5.7038	4.7212	26.9290	32.5331
7	240	123.5388	5.4806	4.8166	26.3978	30.0374
8	180	142.2568	5.1930	4.9576	25.7448	26.9668
9	120	174.0774	4.7875	5.1595	24.7011	22.9201
10	60	280.7700	4.0943	5.6375	23.0820	16.7637
10	4980	1204.5033	58.1555	46.6199	266.4236	346.9435
Ln (d) =	7.7880		d = 2411.4202		n = -0.5375	

Fuente: Propia

Tabla N°52: Regresión para 50 años estación Chulucanas

Periodo de retorno para T = 50 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	62.3654	7.2724	4.1330	30.0569	52.8878
2	1080	74.8385	6.9847	4.3153	30.1414	48.7863
3	720	98.5374	6.5793	4.5904	30.2016	43.2865
4	480	119.7416	6.1738	4.7853	29.5436	38.1156
5	360	139.6985	5.8861	4.9395	29.0743	34.6462
6	300	149.6770	5.7038	5.0085	28.5673	32.5331
7	240	164.6447	5.4806	5.1038	27.9720	30.0374
8	180	189.5909	5.1930	5.2449	27.2364	26.9668
9	120	231.9994	4.7875	5.4467	26.0762	22.9201
10	60	374.1925	4.0943	5.9248	24.2581	16.7637
10	4980	1605.2858	58.1555	49.4922	283.1278	346.9435
Ln (d) =	8.0752		d = 3213.7883		n = -0.5375	

Fuente: Propia

Tabla N°53: Regresión para 100 años estación Chulucanas

Periodo de retorno para T = 100 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	80.7479	7.2724	4.3913	31.9355	52.8878
2	1080	96.8975	6.9847	4.5737	31.9457	48.7863
3	720	127.5817	6.5793	4.8488	31.9012	43.2865
4	480	155.0360	6.1738	5.0437	31.1385	38.1156
5	360	180.8753	5.8861	5.1978	30.5948	34.6462
6	300	193.7950	5.7038	5.2668	30.0407	32.5331
7	240	213.1745	5.4806	5.3621	29.3878	30.0374
8	180	245.4737	5.1930	5.5032	28.5778	26.9668
9	120	300.3823	4.7875	5.7051	27.3129	22.9201
10	60	484.4875	4.0943	6.1831	25.3157	16.7637
10	4980	2078.4514	58.1555	52.0755	298.1506	346.9435
Ln (d) =	8.3335		d = 4161.0676		n = -0.5375	

Fuente: Propia

Tabla N°54: Regresión para 2 años estación Chulucanas

Periodo de retorno para T = 500 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	136.2042	7.2724	4.9142	35.7377	52.8878
2	1080	163.4450	6.9847	5.0965	35.5974	48.7863
3	720	215.2026	6.5793	5.3716	35.3410	43.2865
4	480	261.5120	6.1738	5.5665	34.3663	38.1156
5	360	305.0973	5.8861	5.7206	33.6722	34.6462
6	300	326.8900	5.7038	5.7896	33.0228	32.5331
7	240	359.5790	5.4806	5.8849	32.2532	30.0374
8	180	414.0607	5.1930	6.0260	31.2928	26.9668
9	120	506.6795	4.7875	6.2279	29.8159	22.9201
10	60	817.2250	4.0943	6.7059	27.4563	16.7637
10	4980	3505.8953	58.1555	57.3037	328.5556	346.9435
Ln (d) =	8.8563		d = 7018.8157		n = -0.5375	

Fuente: Propia

- Cte. Regresión

Tabla N°55: Resumen de coeficientes de regresión estación Chulucanas

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término ctte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	458.80281842007	-0.53752143702
5	1018.41428680655	-0.53752143702
10	1545.66821834545	-0.53752143702
25	2411.42020456381	-0.53752143702
50	3213.78834952534	-0.53752143702
100	4161.06758684574	-0.53752143702
500	7018.81567359274	-0.53752143702
Promedio =	2832.56816258567	-0.53752143702

Fuente: Propia

Tabla N°56: Segunda Regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d) estación Chulucanas

Regresión potencial							
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2	
1	2	458.8028	0.6931	6.1286	4.2480	0.4805	
2	5	1018.4143	1.6094	6.9260	11.1470	2.5903	
3	10	1545.6682	2.3026	7.3432	16.9084	5.3019	
4	25	2411.4202	3.2189	7.7880	25.0685	10.3612	
5	50	3213.7883	3.9120	8.0752	31.5904	15.3039	
6	100	4161.0676	4.6052	8.3335	38.3773	21.2076	
7	500	7018.8157	6.2146	8.8563	55.0387	38.6214	
7	692	19827.9771	22.5558	53.4509	182.3783	93.8667	
Ln (K) =		6.0928	K =	442.6417	m =	0.4789	

Fuente: Propia

Reemplazando los coeficientes se obtiene la fórmula de intensidad de la estación:

$$I = \frac{442.6417 * T^{0.478881}}{t^{0.53752}}$$

Donde:

I = intensidad de precipitación (mm/hr)

T = Periodo de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

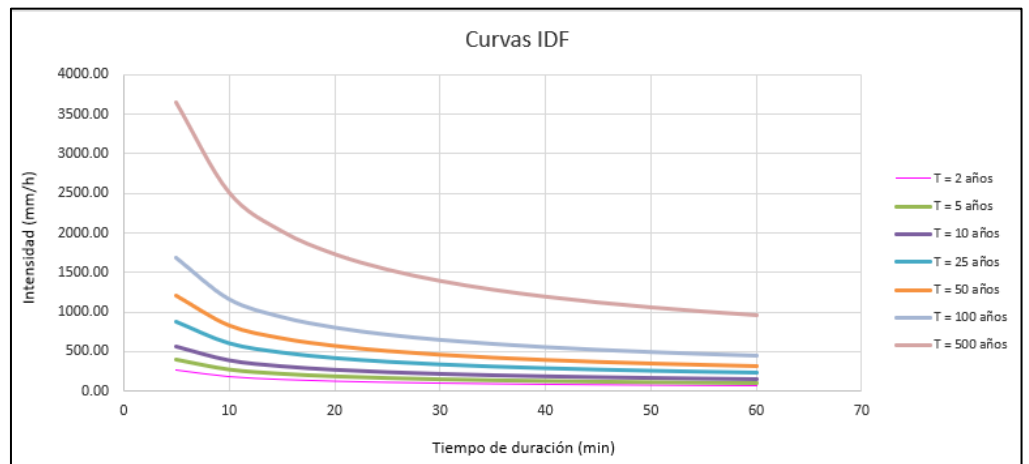
- Curvas IDF

Tabla N°57: Intensidades – tiempo de duración de la estación Chulucanas

Frecuencia años	Tabla de intensidades - Tiempo de duración											
	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	259.72	178.93	143.89	123.28	109.34	99.13	91.25	84.93	79.72	75.33	71.57	68.30
5	402.78	277.49	223.15	191.18	169.57	153.74	141.52	131.71	123.63	116.83	110.99	105.92
10	561.33	386.73	311.00	266.44	236.33	214.26	197.23	183.57	172.30	162.82	154.69	147.62
25	870.54	599.76	482.31	413.21	366.50	332.29	305.86	284.68	267.22	252.50	239.89	228.93
50	1213.24	835.86	672.17	575.87	510.78	463.10	426.27	396.75	372.41	351.90	334.33	319.05
100	1690.84	1164.91	936.78	802.57	711.85	645.40	594.08	552.93	519.01	490.43	465.94	444.65
500	3654.48	2517.77	2024.71	1734.63	1538.56	1394.93	1284.01	1195.08	1121.76	1060.00	1007.06	961.04

Fuente: Propia

Gráfico N°26: Gráfica IDF de la estación Chulucanas ajustada



Fuente: Propia

Para el resto de estaciones se aplica el mismo procedimiento. A continuación, se mostrará un resumen de lo desarrollado para cada estación hasta determinar su respectiva curva IDF.

• Estación Morropón

Tabla N°58: Determinación de la Pmáx. anual en la estación Morropón

DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)													P. máx	P. máx. x 1.13
AÑO	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
1972	1.00	95.00	351.40	4.00	11.40	2.04	0.03	1.72	0.00	0.02	2.00	13.54	351.40	397.08
1973	112.42	194.60	188.60	63.10	2.62	0.61	0.71	1.10	0.80	0.40	0.70	3.20	194.60	219.30
1974	14.03	21.62	10.90	0.23	0.00	22.60	0.10	0.10	0.20	0.70	1.10	1.30	22.60	26.53
1975	6.60	83.70	223.90	62.00	2.60	3.40	0.00	7.80	0.02	4.81	0.00	0.00	223.90	253.01
1976	75.30	74.10	86.50	46.50	25.60	1.00	0.40	0.01	0.00	0.00	0.00	1.10	86.50	97.75
1977	14.31	170.70	196.61	17.70	0.30	2.20	0.81	0.00	0.00	0.02	0.40	0.10	196.61	222.17
1978	0.30	52.52	55.40	3.61	9.40	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	1.40	55.40	62.60
1979	7.30	4.30	85.30	35.50	1.60	0.00	0.00	0.01	0.30	0.00	0.00	0.00	85.30	97.07
1980	0.00	18.50	91.60	17.80	0.50	0.00	0.20	0.00	0.00	2.80	13.50	2.80	91.60	103.51
1981	1.90	11.30	578.80	24.30	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	3.70	0.10	1.60	578.80	654.04
1982	7.90	3.10	0.00	13.90	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.40	110.20	110.20	124.53
1983	574.80	239.30	494.40	1030.70	372.20	97.60	5.30	0.00	3.50	3.20	0.60	8.90	1030.70	1164.69
1984	26.90	206.40	108.70	6.90	2.50	0.00	1.40	0.20	1.30	2.50	0.60	0.00	206.40	233.23
1985	0.00	28.40	88.40	0.10	8.70	0.00	0.00	1.90	0.00	0.00	0.00	2.50	88.40	99.89
1986	20.41	17.80	3.90	34.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.40	0.00	8.70	34.00	38.42
1987	70.50	86.90	396.70	121.80	1.00	0.00	0.80	0.70	0.00	3.40	0.00	0.00	396.70	448.27
1988	20.40	14.60	0.30	13.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.60	0.60	20.40	23.05
1989	108.20	153.00	114.20	80.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	0.40	6.35	153.00	175.15
1990	0.00	8.50	17.50	0.00	5.60	0.20	0.00	0.00	51.00	0.00	0.00	0.00	51.00	57.83
1991	0.00	17.00	45.60	7.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	8.80	45.60	51.53
1992	41.40	86.30	414.80	264.90	39.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	414.80	468.72
1993	7.00	156.10	293.10	55.01	4.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.70	7.10	293.10	331.20
1994	14.10	80.20	119.60	29.30	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.00	119.60	135.15
1995	90.50	66.30	11.20	41.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	8.20	90.50	102.27
1996	1.60	0.40	123.30	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	1.80	123.30	146.11
1997	2.70	66.40	89.00	33.30	0.10	1.70	0.00	1.10	2.10	3.60	3.50	219.90	219.90	248.49
1998	0.00	212.77	442.08	207.40	34.80	0.00	0.00	0.00	0.00	2.40	0.00	0.00	442.08	493.55
1999	10.00	340.30	133.40	97.50	18.20	1.00	0.00	0.00	2.60	1.00	0.00	8.50	340.30	384.54
2000	26.00	218.50	247.10	46.20	3.10	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.20	247.10	273.22
2001	77.60	115.60	433.10	83.10	1.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	1.70	433.10	483.40
2002	0.40	145.20	391.60	222.70	3.10	0.00	0.50	0.00	0.00	8.80	0.00	1.00	391.60	442.51
2003	33.90	79.50	18.30	4.30	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	4.50	79.50	89.64
2004	67.50	21.10	10.20	81.50	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	8.20	0.00	16.30	81.50	92.10
2005	2.00	14.30	125.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.80	125.90	142.27
2006	15.90	230.70	177.60	107.60	0.00	0.30	0.20	0.00	0.00	0.20	2.00	5.60	230.70	258.49
2007	39.20	9.00	123.20	4.40	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	5.40	7.30	0.00	123.20	139.22
2008	55.80	581.40	444.00	81.00	2.00	0.20	0.50	0.00	0.00	2.90	13.40	0.00	581.40	656.38
2009	213.00	72.20	143.10	8.70	0.90	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	7.10	5.00	213.00	240.69
2010	23.90	197.90	195.80	30.20	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	7.80	1.50	3.10	197.90	223.63
2011	5.20	84.50	0.00	123.90	1.20	4.70	0.00	0.00	0.00	0.70	8.30	9.40	123.90	146.11
2012	38.70	639.30	374.00	128.80	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	3.90	5.70	2.40	639.30	723.09
2013	22.60	14.30	140.90	3.60	17.10	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	0.00	4.00	140.90	159.22
2014	0.60	17.70	41.10	5.10	3.70	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.10	46.44

Fuente: Propia

Tabla N°59: Análisis de métodos de distribución en la estación Morropón

DISTRIBUCIÓN	DELTA TEÓRICO	DELTA TABULAR	PMAx						
			T=2 años	T=5 años	T=10 años	T=25 años	T=50 años	T=100 años	T=500 años
NORMAL	0.1665	0.2074	257.31	451.54	553.16	661.5	751.47	794.39	921.74
LOG NORMAL 2P	0.0705	0.2074	177.12	383.15	573.73	882.31	1165.03	1495.89	2480.98
LOG NORMAL 3P	0.0675	0.2074	179.38	378.68	558.12	842.8	1099.25	1395.55	2260.98
GAMMA 2P	0.0888	0.2074	202.38	398.55	537.53	715.44	847.23	977.22	1272.24
GAMMA 3P	0.06436	0.2074	190.31	403.17	560.26	765.44	919.4	1072.43	1422.9
LOG PEARSON III			No hay ajuste						
GUMBEL	0.1043	0.2074	219.39	423.38	558.43	729.08	855.67	981.33	1271.71
LOG GUMBEL	0.1377	0.2074	152.35	342.59	585.86	1154.02	1908.23	3143.66	9964.11

Fuente: Hidroesta2

Método de Dyck y Peschke

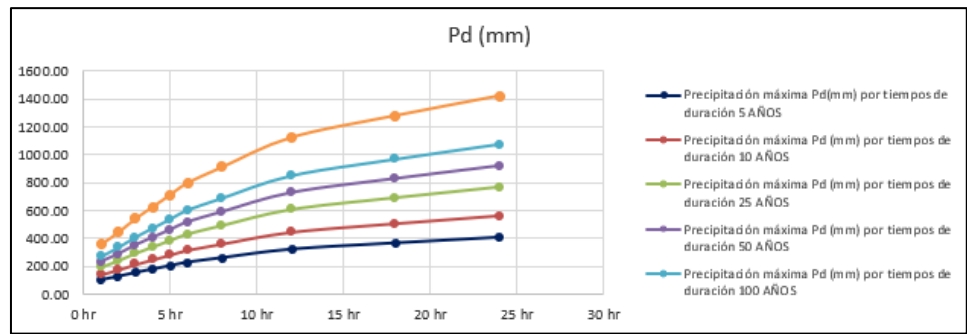
- Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tabla N°60: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración en la estación Morropón

Tiempo de duración		Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	190.31	403.17	560.26	765.44	919.40	1072.43	1422.90
18 hr	1080	171.28	362.85	504.23	688.90	827.46	965.19	1280.61
12 hr	720	150.34	318.50	442.61	604.70	726.33	847.22	1124.09
8 hr	480	121.80	258.03	358.57	489.88	588.42	686.36	910.66
6 hr	360	106.57	225.78	313.75	428.65	514.86	600.56	796.82
5 hr	300	95.16	201.59	280.13	382.72	459.70	536.22	711.45
4 hr	240	83.74	177.39	246.51	336.79	404.54	471.87	626.08
3 hr	180	72.32	153.20	212.90	290.87	349.37	407.52	540.70
2 hr	120	59.00	124.98	173.68	237.29	285.01	332.45	441.10
1 hr	60	47.58	100.79	140.07	191.36	229.85	268.11	355.73

Fuente: Propia

Gráfico N°27: Gráfica Pd de la estación Morropón



Fuente: Propia

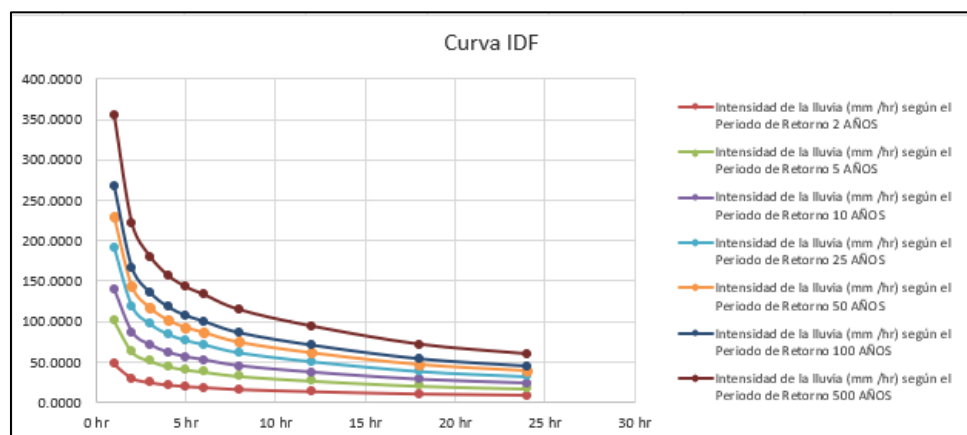
- Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma

Tabla N°61: Cuadro de intensidades de la estación Morropón

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	7.9296	16.7988	23.3442	31.8933	38.3083	44.6846	59.2875
18 hr	1080	9.5155	20.1585	28.0130	38.2720	45.9700	53.6215	71.1450
12 hr	720	12.5287	26.5420	36.8838	50.3915	60.5272	70.6016	93.6743
8 hr	480	15.2248	32.2536	44.8208	61.2352	73.5520	85.7944	113.8320
6 hr	360	17.7623	37.6292	52.2909	71.4411	85.8107	100.0935	132.8040
5 hr	300	19.0310	40.3170	56.0260	76.5440	91.9400	107.2430	142.2900
4 hr	240	20.9341	44.3487	61.6286	84.1984	101.1340	117.9673	156.5190
3 hr	180	24.1059	51.0682	70.9663	96.9557	116.4573	135.8411	180.2340
2 hr	120	29.4981	62.4914	86.8403	118.6432	142.5070	166.2267	220.5495
1 hr	60	47.5775	100.7925	140.0650	191.3600	229.8500	268.1075	355.7250

Fuente: Propia

Gráfico N°28: Gráfica IDF de la estación Morropón



Fuente: Propia

Regresión

- Cte. Regresión

Tabla N°62: Resumen de coeficientes de regresión estación Morropón

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término ccte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	408.62394409174	-0.53752143702
5	865.66610025465	-0.53752143702
10	1202.96175144155	-0.53752143702
25	1643.51380256202	-0.53752143702
50	1974.08887708447	-0.53752143702
100	2302.66710294933	-0.53752143702
500	3055.17844594684	-0.53752143702
Promedio =	1636.10000347580	-0.53752143702

Fuente: Propia

Tabla N°63: Segunda Regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d) estación Morropón

Regresión potencial								
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2		
1	2	408.6239	0.6931	6.0128	4.1678	0.4805		
2	5	865.6661	1.6094	6.7635	10.8854	2.5903		
3	10	1202.9618	2.3026	7.0925	16.3312	5.3019		
4	25	1643.5138	3.2189	7.4046	23.8345	10.3612		
5	50	1974.0889	3.9120	7.5879	29.6839	15.3039		
6	100	2302.6671	4.6052	7.7418	35.6524	21.2076		
7	500	3055.1784	6.2146	8.0246	49.8697	38.6214		
7	692	11452.7000	22.5558	50.6277	170.4248	93.8667		
Ln (K) =		6.1239	K =		456.6442	m =		0.3441

Fuente: Propia

Reemplazando los coeficientes se obtiene la fórmula de intensidad de la estación:

$$I = \frac{456.6442 * T}{t^{0.344052}}$$

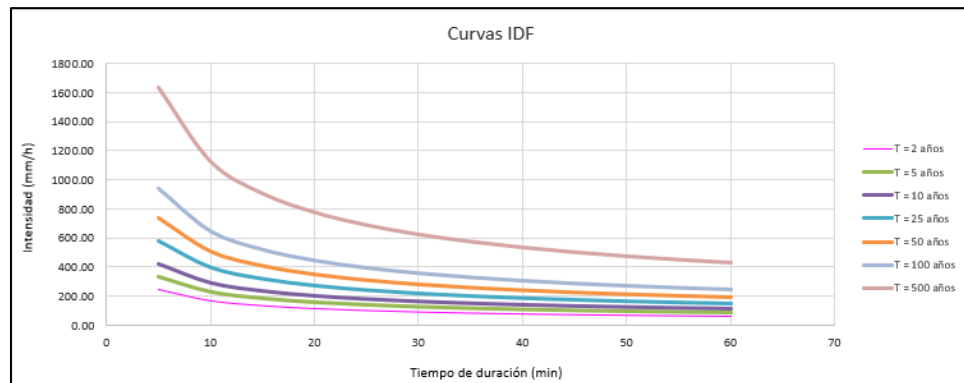
- Curvas IDF

Tabla N°64: Intensidades – tiempo de duración de la estación Morropón

Frecuencia años	Tabla de intensidades - Tiempo de duración											
	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	244.03	168.12	135.20	115.83	102.74	93.15	85.74	79.80	74.90	70.78	67.25	64.17
5	334.46	230.43	185.30	158.76	140.81	127.67	117.51	109.38	102.67	97.01	92.17	87.96
10	424.54	292.49	235.21	201.51	178.73	162.05	149.16	138.63	130.31	123.14	116.99	111.64
25	581.88	400.89	322.38	276.19	244.97	222.10	204.44	190.28	178.61	168.78	160.35	153.02
50	738.58	508.85	409.20	350.57	310.95	281.92	259.50	241.53	226.71	214.23	203.53	194.23
100	937.50	645.89	519.41	444.99	394.69	357.85	329.39	306.58	287.77	271.92	258.34	246.54
500	1630.99	1123.68	903.63	774.16	686.66	622.56	573.05	533.38	500.64	473.08	449.45	428.91

Fuente: Propia

Gráfico N°29: Gráfica IDF de la estación Morropón ajustada



Fuente: Propia

• Estación Hacienda Bigote

Tabla N°65: Determinación de la Pmáx. anual en la estación H. Bigote

AÑO	DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)												P. máx	P. máx. x 1.13
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
1972	124.80	32.20	534.63	68.33	1.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	72.01	534.63	604.13
1973	141.90	198.30	196.90	158.20	10.10	0.00	0.00	0.00	1.00	0.50	0.50	3.30	198.30	224.08
1974	13.10	71.20	13.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	71.20	80.46
1975	33.40	102.30	264.50	125.90	8.00	0.00	1.30	8.30	0.00	8.50	0.00	2.40	264.50	298.89
1976	89.90	145.51	90.71	127.33	9.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.29	145.51	164.43
1977	29.42	165.19	211.49	58.92	1.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	211.49	238.98
1978	0.00	24.02	144.73	21.52	2.80	0.04	0.02	0.00	0.04	0.02	0.01	0.03	144.73	163.54
1979	11.96	28.96	89.15	13.63	0.03	0.00	0.00	0.05	0.04	0.01	0.00	0.00	89.15	100.74
1980	0.03	10.08	131.13	15.93	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02	14.76	9.33	5.43	131.13	148.18
1981	39.82	98.49	133.31	56.00	6.09	1.75	0.06	0.25	1.32	4.77	0.00	1.07	133.31	150.64
1982	6.08	16.24	0.05	64.23	0.00	0.02	0.02	0.07	0.11	0.36	0.02	210.92	210.92	238.34
1983	295.95	286.13	667.42	352.33	54.96	96.23	1.28	4.32	49.98	167.02	149.51	562.81	667.42	754.18
1984	3.53	0.00	6.31	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.31	7.13
1985	41.06	9.21	11.38	12.46	0.01	0.03	0.03	1.07	0.04	10.15	0.01	12.25	41.06	46.40
1986	31.35	45.54	14.52	30.42	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.20	3.54	45.54	51.46
1987	67.83	95.96	356.16	139.66	0.02	0.00	0.03	0.01	0.05	0.13	0.01	0.01	356.16	402.46
1988	45.15	89.26	3.01	19.53	9.51	0.00	0.00	0.00	0.02	1.01	3.60	0.01	89.26	100.86
1989	6.44	167.94	110.78	72.70	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.51	0.01	0.00	167.94	189.77
1990	9.82	2.54	25.77	17.44	0.03	0.51	0.00	0.00	0.00	4.14	0.02	0.02	25.77	29.12
1991	0.51	38.33	67.71	1.90	0.05	0.06	0.01	0.10	0.05	0.11	0.12	2.36	67.71	76.51
1992	15.96	76.25	373.16	228.29	90.90	0.19	0.15	0.63	0.12	0.14	1.13	2.46	373.16	421.67
1993	0.13	228.20	416.74	92.48	1.10	0.04	0.03	0.03	0.05	3.11	0.04	44.18	416.74	470.92
1994	39.99	208.05	291.11	146.18	0.02	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	16.30	291.11	328.95
1995	60.80	108.86	42.89	24.13	0.13	0.08	0.08	0.05	0.07	0.11	0.09	9.85	108.86	123.01
1996	0.13	20.30	55.52	1.13	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55.52	62.74
1997	107.00	25.00	77.90	111.60	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	2.00	2.50	78.50	111.60	126.11
1998	438.70	614.10	737.30	231.30	77.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	7.00	737.30	833.15
1999	25.50	388.50	253.40	116.20	42.00	0.50	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	14.50	388.50	439.01
2000	46.70	331.20	267.70	86.60	11.60	6.10	0.00	0.50	14.00	0.00	0.00	52.00	331.20	374.26
2001	128.53	113.01	374.01	152.85	1.43	0.01	0.03	0.00	0.81	13.01	6.73	2.53	374.01	422.63
2002	0.02	137.61	289.91	231.90	2.00	0.00	0.02	0.00	0.00	7.32	3.83	6.71	289.91	327.60
2003	31.51	152.90	12.80	0.51	0.02	0.42	0.01	0.00	0.00	0.02	7.30	7.41	152.90	172.78
2004	48.82	28.63	2.24	88.21	5.93	0.01	0.01	0.00	0.52	18.57	0.64	11.50	88.21	99.68
2005	0.42	47.05	188.42	2.32	0.01	0.02	0.00	0.00	5.20	0.25	1.03	4.35	188.42	212.91
2006	22.12	366.80	227.72	50.32	0.71	0.00	0.02	0.02	0.01	0.04	6.92	7.10	366.80	414.48
2007	36.62	0.90	125.00	3.35	0.93	0.04	0.02	0.02	0.01	5.18	9.43	0.03	125.00	141.23
2008	91.86	472.61	521.43	181.94	6.52	1.04	0.04	0.00	0.02	2.65	10.14	0.01	521.43	589.22
2009	186.71	127.91	243.72	29.10	11.03	0.03	0.21	0.00	0.00	0.03	5.12	11.94	243.72	275.40
2010	43.10	238.33	144.85	65.73	0.61	0.30	0.02	0.00	0.05	5.50	3.63	8.91	238.33	269.31
2011	8.90	99.82	0.04	129.23	0.04	0.03	0.01	0.01	0.04	0.15	14.54	10.93	129.23	146.03
2012	81.47	613.50	343.33	99.29	0.03	0.06	0.00	0.00	0.00	4.24	8.43	5.54	613.50	693.26
2013	34.83	12.23	110.70	3.00	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.10	0.00	1.80	110.70	125.09
2014	2.59	6.41	8.67	3.64	0.40	0.11	0.00	0.02	0.09	0.30	0.26	1.26	8.67	9.80

Fuente: Propia

Tabla N°66: Análisis de métodos de distribución en la estación H. Bigote

DISTRIBUCIÓN	DELTA TEÓRICO	DELTA TABULAR	P _{MAX}						
			T=2 años	T=5 años	T=10 años	T=25 años	T=50 años	T=100 años	T=500 años
NORMAL	0.1403	0.2074	259.29	432.36	522.91	619.45	681.79	737.86	851.33
LOG NORMAL 2P	0.0928	0.2074	175.84	421.78	666.64	1086	1488.34	1976.04	3506.95
LOG NORMAL 3P	0.062	0.2074	202.86	389.8	534.9	740.87	910.09	1092.41	1572.35
GAMMA 2P	0.0493	0.2074	202.05	403.18	546.43	730.31	866.74	1001.47	1307.62
GAMMA 3P	0.08247	0.2074	221.55	411.93	535	685.11	792.7	896.68	1126.92
LOG PEARSON III			No hay ajuste						
GUMBEL	0.0955	0.2074	225.5	407.27	527.61	679.66	792.46	904.43	1163.17
LOG GUMBEL	0.1452	0.2074	148.23	371.52	682.65	1472.4	2604.23	4586.75	16965.58

Fuente: Hidroesta2

Método de Dyck y Peschke

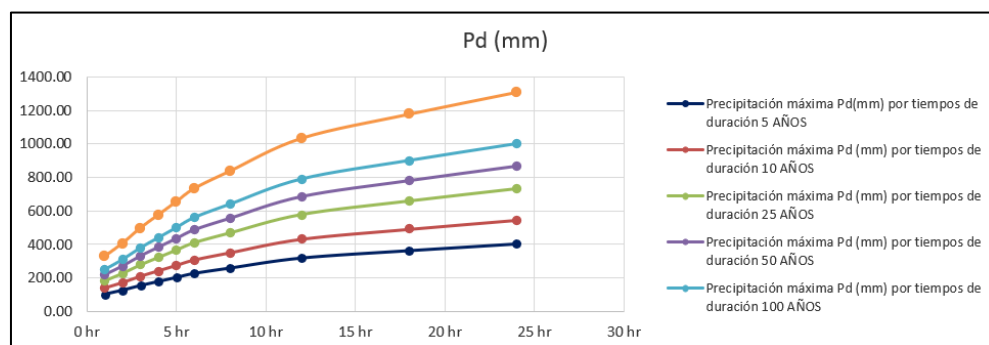
- Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tabla N°67: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración en la estación H. Bigote

Tiempo de duración		Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	202.05	403.18	546.43	730.31	866.74	1001.47	1307.62
18 hr	1080	181.85	362.86	491.79	657.28	780.07	901.32	1176.86
12 hr	720	159.62	318.51	431.68	576.94	684.72	791.16	1033.02
8 hr	480	129.31	258.04	349.72	467.40	554.71	640.94	836.88
6 hr	360	113.15	225.78	306.00	408.97	485.37	560.82	732.27
5 hr	300	101.03	201.59	273.22	365.16	433.37	500.74	653.81
4 hr	240	88.90	177.40	240.43	321.34	381.37	440.65	575.35
3 hr	180	76.78	153.21	207.64	277.52	329.36	380.56	496.90
2 hr	120	62.64	124.99	169.39	226.40	268.69	310.46	405.36
1 hr	60	50.51	100.80	136.61	182.58	216.69	250.37	326.91

Fuente: Propia

Gráfico N°30: Gráfica Pd de la estación H. Bigote



Fuente: Propia

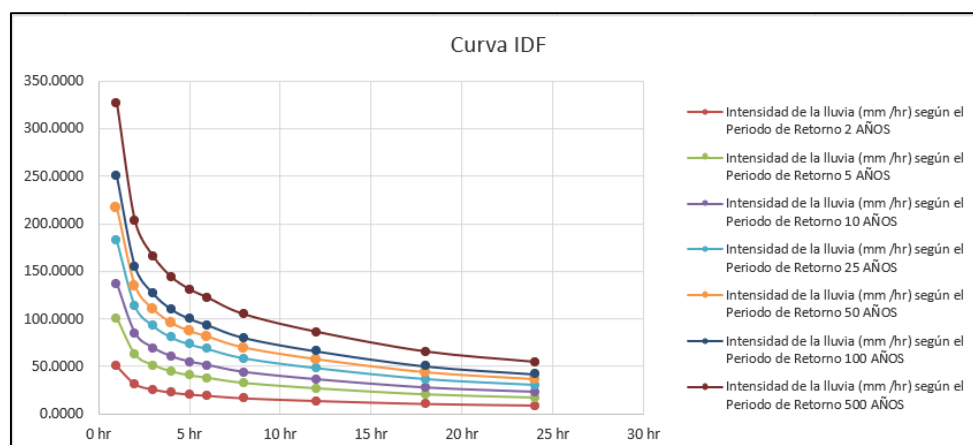
- Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma

Tabla N°68: Cuadro de intensidades de la estación H. Bigote

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	8.4188	16.7992	22.7679	30.4296	36.1142	41.7279	54.4842
18 hr	1080	10.1025	20.1590	27.3215	36.5155	43.3370	50.0735	65.3810
12 hr	720	13.3016	26.5427	35.9733	48.0787	57.0604	65.9301	86.0850
8 hr	480	16.1640	32.2544	43.7144	58.4248	69.3392	80.1176	104.6096
6 hr	360	18.8580	37.6301	51.0001	68.1623	80.8957	93.4705	122.0445
5 hr	300	20.2050	40.3180	54.6430	73.0310	86.6740	100.1470	130.7620
4 hr	240	22.2255	44.3498	60.1073	80.3341	95.3414	110.1617	143.8382
3 hr	180	25.5930	51.0695	69.2145	92.5059	109.7871	128.8529	165.6319
2 hr	120	31.3178	62.4929	84.6967	113.1981	134.3447	155.2279	202.6811
1 hr	60	50.5125	100.7950	136.6075	182.5775	216.6850	250.3675	326.9050

Fuente: Propia

Gráfico N°31: Gráfica IDF de la estación H. Bigote



Fuente: Propia

Regresión

- Cte. Regresión

Tabla N°69: Resumen de coeficientes de regresión estación H. Bigote

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término cte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	433.83147445608	-0.53752143702
5	865.68757174559	-0.53752143702
10	1173.26667947061	-0.53752143702
25	1568.08445488747	-0.53752143702
50	1861.02000579083	-0.53752143702
100	2150.30540323448	-0.53752143702
500	2807.65509838270	-0.53752143702
Promedio =	1551.40724113825	-0.53752143702

Fuente: Propia

Tabla N°70: Segunda Regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d) estación H. Bigote

Regresión potencial							
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2	
1	2	433.8315	0.6931	6.0727	4.2092	0.4805	
2	5	865.6876	1.6094	6.7635	10.8855	2.5903	
3	10	1173.2667	2.3026	7.0675	16.2736	5.3019	
4	25	1568.0845	3.2189	7.3576	23.6832	10.3612	
5	50	1861.0200	3.9120	7.5289	29.4532	15.3039	
6	100	2150.3054	4.6052	7.6734	35.3372	21.2076	
7	500	2807.6551	6.2146	7.9401	49.3446	38.6214	
7	692	10859.8507	22.5558	50.4037	169.1865	93.8667	
Ln (K) =		6.1705	K =	478.4029	m =	0.3197	

Fuente: Propia

Reemplazando los coeficientes se obtiene la fórmula de intensidad de la estación:

$$I = \frac{478.4029 * T^{0.319674}}{t^{0.53752}}$$

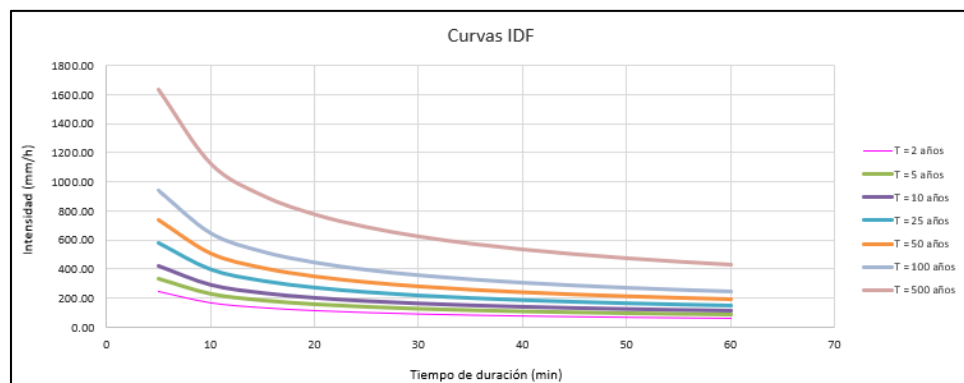
- Curvas IDF

Tabla N°71: Intensidades – tiempo de duración de la estación H. Bigote

Frecuencia años	Tabla de intensidades - Tiempo de duración											
	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	244.03	168.12	135.20	115.83	102.74	93.15	85.74	79.80	74.90	70.78	67.25	64.17
5	334.46	230.43	185.30	158.76	140.81	127.67	117.51	109.38	102.67	97.01	92.17	87.96
10	424.54	292.49	235.21	201.51	178.73	162.05	149.16	138.83	130.31	123.14	116.99	111.64
25	581.88	400.89	322.38	276.19	244.97	222.10	204.44	190.28	178.61	168.78	160.35	153.02
50	738.58	508.85	409.20	350.57	310.95	281.92	259.50	241.53	226.71	214.23	203.53	194.23
100	937.50	645.89	519.41	444.99	394.69	357.85	329.39	306.58	287.77	271.92	258.34	246.54
500	1630.99	1123.88	903.63	774.16	686.66	622.56	573.05	533.36	500.64	473.08	449.45	428.91

Fuente: Propia

Gráfico N°32: Gráfica IDF de la estación H. Bigote ajustada



Fuente: Propia

● Estación Huarmaca

Tabla N°72: Determinación de la Pmáx. anual en la estación Huarmaca

AÑO	DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)												P. máx	P. máx. x 1.13
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
1972	75.18	105.06	512.02	213.56	86.73	46.12	3.25	9.55	12.54	0.60	45.90	67.60	512.02	578.58
1973	101.70	296.90	256.70	226.40	60.30	17.90	17.50	10.50	18.93	13.40	32.70	64.60	296.90	335.50
1974	50.30	228.70	90.70	52.80	8.90	20.00	2.80	19.50	22.20	13.70	52.80	44.60	228.70	258.43
1975	71.20	258.90	344.10	210.80	74.50	29.41	8.80	45.00	6.60	90.30	21.50	16.20	344.10	388.83
1976	56.44	349.20	240.70	127.20	54.20	13.40	2.50	6.50	3.20	3.40	12.90	60.20	349.20	394.60
1977	149.50	206.30	256.00	228.70	24.00	17.10	2.20	2.90	21.20	7.20	36.50	91.28	256.00	289.28
1978	38.40	132.10	210.90	151.80	84.70	4.70	2.60	3.40	6.00	8.80	14.90	20.20	210.90	238.32
1979	170.70	62.30	415.10	86.40	18.40	0.20	0.00	6.80	11.70	0.40	5.10	9.90	415.10	469.06
1980	38.70	139.00	116.90	129.10	17.90	2.30	0.10	1.10	0.00	62.20	33.30	70.30	139.00	157.07
1981	75.80	188.70	348.30	101.30	9.52	4.80	0.30	13.90	0.00	47.40	6.50	40.80	348.30	393.58
1982	87.00	136.30	48.90	154.50	36.90	1.00	2.10	0.10	7.80	55.00	81.20	576.40	576.40	651.33
1983	355.70	297.51	620.50	286.20	172.10	33.30	11.00	0.30	13.30	53.50	29.00	97.00	620.50	701.17
1984	105.60	457.30	232.00	121.90	51.30	16.70	13.40	1.70	27.50	66.60	30.00	45.10	457.30	516.75
1985	140.10	97.60	173.40	39.30	44.40	0.00	0.30	7.10	0.80	12.11	1.70	80.70	173.40	195.94
1986	122.30	179.50	92.60	242.40	13.00	0.00	0.00	14.30	7.01	9.60	42.30	88.90	242.40	273.91
1987	152.50	77.10	319.30	155.60	14.60	0.50	30.30	1.90	0.80	35.90	12.90	14.60	319.30	360.81
1988	170.80	186.40	25.30	85.11	41.10	1.60	3.30	0.00	6.40	7.70	66.00	62.40	186.40	210.63
1989	195.90	269.50	362.60	118.20	18.30	10.40	0.30	0.60	11.70	45.00	1.10	18.40	362.60	635.74
1990	36.20	145.20	107.10	158.40	20.80	8.10	4.30	3.50	0.20	87.50	90.20	50.60	158.40	178.99
1991	25.70	125.80	277.10	66.90	30.20	13.90	0.00	0.00	0.00	20.20	10.60	96.00	277.10	313.12
1992	113.60	147.80	250.20	311.40	160.50	16.20	0.70	5.70	4.50	42.15	41.90	66.10	311.40	351.88
1993	83.30	316.50	449.60	234.80	56.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	449.60	508.05
1994	87.68	174.77	204.72	120.97	36.00	7.80	0.00	2.10	17.20	6.00	9.90	110.30	204.72	231.33
1995	131.40	248.80	211.80	90.30	25.60	0.90	10.10	2.70	4.90	7.80	15.70	105.20	248.80	281.14
1996	63.20	100.50	171.80	81.90	15.40	3.50	1.90	1.50	0.30	21.40	2.50	29.80	171.80	194.13
1997	58.40	99.20	172.70	135.40	7.00	9.00	5.40	0.90	37.90	18.80	88.60	378.40	378.40	427.59
1998	169.70	400.90	422.60	426.20	86.10	4.70	1.20	4.90	12.00	41.50	30.00	72.80	426.20	481.61
1999	144.70	552.50	274.10	160.20	108.80	21.40	5.00	1.60	8.30	20.50	20.68	49.18	552.50	624.33
2000	112.60	318.70	517.50	243.10	118.30	27.50	0.00	4.00	44.80	0.30	1.30	81.30	517.50	584.78
2001	224.70	338.20	418.33	125.10	27.60	5.20	1.70	5.00	13.90	10.00	64.50	54.10	418.33	472.71
2002	23.20	333.00	368.30	271.00	31.00	8.70	4.70	0.80	0.00	77.20	28.50	97.90	368.30	416.18
2003	136.00	196.60	127.50	77.90	24.10	31.60	1.20	0.50	2.60	3.30	20.80	57.60	196.60	222.16
2004	85.50	73.10	112.20	121.20	19.40	4.90	3.30	0.00	7.50	59.20	14.90	80.50	121.20	138.96
2005	39.20	232.50	450.10	68.40	12.10	1.40	0.00	0.00	6.60	24.60	12.70	98.20	450.10	508.61
2006	69.50	392.60	571.10	126.40	13.70	20.40	6.50	0.00	10.10	6.40	76.00	75.00	571.10	645.34
2007	102.20	105.90	237.90	121.70	33.80	8.90	4.30	0.40	5.00	55.10	75.60	16.20	237.90	268.83
2008	314.20	607.20	524.70	408.70	38.30	12.50	3.10	12.60	3.10	59.70	60.40	30.40	607.20	686.14
2009	339.90	307.40	409.10	128.50	99.40	7.10	1.40	6.20	1.70	5.10	18.40	101.50	409.10	462.28
2010	110.30	333.40	237.30	187.50	39.30	9.00	3.70	1.10	4.20	16.80	21.10	72.30	333.40	376.74
2011	117.60	227.90	65.10	310.30	55.80	0.00	18.90	0.70	16.80	47.20	59.40	108.60	310.30	350.53
2012	276.80	624.80	254.70	273.70	22.00	3.90	0.20	3.00	1.20	82.70	98.70	23.20	624.80	706.02
2013	66.70	74.70	183.40	42.00	117.00	0.00	4.30	8.40	5.20	75.80	0.50	38.40	183.40	207.24
2014	16.13	84.90	216.60	17.50	68.30	10.10	0.58	0.00	0.50	31.40	47.30	53.30	216.60	244.76

Fuente: Propia

Tabla N°73: Análisis de métodos de distribución en la estación Huarmaca

DISTRIBUCIÓN	DELTA TEÓRICO	DELTA TABULAR	PMAx						
			T=2 años	T=5 años	T=10 años	T=25 años	T=50 años	T=100 años	T=500 años
NORMAL	0.0987	0.2074	393.74	533.66	606.87	684.91	735.31	780.64	872.38
LOG NORMAL 2P	0.0781	0.2074	358.65	522.92	636.96	786.06	900.42	1017.41	1302.77
LOG NORMAL 3P	0.0864	0.2074	379.05	524.65	610.14	709.11	777.64	842.57	984.21
GAMMA 2P	0.0701	0.2074	370.23	523.53	617.94	729.93	808.62	883.63	1047.06
GAMMA 3P	0.08647	0.2074	383.29	529.76	612.38	705.21	767.75	825.74	947.31
LOG PEARSON III			No hay ajuste						
GUMBEL	0.0819	0.2074	366.43	513.37	610.66	733.59	824.78	915.3	1124.48
LOG GUMBEL	0.1258	0.2074	333.2	495.09	643.51	896.25	1145.95	1462.55	2570.01

Fuente: Hidroesta2

Método de Dyck y Peschke

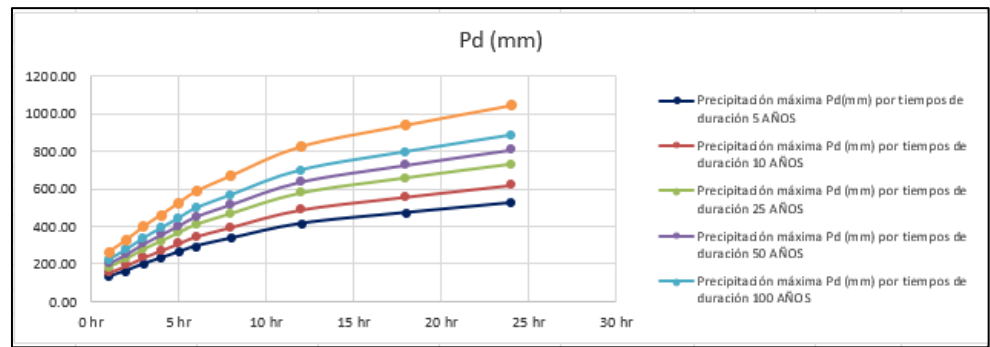
- Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tabla N°74: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración en la estación Huarmaca

Tiempo de duración		Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	370.23	523.53	617.94	729.93	808.62	883.63	1047.06
18 hr	1080	333.21	471.18	556.15	656.94	727.76	795.27	942.35
12 hr	720	292.48	413.59	488.17	576.64	638.81	698.07	827.18
8 hr	480	236.95	335.06	395.48	467.16	517.52	565.52	670.12
6 hr	360	207.33	293.18	346.05	408.76	452.83	494.83	586.35
5 hr	300	185.12	261.77	308.97	364.97	404.31	441.82	523.53
4 hr	240	162.90	230.35	271.89	321.17	355.79	388.80	460.71
3 hr	180	140.69	198.94	234.82	277.37	307.28	335.78	397.88
2 hr	120	114.77	162.29	191.56	226.28	250.67	273.93	324.59
1 hr	60	92.56	130.88	154.49	182.48	202.16	220.91	261.77

Fuente: Propia

Gráfico N°33: Gráfica Pd de la estación Huarmaca



Fuente: Propia

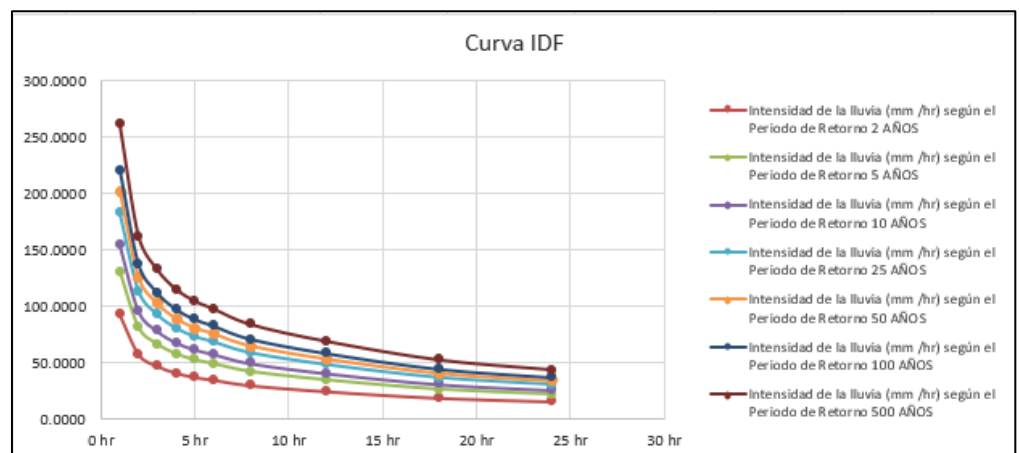
- Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma

Tabla N°75: Cuadro de intensidades de la estación Huarmaca

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	15.4263	21.8138	25.7475	30.4138	33.6925	36.8179	43.6275
18 hr	1080	18.5115	26.1765	30.8970	36.4965	40.4310	44.1815	52.3530
12 hr	720	24.3735	34.4657	40.6811	48.0537	53.2342	58.1723	68.9315
8 hr	480	29.6184	41.8824	49.4352	58.3944	64.6896	70.6904	83.7648
6 hr	360	34.5548	48.8628	57.6744	68.1268	75.4712	82.4721	97.7256
5 hr	300	37.0230	52.3530	61.7940	72.9930	80.8620	88.3630	104.7060
4 hr	240	40.7253	57.5883	67.9734	80.2923	88.9482	97.1993	115.1766
3 hr	180	46.8958	66.3138	78.2724	92.4578	102.4252	111.9265	132.6276
2 hr	120	57.3857	81.1472	95.7807	113.1392	125.3361	136.9627	162.2943
1 hr	60	92.5575	130.8825	154.4850	182.4825	202.1550	220.9075	261.7650

Fuente: Propia

Gráfico N°34: Gráfica IDF de la estación Huarmaca



Fuente: Propia

Regresión

- Cte. Regresión

Tabla N°76: Resumen de coeficientes de regresión estación Huarmaca

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término cte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	794.93900909612	-0.53752143702
5	1124.09696521648	-0.53752143702
10	1326.80931118729	-0.53752143702
25	1567.26853823176	-0.53752143702
50	1736.22770044379	-0.53752143702
100	1897.28535398971	-0.53752143702
500	2248.19393043306	-0.53752143702
Promedio =	1527.83154408546	-0.53752143702

Fuente: Propia

Tabla N°77: Segunda Regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d) estación Huarmaca

Regresión potencial								
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2		
1	2	794.9390	0.6931	6.6783	4.6290	0.4805		
2	5	1124.0970	1.6094	7.0247	11.3059	2.5903		
3	10	1326.8093	2.3026	7.1905	16.5568	5.3019		
4	25	1567.2685	3.2189	7.3571	23.6816	10.3612		
5	50	1736.2277	3.9120	7.4595	29.1816	15.3039		
6	100	1897.2854	4.6052	7.5482	34.7607	21.2076		
7	500	2248.1939	6.2146	7.7179	47.9636	38.6214		
7	692	10694.8208	22.5558	50.9762	168.0792	93.8667		
Ln (K) =		6.7012	K =		813.3994	m =		0.1803

Fuente: Propia

Reemplazando los coeficientes se obtiene la fórmula de intensidad de la estación:

$$I = \frac{813.3994 * T}{0.53752 t^{0.180335}}$$

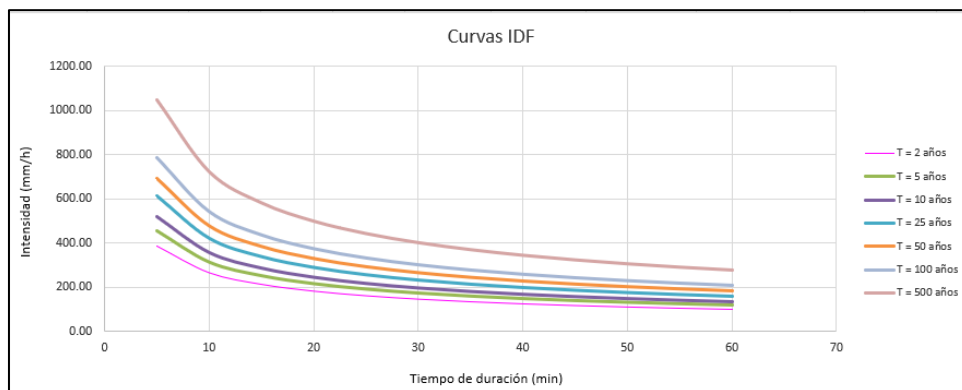
- Curvas IDF

Tabla N°78: Intensidades – tiempo de duración de la estación Huarmaca

Frecuencia años	Tabla de intensidades - Tiempo de duración											
	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	388.04	267.34	214.99	184.19	163.37	148.12	136.34	126.90	119.11	112.65	106.93	102.05
5	457.76	315.38	253.62	217.28	192.72	174.73	160.84	149.70	140.51	132.78	126.15	120.38
10	518.71	357.37	287.39	246.21	218.38	197.99	182.25	169.63	159.22	150.45	142.94	136.41
25	611.91	421.58	339.02	290.45	257.62	233.57	215.00	200.11	187.83	177.49	168.62	160.92
50	693.39	477.71	384.16	329.12	291.92	264.67	243.62	226.75	212.84	201.12	191.08	182.34
100	785.71	541.32	435.31	372.94	330.79	299.91	276.06	256.94	241.18	227.90	216.52	206.62
500	1050.29	723.60	581.90	498.53	442.18	400.90	369.02	343.46	322.39	304.64	289.43	276.20

Fuente: Propia

Gráfico N°35: Gráfica IDF de la estación Huarmaca ajustada



Fuente: Propia

● Estación Sondorillo

Tabla N°79: Determinación de la P_{máx.} anual en la estación Sondorillo

AÑO	DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)												P. máx.	P. máx. x 1.13
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
1972	27.80	52.80	75.60	61.70	0.00	14.20	6.90	2.30	20.20	0.00	69.60	0.00	75.60	85.43
1973	9.40	47.50	40.90	126.40	6.30	9.50	8.20	12.40	6.40	17.40	43.20	47.80	126.40	142.83
1974	39.30	59.90	75.70	6.40	0.00	3.40	9.20	7.70	7.60	37.60	69.50	53.70	75.70	85.54
1975	7.60	107.80	90.90	44.50	39.20	33.00	0.00	39.10	0.00	72.00	36.20	0.00	107.80	121.81
1976	57.70	42.30	30.10	19.80	33.20	4.20	10.00	16.50	0.00	7.90	0.00	16.00	57.70	65.20
1977	41.20	94.00	35.80	80.40	23.00	14.50	7.20	0.00	20.10	30.20	33.40	31.60	94.00	106.22
1978	2.80	5.30	81.70	34.30	33.10	15.50	0.00	12.70	11.70	2.00	4.60	16.30	81.70	92.32
1979	34.50	11.60	91.70	66.20	2.30	2.60	0.00	11.50	27.40	9.60	8.00	0.00	91.70	103.62
1980	1.10	28.60	71.30	61.40	9.40	5.70	0.00	0.00	1.10	53.90	57.40	42.90	71.30	80.57
1981	23.60	66.30	88.70	17.40	6.40	6.70	0.00	18.80	0.00	24.00	0.00	39.90	88.70	100.23
1982	35.00	46.90	60.50	77.00	18.70	0.00	0.00	0.00	9.08	40.20	23.60	98.60	98.60	111.42
1983	50.90	31.80	125.30	42.10	12.20	4.40	0.00	0.00	0.00	18.00	51.90	11.90	125.30	141.59
1984	26.60	235.70	71.50	46.90	16.40	23.30	0.00	0.00	0.00	33.60	44.50	26.80	235.70	266.34
1985	34.50	8.90	5.30	15.60	34.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.10	81.60	81.60	92.21
1986	29.70	13.70	16.70	34.90	9.50	0.00	1.30	14.30	10.40	25.60	66.90	31.60	66.90	75.60
1987	45.80	9.00	24.00	75.30	11.10	0.00	17.10	24.60	6.60	34.70	22.00	12.30	75.30	85.09
1988	88.50	57.00	11.10	43.20	23.20	7.20	3.50	3.90	29.50	16.10	68.10	88.00	88.50	100.01
1989	96.40	77.90	78.70	7.00	19.20	0.00	0.00	0.00	0.00	56.10	0.00	7.00	96.40	108.93
1990	26.60	22.50	24.50	61.90	8.90	0.00	0.00	3.30	9.10	77.30	82.20	56.00	82.20	92.89
1991	10.40	33.50	75.50	26.70	3.70	3.20	0.00	0.00	0.00	19.40	9.00	38.30	75.50	85.32
1992	12.20	35.70	24.40	35.30	19.00	5.80	0.00	3.50	18.80	17.40	29.00	53.30	53.30	60.23
1993	26.60	84.60	161.20	27.90	34.20	0.00	0.00	0.00	16.90	54.10	40.16	40.38	161.20	182.16
1994	64.50	113.40	102.10	89.10	25.00	4.70	4.90	6.10	13.50	2.90	17.50	27.10	113.40	128.14
1995	14.20	23.90	28.90	28.00	13.70	0.00	4.20	3.50	12.50	5.90	30.90	83.40	83.40	94.24
1996	48.70	36.20	46.80	28.70	13.90	4.80	5.70	0.00	8.60	19.30	14.10	9.40	48.70	55.03
1997	43.20	54.20	17.40	30.80	3.60	2.90	2.80	0.00	4.20	35.60	51.50	40.30	54.20	61.25
1998	18.20	83.40	118.60	95.00	56.50	5.60	5.30	0.00	9.40	69.30	17.70	31.80	118.60	134.02
1999	68.10	94.70	105.70	49.40	79.40	16.80	11.40	4.40	23.10	6.80	8.20	102.00	105.70	119.44
2000	39.40	69.00	110.40	65.70	30.40	31.80	2.00	8.00	57.20	0.00	0.00	47.60	110.40	124.75
2001	56.10	33.00	83.20	22.60	12.20	40.70	20.70	3.40	24.80	25.30	67.40	25.20	83.20	94.02
2002	15.00	54.20	57.60	73.50	15.90	1.20	15.40	0.00	0.00	70.90	39.91	23.80	73.50	83.06
2003	17.50	17.20	23.60	26.00	9.20	10.80	2.80	2.00	3.40	21.40	20.10	18.20	26.00	29.38
2004	24.40	2.40	5.10	43.40	15.90	3.80	3.20	0.00	10.10	78.80	62.10	54.10	78.80	89.04
2005	16.30	65.40	124.10	26.00	11.20	1.90	0.00	0.00	10.80	30.10	22.60	59.30	124.10	140.23
2006	41.60	66.10	133.80	37.50	0.00	9.00	2.10	0.00	2.00	30.70	29.60	43.20	133.80	151.19
2007	25.10	17.50	75.20	78.50	22.10	16.60	1.00	8.50	4.60	89.00	123.20	36.70	123.20	139.22
2008	39.30	182.20	81.00	75.70	7.90	9.00	3.00	4.00	0.00	30.10	55.50	6.40	182.20	205.89
2009	91.20	39.00	72.00	31.00	0.00	8.80	3.80	3.00	0.00	0.00	21.40	21.20	91.20	103.06
2010	17.90	80.80	25.00	36.00	9.20	5.30	3.30	0.00	1.80	17.20	44.20	50.30	80.80	91.30
2011	23.80	50.30	23.00	56.20	27.40	4.50	9.20	0.00	24.30	33.20	74.00	76.50	76.50	86.45
2012	83.30	89.60	45.60	40.90	5.60	9.60	0.00	1.70	0.00	57.10	96.30	17.80	89.60	101.25
2013	9.30	16.30	29.90	13.40	48.60	0.00	8.20	3.60	3.20	60.00	0.00	34.20	60.00	67.80
2014	9.60	21.00	92.70	22.50	12.45	1.20	2.25	3.25	5.69	17.34	21.30	21.42	92.70	104.75

Fuente: Propia

Tabla N°80: Análisis de métodos de distribución en la estación Sondorillo

DISTRIBUCIÓN	DELTA TEÓRICO	DELTA TABULAR	P _{MAX}						
			T=2 años	T=5 años	T=10 años	T=25 años	T=50 años	T=100 años	T=500 años
NORMAL	0.1412	0.2074	106.72	141.52	159.72	179.13	191.67	202.94	225.75
LOG NORMAL 2P	0.1058	0.2074	99.87	136.52	160.77	191.39	214.2	237.02	290.93
LOG NORMAL 3P	0.0904	0.2074	101.16	135.79	157.61	184.19	203.4	222.2	265.16
GAMMA 2P	0.0936	0.2074	102.14	137.02	157.99	182.53	199.58	215.73	250.59
GAMMA 3P	No hay ajuste								
LOG PEARSON III	No hay ajuste								
GUMBEL	0.1062	0.2074	99.93	136.47	160.67	191.24	213.92	236.43	288.45
LOG GUMBEL	0.1494	0.2074	93.96	130.47	162.14	213.37	261.58	320.2	510.92

Fuente: Hidroesta2

Método de Dyck y Peschke

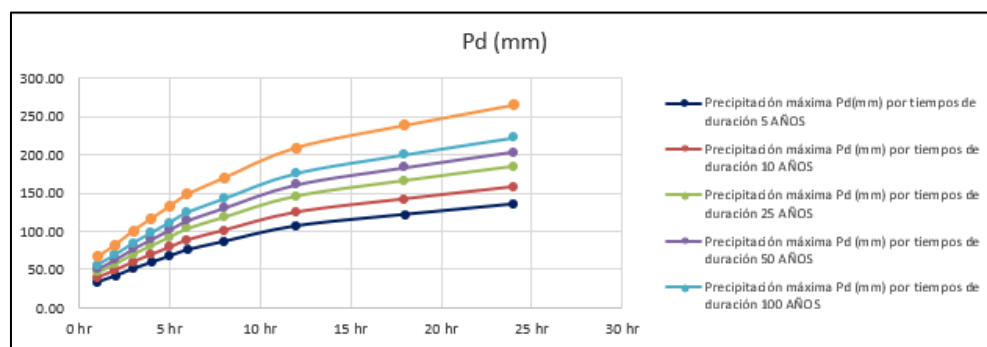
- Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tabla N°81: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración en la estación Sondorillo

Tiempo de duración		Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	101.16	135.79	157.61	184.19	203.40	222.20	265.16
18 hr	1080	91.04	122.21	141.85	165.77	183.06	199.98	238.64
12 hr	720	79.92	107.27	124.51	145.51	160.69	175.54	209.48
8 hr	480	64.74	86.91	100.87	117.88	130.18	142.21	169.70
6 hr	360	56.65	76.04	88.26	103.15	113.90	124.43	148.49
5 hr	300	50.58	67.90	78.81	92.10	101.70	111.10	132.58
4 hr	240	44.51	59.75	69.35	81.04	89.50	97.77	116.67
3 hr	180	38.44	51.60	59.89	69.99	77.29	84.44	100.76
2 hr	120	31.36	42.09	48.86	57.10	63.05	68.88	82.20
1 hr	60	25.29	33.95	39.40	46.05	50.85	55.55	66.29

Fuente: Propia

Gráfico N°36: Gráfica Pd de la estación Sondorillo



Fuente: Propia

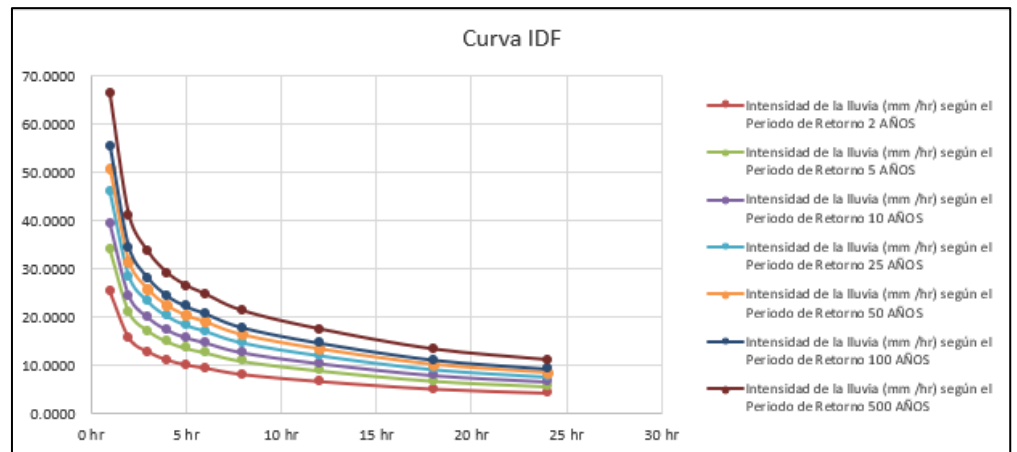
- Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma

Tabla N°82: Cuadro de intensidades de la estación Sondorillo

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	4.2150	5.6579	6.5671	7.6746	8.4750	9.2583	11.0483
18 hr	1080	5.0580	6.7895	7.8805	9.2095	10.1700	11.1100	13.2580
12 hr	720	6.6597	8.9395	10.3760	12.1258	13.3905	14.6282	17.4564
8 hr	480	8.0928	10.8632	12.6088	14.7352	16.2720	17.7760	21.2128
6 hr	360	9.4416	12.6737	14.7103	17.1911	18.9840	20.7387	24.7483
5 hr	300	10.1160	13.5790	15.7610	18.4190	20.3400	22.2200	26.5160
4 hr	240	11.1276	14.9369	17.3371	20.2609	22.3740	24.4420	29.1676
3 hr	180	12.8136	17.2001	19.9639	23.3307	25.7640	28.1453	33.5869
2 hr	120	15.6798	21.0475	24.4296	28.5495	31.5270	34.4410	41.0998
1 hr	60	25.2900	33.9475	39.4025	46.0475	50.8500	55.5500	66.2900

Fuente: Propia

Gráfico N°37: Gráfica IDF de la estación Sondorillo



Fuente: Propia

Regresión

- Cte. Regresión

Tabla N°83: Resumen de coeficientes de regresión estación Sondorillo

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término cte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	217.20560235574	-0.53752143702
5	291.56137548324	-0.53752143702
10	338.41216871578	-0.53752143702
25	395.48339163606	-0.53752143702
50	436.73012573307	-0.53752143702
100	477.09652870149	-0.53752143702
500	569.33805378261	-0.53752143702
Promedio =	389.40389234400	-0.53752143702

Fuente: Propia

Tabla N°84: Segunda Regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d) estación Sondorillo

Regresión potencial							
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2	
1	2	217.2056	0.6931	5.3808	3.7297	0.4805	
2	5	291.5614	1.6094	5.6753	9.1340	2.5903	
3	10	338.4122	2.3026	5.8243	13.4109	5.3019	
4	25	395.4834	3.2189	5.9801	19.2492	10.3612	
5	50	436.7301	3.9120	6.0793	23.7824	15.3039	
6	100	477.0965	4.6052	6.1677	28.4034	21.2076	
7	500	569.3381	6.2146	6.3445	39.4284	38.6214	
7	692	2725.8272	22.5558	41.4520	137.1380	93.8667	
Ln (K) =		5.3789	K =		216.7862	m =	
					0.1685		

Fuente: Propia

Reemplazando los coeficientes se obtiene la fórmula de intensidad de la estación:

$$I = \frac{216.7862 \cdot T^{0.168453}}{t^{0.53752}}$$

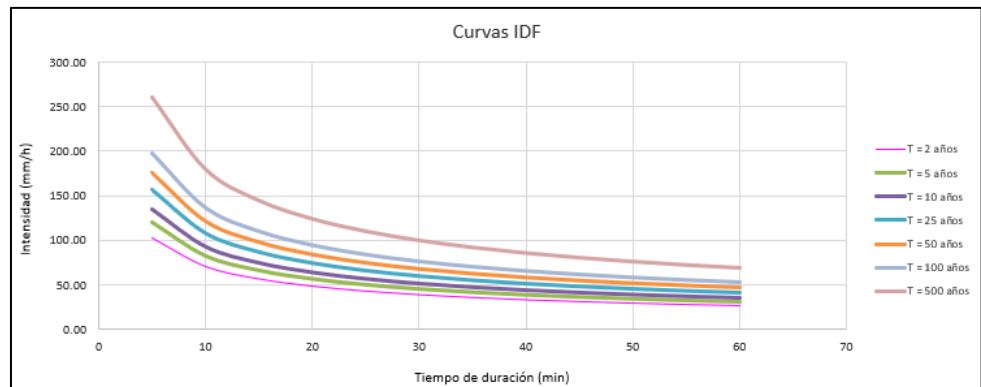
- Curvas IDF

Tabla N°85: Intensidades – tiempo de duración de la estación Sondorillo

Frecuencia años	Tabla de intensidades - Tiempo de duración											
	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	102.57	70.67	56.83	48.69	43.18	39.15	36.04	33.54	31.49	29.75	28.27	26.97
5	119.69	82.46	66.31	56.81	50.39	45.69	42.05	39.14	36.74	34.72	32.98	31.48
10	134.52	92.68	74.53	63.85	56.63	51.35	47.28	43.99	41.29	39.02	37.07	35.37
25	156.97	108.14	86.96	74.51	66.08	59.91	55.15	51.33	48.18	45.53	43.25	41.28
50	176.41	121.54	97.74	83.73	74.27	67.34	61.98	57.69	54.15	51.17	48.61	46.39
100	196.28	136.59	109.84	94.10	83.47	75.68	69.66	64.83	60.86	57.50	54.63	52.14
500	260.00	179.13	144.05	123.41	109.46	99.24	91.35	85.02	79.81	75.41	71.65	68.37

Fuente: Propia

Gráfico N°38: Gráfica IDF de la estación Sondorillo ajustada



Fuente: Propia

• Estación La Esperanza

Tabla N°86: Determinación de la Pmáx. anual en la estación La Esperanza

DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)														P. máx.	P. máx. x 1.13
AÑO	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC			
1972	0.01	0.63	186.51	7.00	0.03	0.31	0.02	0.03	0.52	0.02	0.00	2.00	186.51	210.76	
1973	24.81	4.21	5.33	2.83	0.02	0.22	0.00	0.00	1.92	0.03	0.04	0.08	24.81	28.04	
1974	2.14	4.30	0.00	0.74	0.12	0.20	0.00	0.02	0.12	0.11	0.01	0.10	4.30	4.86	
1975	2.90	2.31	22.50	0.42	0.40	4.12	0.00	2.50	0.10	0.00	0.00	0.00	22.50	25.43	
1976	39.90	22.50	0.02	0.03	0.72	0.21	0.02	0.30	0.00	0.10	0.00	0.00	39.90	45.09	
1977	0.00	28.12	3.11	1.40	0.00	0.20	0.01	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00	28.12	31.78	
1978	0.00	0.31	12.30	1.21	0.10	2.41	0.02	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	12.30	13.90	
1979	3.15	0.00	0.30	0.13	0.80	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	3.15	3.56	
1980	0.00	0.02	12.01	0.34	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.21	0.06	12.01	13.57	
1981	0.02	1.86	6.73	0.04	1.30	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	6.73	7.60	
1982	0.00	0.00	0.01	0.52	3.05	0.00	0.02	0.00	1.60	0.04	1.30	1.01	3.05	3.45	
1983	145.72	83.33	285.50	505.81	529.90	261.51	0.30	0.00	0.00	4.02	0.00	3.36	529.90	598.79	
1984	0.01	10.50	0.56	0.05	0.06	0.08	0.07	0.50	0.00	0.93	0.01	0.07	10.50	11.87	
1985	0.00	0.04	11.72	0.00	1.00	0.02	0.00	1.11	0.00	0.10	0.03	0.30	11.72	13.24	
1986	5.93	3.32	0.50	2.93	1.22	0.00	0.00	0.07	0.00	0.23	2.10	0.05	5.93	6.70	
1987	10.20	45.70	25.30	13.80	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	1.00	0.10	0.00	45.70	51.64	
1988	0.11	0.60	0.10	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	5.60	6.33	
1989	3.60	3.60	18.83	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.01	0.00	18.83	21.28	
1990	0.30	0.30	0.70	1.00	0.11	0.00	0.04	0.00	0.00	2.10	0.60	1.11	2.10	2.37	
1991	0.40	2.00	0.50	2.40	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	1.00	2.41	2.41	2.72	
1992	0.00	13.40	77.80	73.61	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	77.80	87.91	
1993	0.00	2.59	12.50	7.30	0.10	0.89	0.01	0.01	0.02	0.05	0.04	0.36	12.50	14.13	
1994	2.81	3.85	5.82	3.48	2.83	1.38	0.01	0.02	1.00	0.23	0.06	0.06	6.06	6.85	
1995	3.32	8.82	0.00	0.32	0.00	6.25	0.07	0.00	0.11	0.36	1.92	0.28	8.82	9.97	
1996	0.00	3.01	1.74	2.92	0.01	0.32	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01	0.03	3.01	3.40	
1997	0.50	2.84	0.41	1.27	0.00	0.13	0.00	0.00	0.03	2.72	1.60	82.02	82.02	92.66	
1998	307.62	223.63	256.73	24.90	4.21	20.30	0.01	0.02	0.04	0.05	1.11	0.01	307.62	347.61	
1999	4.03	48.84	2.52	6.96	1.56	2.43	0.00	0.01	0.01	0.12	0.00	2.97	48.84	55.19	
2000	0.02	3.05	0.47	11.44	1.27	0.08	0.05	0.06	0.07	0.01	0.03	8.33	11.44	12.93	
2001	8.74	1.96	57.48	12.17	0.07	0.11	0.07	0.06	0.00	0.02	1.63	0.94	57.48	64.95	
2002	0.02	3.29	56.79	30.43	0.01	0.00	0.02	0.02	0.00	0.94	0.23	0.54	56.79	64.17	
2003	2.53	8.64	0.40	0.04	0.01	1.01	0.02	0.01	0.04	0.03	0.30	2.32	8.64	9.76	
2004	2.73	0.36	0.23	0.02	0.24	0.01	1.50	0.00	0.02	1.00	0.01	5.32	5.32	6.01	
2005	0.51	0.14	2.27	0.44	0.02	0.22	0.01	0.01	0.00	0.04	0.04	0.01	2.27	2.57	
2006	0.45	7.72	13.02	0.02	0.00	0.03	0.02	0.00	0.30	0.11	0.81	4.12	13.02	14.71	
2007	3.77	0.04	4.04	0.07	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.03	0.04	0.02	4.04	4.57	
2008	16.85	108.94	21.31	2.62	0.54	0.02	0.02	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	108.94	123.10	
2009	10.12	7.52	0.04	0.02	0.01	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.05	1.02	10.12	11.44	
2010	0.07	67.02	37.63	4.20	6.21	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.06	67.02	75.73	
2011	1.43	0.00	0.01	9.01	0.02	0.02	1.10	0.00	0.00	1.20	0.03	0.74	9.01	10.18	
2012	2.56	56.00	1.66	0.52	0.04	0.03	0.00	0.01	0.02	0.00	1.00	0.40	56.00	63.28	
2013	0.00	0.50	63.70	1.50	8.40	0.00	0.20	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	63.70	71.98	
2014	0.00	2.20	2.30	9.40	1.66	0.00	0.02	0.00	0.03	0.26	0.00	0.43	9.40	10.62	

Fuente: Propia

Tabla N°87: Análisis de métodos de distribución en la estación La Esperanza

DISTRIBUCIÓN	DELTA TEÓRICO	DELTA TABULAR	PMAX						
			T=2 años	T=5 años	T=10 años	T=25 años	T=50 años	T=100 años	T=500 años
NORMAL	0.2947	0.2074	No se ajusta						
LOG NORMAL 2P	0.1406	0.2074	18.9	59.88	109.48	208.32	315.62	458.6	976.92
LOG NORMAL 3P	0.0818	0.2074	15.49	60.32	127.87	288.06	488.2	785.46	2059.95
GAMMA 2P	0.2087	0.2074	No se ajusta						
GAMMA 3P	0.34628	0.2074	No se ajusta						
LOG PEARSON III	0.10548	0.2074	16.68	56.88	116.26	263.97	462.93	783.81	2404.2
GUMBEL	0.3334	0.2074	No se ajusta						
LOG GUMBEL	0.0987	0.2074	15.09	50.66	112.96	311.17	659.89	1391.67	7805.4

Fuente: Hidroesta2

Método de Dyck y Peschke

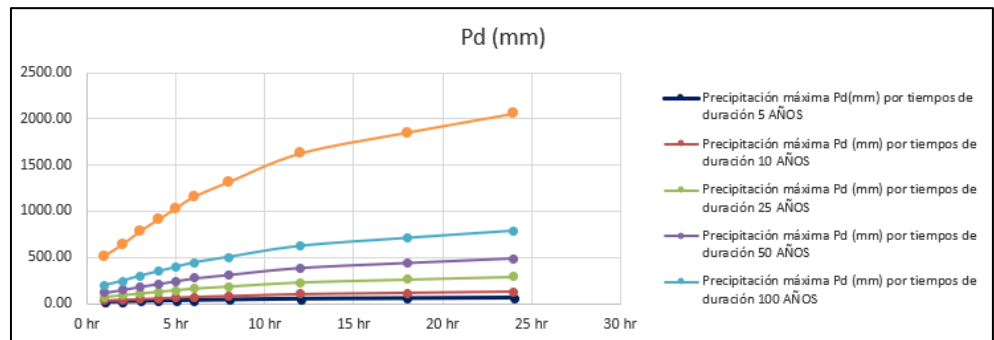
- Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tabla N°88: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración en la estación La Esperanza

Tiempo de duración		Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	15.49	60.32	127.87	288.06	488.20	785.46	2059.95
18 hr	1080	13.94	54.29	115.08	259.25	439.38	706.91	1853.96
12 hr	720	12.24	47.65	101.02	227.57	385.68	620.51	1627.36
8 hr	480	9.91	38.60	81.84	184.36	312.45	502.69	1318.37
6 hr	360	8.67	33.78	71.61	161.31	273.39	439.86	1153.57
5 hr	300	7.75	30.16	63.94	144.03	244.10	392.73	1029.98
4 hr	240	6.82	26.54	56.26	126.75	214.81	345.60	906.38
3 hr	180	5.89	22.92	48.59	109.46	185.52	298.47	782.78
2 hr	120	4.80	18.70	39.64	89.30	151.34	243.49	638.58
1 hr	60	3.87	15.08	31.97	72.02	122.05	196.37	514.99

Fuente: Propia

Gráfico N°39: Gráfica Pd de la estación La Esperanza



Fuente: Propia

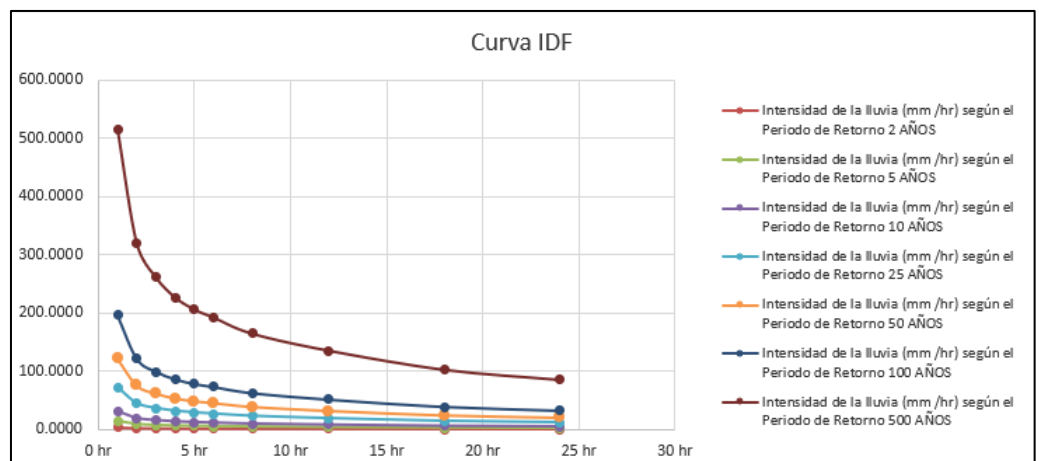
- Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma

Tabla N°89: Cuadro de intensidades de la estación La Esperanza

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	0.6454	2.5133	5.3279	12.0025	20.3417	32.7275	85.8313
18 hr	1080	0.7745	3.0160	6.3935	14.4030	24.4100	39.2730	102.9975
12 hr	720	1.0198	3.9711	8.4181	18.9640	32.1398	51.7095	135.6134
8 hr	480	1.2392	4.8256	10.2296	23.0448	39.0560	62.8368	164.7960
6 hr	360	1.4457	5.6299	11.9345	26.8856	45.5653	73.3096	192.2620
5 hr	300	1.5490	6.0320	12.7870	28.8060	48.8200	78.5460	205.9950
4 hr	240	1.7039	6.6352	14.0657	31.6866	53.7020	86.4006	226.5945
3 hr	180	1.9621	7.6405	16.1969	36.4876	61.8387	99.4916	260.9270
2 hr	120	2.4010	9.3496	19.8199	44.6493	75.6710	121.7463	319.2923
1 hr	60	3.8725	15.0800	31.9675	72.0150	122.0500	196.3650	514.9875

Fuente: Propia

Gráfico N°40: Gráfica IDF de la estación La Esperanza



Fuente: Propia

Regresión

- Cte. Regresión

Tabla N°90: Resumen de coeficientes de regresión estación La Esperanza

<i>Resumen de aplicación de regresión potencial</i>		
Periodo de Retorno (años)	Término cte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	33.25933946709	-0.53752143702
5	129.51603335408	-0.53752143702
10	274.55595465825	-0.53752143702
25	618.50776803670	-0.53752143702
50	1048.23818772313	-0.53752143702
100	1686.49972742519	-0.53752143702
500	4423.01977632139	-0.53752143702
Promedio =	1173.37096956940	-0.53752143702

Fuente: Propia

Tabla N°91: Segunda Regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d) estación La Esperanza

<i>Regresión potencial</i>								
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2		
1	2	33.2593	0.6931	3.5043	2.4290	0.4805		
2	5	129.5160	1.6094	4.8638	7.8280	2.5903		
3	10	274.5560	2.3026	5.6152	12.9294	5.3019		
4	25	618.5078	3.2189	6.4273	20.6887	10.3612		
5	50	1048.2382	3.9120	6.9549	27.2076	15.3039		
6	100	1686.4997	4.6052	7.4304	34.2183	21.2076		
7	500	4423.0198	6.2146	8.3946	52.1690	38.6214		
7	692	8213.5968	22.5558	43.1905	157.4700	93.8667		
<i>Ln (K) =</i>		3.3869	<i>K =</i>		29.5734	<i>m =</i>		0.8637

Fuente: Propia

Reemplazando los coeficientes se obtiene la fórmula de intensidad de la estación:

$$I = \frac{29.5734 * T}{t^{0.863737}}$$

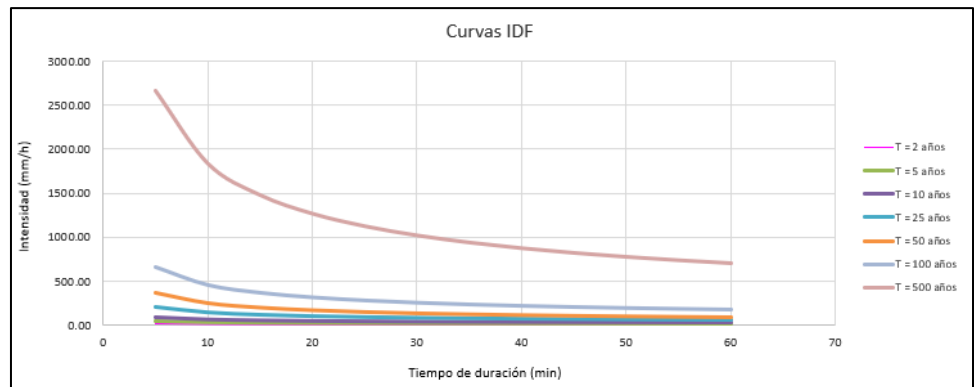
- Curvas IDF

Tabla N°92: Intensidades – tiempo de duración de la estación La Esperanza

Frecuencia años	Tabla de intensidades - Tiempo de duración											
	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	22.66	15.61	12.55	10.75	9.54	8.65	7.96	7.41	6.95	6.57	6.24	5.96
5	49.99	34.44	27.70	23.73	21.05	19.08	17.57	16.35	15.35	14.50	13.78	13.15
10	90.98	62.68	50.40	43.18	38.30	34.73	31.96	29.75	27.93	26.39	25.07	23.92
25	200.74	138.30	111.22	95.28	84.51	76.62	70.53	65.65	61.62	58.23	55.32	52.79
50	365.30	251.68	202.39	173.39	153.80	139.44	128.35	119.46	112.13	105.96	100.67	96.07
100	664.76	457.99	368.30	315.53	279.87	253.74	233.56	217.39	204.05	192.82	183.19	174.82
500	2669.26	1839.00	1478.86	1266.98	1123.78	1018.67	937.85	872.89	819.34	774.23	735.56	701.95

Fuente: Propia

Gráfico N°41: Gráfica IDF de la estación La Esperanza ajustada



Fuente: Propia

• Estación Bernal

Tabla N°93: Determinación de la P_{máx.} anual en la estación Bernal

AÑO	DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)												P. máx.	P. máx. x 1.13
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
1972	1.22	0.21	76.21	10.10	0.02	0.02	0.00	1.50	0.01	0.31	0.40	1.20	76.21	86.12
1973	7.70	25.40	2.12	0.71	1.09	1.30	0.00	0.01	0.52	1.00	0.00	1.11	25.40	28.70
1974	1.12	0.50	0.00	0.90	0.01	0.96	0.01	0.41	2.10	0.31	0.11	0.00	2.10	2.37
1975	0.01	6.90	15.30	0.00	0.11	0.02	0.00	0.20	0.10	1.62	0.01	0.00	15.30	17.28
1976	29.11	3.83	0.01	0.00	1.80	0.01	0.51	0.01	0.30	0.50	0.02	0.00	29.11	32.88
1977	0.81	27.91	14.50	20.60	0.01	0.01	0.01	0.01	3.60	0.00	0.00	0.00	27.91	31.54
1978	0.00	0.61	9.21	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	9.21	10.41
1979	0.11	0.31	0.11	3.70	1.11	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	3.70	4.18
1980	0.12	1.50	4.91	0.61	0.01	0.00	0.03	0.03	0.00	0.02	1.23	0.01	4.91	5.55
1981	0.01	1.20	1.92	0.02	0.00	0.01	0.07	0.03	0.00	0.11	0.13	1.22	1.92	2.17
1982	0.01	0.00	0.00	0.63	0.32	0.00	0.00	0.02	0.02	1.23	0.02	0.04	1.23	1.39
1983	89.07	85.53	578.67	159.48	12.58	4.69	4.35	1.95	5.32	6.54	17.48	44.70	578.67	653.90
1984	1.07	1.33	2.38	0.66	0.05	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.07	0.18	2.38	2.69
1985	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.20	0.30	0.34
1986	0.70	3.80	0.40	7.80	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	1.90	0.00	7.80	8.81
1987	3.90	23.40	70.60	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	70.60	79.78
1988	9.20	7.20	0.00	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	3.60	2.10	9.20	10.40
1989	9.20	7.80	9.40	0.00	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.40	10.62
1990	0.00	4.50	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	5.09
1991	0.00	3.20	2.60	0.00	0.00	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	2.50	1.50	3.50	3.96
1992	0.00	7.50	77.30	8.30	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	77.30	87.35
1993	2.30	14.20	0.00	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	14.20	16.05
1994	0.50	2.80	20.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.51	0.00	0.00	0.00	10.50	20.00	22.60
1995	1.60	5.60	0.01	2.30	0.01	0.00	0.02	0.00	0.50	0.00	0.11	3.70	5.60	6.33
1996	1.30	0.01	2.30	1.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.01	0.60	2.30	2.60
1997	0.00	4.81	1.00	10.30	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.82	36.50	36.50	41.25
1998	459.10	389.80	333.80	16.62	1.22	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04	0.01	0.03	459.10	518.78
1999	0.23	48.12	10.30	7.40	3.51	1.30	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	48.12	54.38
2000	0.40	2.10	2.04	5.91	0.74	1.44	0.01	0.00	0.41	0.00	0.00	3.04	5.91	6.68
2001	0.03	0.03	68.04	24.11	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	1.04	0.63	0.73	68.04	76.89
2002	0.01	3.44	28.83	85.33	0.03	0.02	0.04	0.01	0.00	0.33	0.04	0.11	85.33	96.42
2003	1.81	8.32	1.22	0.73	0.03	1.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.61	0.13	8.32	9.40
2004	4.71	0.01	0.04	2.21	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.03	4.02	4.71	5.32
2005	0.00	0.11	8.13	0.43	0.02	0.03	0.00	0.02	0.00	0.06	0.05	1.01	8.13	9.19
2006	0.08	13.92	26.65	0.36	0.03	0.61	0.38	0.00	0.01	0.01	0.31	0.11	26.65	30.11
2007	0.26	0.01	0.08	7.14	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.06	4.79	0.06	7.14	8.07
2008	0.95	27.76	13.54	0.03	0.04	0.02	0.21	0.01	0.00	0.05	0.08	0.00	27.76	31.37
2009	19.24	21.43	13.62	0.20	0.53	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	3.81	0.05	21.43	24.22
2010	3.99	40.52	8.85	5.13	1.34	0.02	0.01	0.03	0.06	1.10	0.27	0.43	40.52	45.79
2011	3.22	0.03	0.03	11.13	1.54	0.00	1.75	0.03	0.03	0.04	0.83	0.04	11.13	12.58
2012	8.84	23.41	11.75	4.91	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.81	2.85	0.02	23.41	26.45
2013	0.02	0.11	51.02	0.00	3.34	0.00	0.01	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	51.02	57.65
2014	0.30	0.10	3.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	4.19

Fuente: Propia

Tabla N°94: Análisis de métodos de distribución en la estación Bernal

DISTRIBUCIÓN	DELTA TEÓRICO	DELTA TABULAR	PMAK						
			T=2 años	T=5 años	T=10 años	T=25 años	T=50 años	T=100 años	T=500 años
NORMAL	0.3181	0.2074	No se ajusta						
LOG NORMAL 2P	0.0713	0.2074	15.2	54.04	104.92	212.83	336.07	506.8	1163.97
LOG NORMAL 3P	0.0675	0.2074	14.99	53.67	104.77	213.88	339.15	513.42	1188.5
GAMMA 2P	0.1553	0.2074	24.06	83.83	136.65	211.36	270.1	330.09	471.5
GAMMA 3P	0.47298	0.2074	No se ajusta						
LOG PEARSON III	0.05956	0.2074	69.01	53.18	107.87	234.16	390.84	624.33	1633.32
GUMBEL	0.3639	0.2074	No se ajusta						
LOG GUMBEL	0.1017	0.2074	11.87	44.96	108.59	330.86	756.14	1717.56	11436.2

Fuente: Hidroesta2

Método de Dyck y Peschke

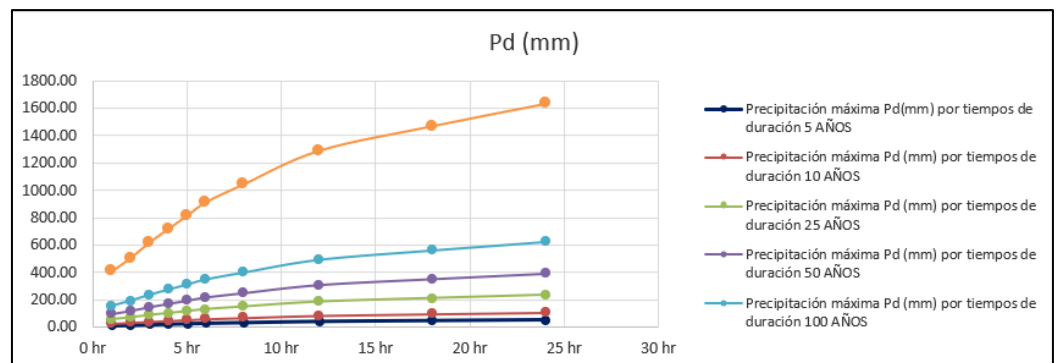
- Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tabla N°95: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración en la estación Bernal

Tiempo de duración		Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	69.01	53.18	107.87	234.16	390.84	624.33	1633.32
18 hr	1080	62.11	47.86	97.08	210.74	351.76	561.90	1469.99
12 hr	720	54.52	42.01	85.22	184.99	308.76	493.22	1290.32
8 hr	480	44.17	34.04	69.04	149.86	250.14	399.57	1045.32
6 hr	360	38.65	29.78	60.41	131.13	218.87	349.62	914.66
5 hr	300	34.51	26.59	53.94	117.08	195.42	312.17	816.66
4 hr	240	30.36	23.40	47.46	103.03	171.97	274.71	718.66
3 hr	180	26.22	20.21	40.99	88.98	148.52	237.25	620.66
2 hr	120	21.39	16.49	33.44	72.59	121.16	193.54	506.33
1 hr	60	17.25	13.30	26.97	58.54	97.71	156.08	408.33

Fuente: Propia

Gráfico N°42: Gráfica Pd de la estación Bernal



Fuente: Propia

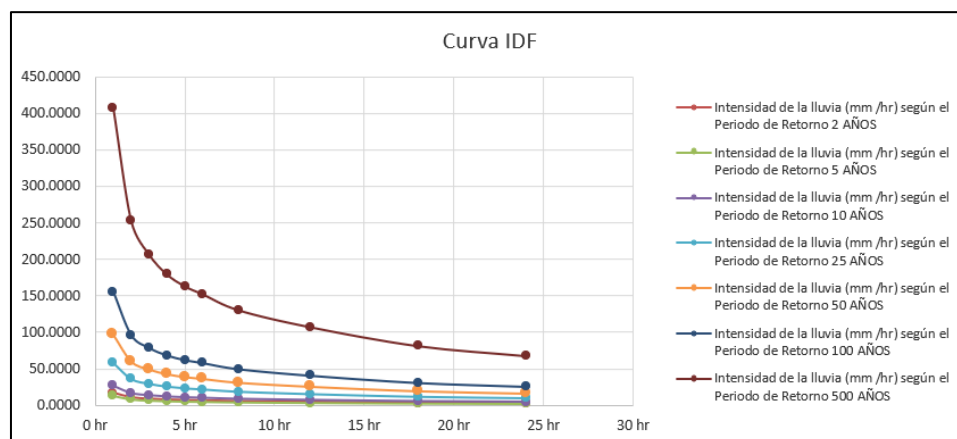
- Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma

Tabla N°96: Cuadro de intensidades de la estación Bernal

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	2.8754	2.2158	4.4946	9.7567	16.2850	26.0138	68.0550
18 hr	1080	3.4505	2.6590	5.3935	11.7080	19.5420	31.2165	81.6660
12 hr	720	4.5432	3.5010	7.1014	15.4155	25.7303	41.1017	107.5269
8 hr	480	5.5208	4.2544	8.6296	18.7328	31.2672	49.9464	130.6656
6 hr	360	6.4409	4.9635	10.0679	21.8549	36.4784	58.2708	152.4432
5 hr	300	6.9010	5.3180	10.7870	23.4160	39.0840	62.4330	163.3320
4 hr	240	7.5911	5.8498	11.8657	25.7576	42.9924	68.6763	179.6652
3 hr	180	8.7413	6.7361	13.6635	29.6603	49.5064	79.0818	206.8872
2 hr	120	10.6966	8.2429	16.7199	36.2948	60.5802	96.7712	253.1646
1 hr	60	17.2525	13.2950	26.9675	58.5400	97.7100	156.0825	408.3300

Fuente: Propia

Gráfico N°43: Gráfica IDF de la estación Bernal



Fuente: Propia

Regresión

- Cte. Regresión

Tabla N°97: Resumen de coeficientes de regresión estación Bernal

<i>Resumen de aplicación de regresión potencial</i>		
Periodo de Retorno (años)	Término cte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	148.17475898151	-0.53752143702
5	114.18538882244	-0.53752143702
10	231.61297277692	-0.53752143702
25	502.77643186654	-0.53752143702
50	839.19175192481	-0.53752143702
100	1340.52959389835	-0.53752143702
500	3506.98155832030	-0.53752143702
Promedio =	954.77892237013	-0.53752143702

Fuente: Propia

Tabla N°98: Segunda Regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d) estación Bernal

Regresión potencial								
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2		
1	2	148.1748	0.6931	4.9984	3.4646	0.4805		
2	5	114.1854	1.6094	4.7378	7.6252	2.5903		
3	10	231.6130	2.3026	5.4451	12.5377	5.3019		
4	25	502.7764	3.2189	6.2201	20.0219	10.3612		
5	50	839.1918	3.9120	6.7324	26.3375	15.3039		
6	100	1340.5296	4.6052	7.2008	33.1610	21.2076		
7	500	3506.9816	6.2146	8.1625	50.7268	38.6214		
7	692	6683.4525	22.5558	43.4972	153.8747	93.8667		
Ln (K) =		4.1279	K =		62.0446	m =		0.6474

Fuente: Propia

Reemplazando los coeficientes se obtiene la fórmula de intensidad de la estación:

$$I = \frac{62.0446 * T^{0.647381}}{t^{0.53752}}$$

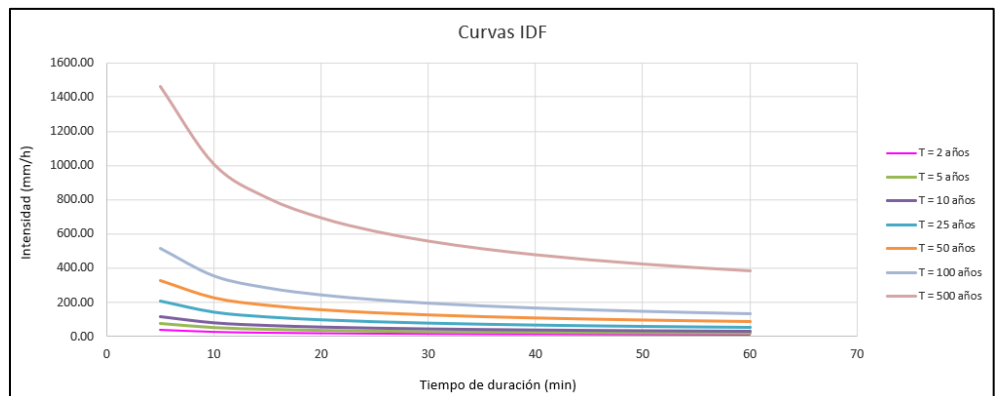
- Curvas IDF

Tabla N°99: Intensidades – tiempo de duración de la estación Bernal

Frecuencia años	Tabla de intensidades - Tiempo de duración											
	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	40.91	28.19	22.67	19.42	17.23	15.62	14.38	13.38	12.56	11.87	11.27	10.76
5	74.04	51.01	41.02	35.15	31.17	28.26	26.02	24.21	22.73	21.48	20.40	19.47
10	115.98	79.90	64.26	55.05	48.83	44.27	40.75	37.93	35.60	33.64	31.96	30.50
25	209.89	144.60	116.29	99.63	88.37	80.12	73.75	68.64	64.43	60.88	57.84	55.20
50	328.76	226.50	182.14	156.05	138.41	125.49	115.51	107.51	100.91	95.36	90.59	86.46
100	514.94	354.77	285.29	244.42	216.79	196.55	180.92	168.39	158.06	149.36	141.90	135.42
500	1459.67	1005.64	808.71	692.84	614.53	557.16	512.86	477.34	448.05	423.38	402.24	383.86

Fuente: Propia

Gráfico N°44: Gráfica IDF de la estación Bernal ajustada



Fuente: Propia

• Estación Chusis

Tabla N°100: Determinación de la Pmáx. anual en la estación Chusis

AÑO	DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)												P. máx	P. máx. x 1.13
	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
1972	1.80	1.00	92.00	3.80	0.50	0.00	0.00	0.90	1.00	2.10	0.40	2.00	92.00	103.96
1973	4.30	19.40	4.90	2.50	3.40	1.00	0.30	0.00	4.50	0.80	1.30	1.60	19.40	21.92
1974	1.80	1.80	0.00	0.50	0.20	2.30	0.00	0.80	3.00	4.50	0.80	0.50	4.50	5.09
1975	2.00	5.60	14.90	9.00	1.90	0.00	0.00	1.80	0.90	3.80	0.40	0.00	14.90	16.84
1976	32.20	1.80	0.90	0.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	32.20	36.39
1977	1.50	21.10	8.20	6.90	1.00	0.00	1.00	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	21.10	23.84
1978	0.00	0.30	5.70	1.90	0.40	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	5.70	6.44
1979	1.00	1.00	0.00	10.60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.60	11.98
1980	0.00	0.00	5.40	7.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.20	4.10	1.50	7.60	8.59
1981	0.00	1.20	11.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	5.30	11.40	12.88
1982	0.00	0.00	0.00	4.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20	0.00	0.50	4.00	4.52
1983	55.90	225.01	294.30	189.10	25.50	39.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	294.30	332.56
1984	0.00	1.20	0.00	9.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.20	10.40
1985	2.13	0.00	0.00	0.00	0.17	0.16	0.04	0.01	0.04	0.09	0.07	0.28	2.13	2.41
1986	1.78	2.13	2.42	1.13	0.14	0.13	0.03	0.01	0.04	0.07	0.06	0.23	2.42	2.74
1987	13.86	16.54	18.85	8.78	1.08	1.04	0.23	0.08	0.28	0.00	0.00	0.00	18.85	21.30
1988	0.00	0.00	0.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.70	2.38	7.00	7.91	
1989	4.00	1.30	7.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.40	8.36
1990	0.00	0.40	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.93	1.05
1991	1.06	1.27	1.45	0.68	0.08	0.08	0.02	0.01	0.02	0.04	0.04	0.80	1.45	1.64
1992	21.53	2.90	56.00	22.00	0.00	0.00	0.12	0.44	0.86	0.74	2.94	56.00	63.28	
1993	2.71	3.24	3.69	1.72	0.21	0.20	0.05	0.02	0.06	0.11	0.09	0.35	3.69	4.17
1994	2.60	0.60	1.22	0.57	0.07	0.06	0.01	0.10	0.02	0.03	0.00	11.00	11.00	12.43
1995	1.40	3.90	0.00	1.20	0.80	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.60	2.80	3.90	4.41
1996	1.10	0.20	0.00	0.80	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.20	1.36
1997	0.00	2.40	0.30	8.70	0.00	0.00	7.09	0.00	0.00	2.10	42.20	42.20	47.69	
1998	500.90	272.30	202.10	7.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	500.90	566.02
1999	2.10	35.60	1.80	4.70	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.60	40.23
2000	0.00	1.90	2.60	4.10	3.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.90	14.90	16.84
2001	0.00	0.00	39.10	15.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.00	39.10	44.18
2002	0.00	2.60	20.00	66.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.60	0.40	66.90	75.60
2003	1.90	8.70	0.30	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.40	8.70	9.83
2004	0.00	0.00	0.00	1.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.34	0.00	2.80	2.80	3.16
2005	0.00	0.00	5.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.10	5.89
2006	0.00	14.41	29.90	0.01	0.00	0.02	0.40	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	29.90	33.79
2007	2.33	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	0.00	4.00	4.52
2008	0.50	20.60	16.60	0.00	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	2.00	0.01	0.00	20.60	23.28
2009	0.00	24.90	8.50	1.50	1.90	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	5.40	0.00	24.90	28.14
2010	0.00	39.34	5.11	10.41	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.30	39.34	44.45
2011	1.20	0.00	0.00	11.20	0.70	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.01	1.50	11.20	12.66
2012	3.02	29.60	13.61	7.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	29.60	33.45
2013	0.00	0.50	54.11	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.11	61.14
2014	1.07	1.23	1.50	0.00	0.08	0.08	0.02	0.01	0.02	0.04	0.04	0.16	1.50	1.69

Fuente: Propia

Tabla N°101: Análisis de métodos de distribución en la estación Chusis

DISTRIBUCIÓN	DELTA TEÓRICO	DELTA TABULAR	PMAx						
			T=2 años	T=5 años	T=10 años	T=25 años	T=50 años	T=100 años	T=500 años
NORMAL	0.3165	0.2074	No se ajusta						
LOG NORMAL 2P	0.0461	0.2074	13.98	45.3	83.81	161.46	246.6	360.92	780.16
LOG NORMAL 3P	0.0443	0.2074	12.64	45.83	91.39	191.66	309.64	476.91	1144.12
GAMMA 2P	0.1319	0.2074	21.06	68.21	108.74	165.41	209.7	254.75	360.59
GAMMA 3P	0.42859	0.2074	No se ajusta						
LOG PEARSON III	0.04858	0.2074	12.83	43.89	87.71	190.79	321.91	522.67	1442.15
GUMBEL	0.3619	0.2074	No se ajusta						
LOG GUMBEL	0.0919	0.2074	11.11	38.2	86.52	243.06	523	1119.01	6489.01

Fuente: Hidroesta2

Método de Dyck y Peschke

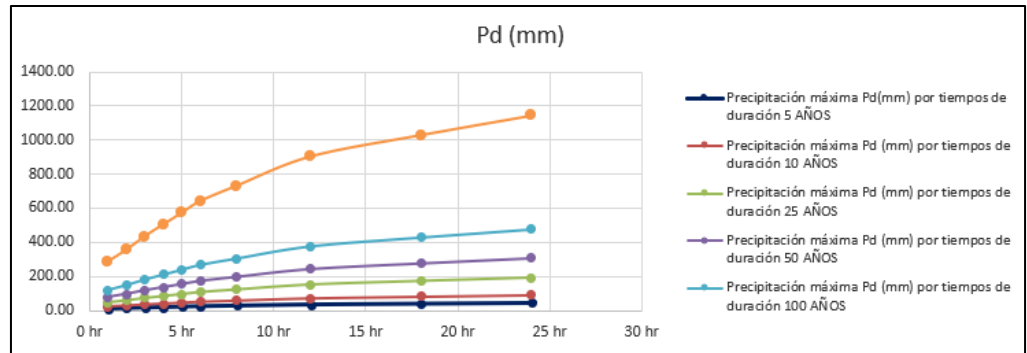
- Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tabla N°102: Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración en la estación Chusis

Tiempo de duración		Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	12.64	45.83	91.39	191.66	309.64	476.91	1144.12
18 hr	1080	11.38	41.25	82.25	172.49	278.68	429.22	1029.71
12 hr	720	9.99	36.21	72.20	151.41	244.62	376.76	903.85
8 hr	480	8.09	29.33	58.49	122.66	198.17	305.22	732.24
6 hr	360	7.08	25.66	51.18	107.33	173.40	267.07	640.71
5 hr	300	6.32	22.92	45.70	95.83	154.82	238.46	572.06
4 hr	240	5.56	20.17	40.21	84.33	136.24	209.84	503.41
3 hr	180	4.80	17.42	34.73	72.83	117.66	181.23	434.77
2 hr	120	3.92	14.21	28.33	59.41	95.99	147.84	354.68
1 hr	60	3.16	11.46	22.85	47.92	77.41	119.23	286.03

Fuente: Propia

Gráfico N°45: Gráfica Pd de la estación Chusis



Fuente: Propia

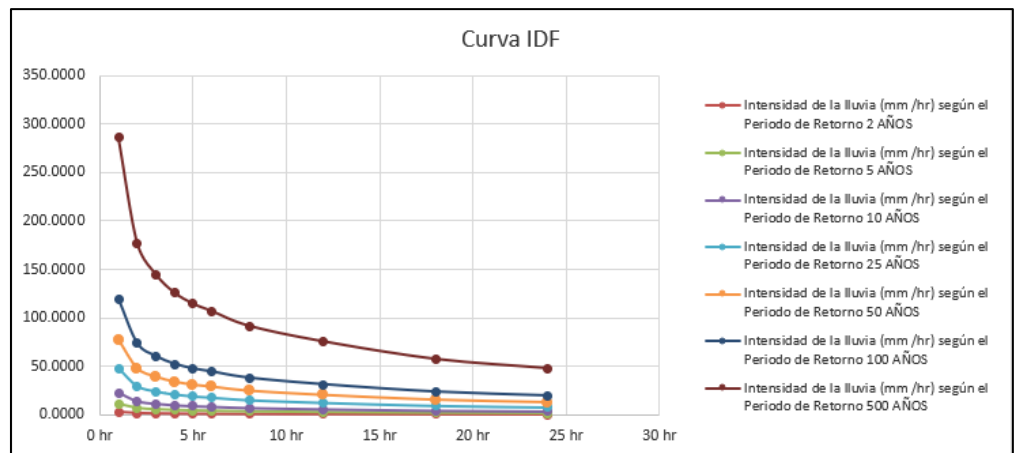
- **Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma**

Tabla N°103: Cuadro de intensidades de la estación Chusis

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno						
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	1440	0.5267	1.9096	3.8079	7.9858	12.9017	19.8713	47.6717
18 hr	1080	0.6320	2.2915	4.5695	9.5830	15.4820	23.8455	57.2060
12 hr	720	0.8321	3.0171	6.0165	12.6176	20.3846	31.3966	75.3212
8 hr	480	1.0112	3.6664	7.3112	15.3328	24.7712	38.1528	91.5296
6 hr	360	1.1797	4.2775	8.5297	17.8883	28.8997	44.5116	106.7845
5 hr	300	1.2640	4.5830	9.1390	19.1660	30.9640	47.6910	114.4120
4 hr	240	1.3904	5.0413	10.0529	21.0826	34.0604	52.4601	125.8532
3 hr	180	1.6011	5.8051	11.5761	24.2769	39.2211	60.4086	144.9219
2 hr	120	1.9592	7.1037	14.1655	29.7073	47.9942	73.9211	177.3386
1 hr	60	3.1600	11.4575	22.8475	47.9150	77.4100	119.2275	286.0300

Fuente: Propia

Gráfico N°46: Gráfica IDF de la estación Chusis



Fuente: Propia

Regresión

- Cte. Regresión

Tabla N°104: Resumen de coeficientes de regresión estación Chusis

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de Retorno (años)	Término cte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	27.13996454900	-0.53752143702
5	98.40384298106	-0.53752143702
10	196.22795570671	-0.53752143702
25	411.52259536873	-0.53752143702
50	664.84324548666	-0.53752143702
100	1023.99687445108	-0.53752143702
500	2456.59622150306	-0.53752143702
Promedio =	696.96152857804	-0.53752143702

Fuente: Propia

Tabla N°105: Segunda Regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d) estación Chusis

Regresión potencial						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	27.1400	0.6931	3.3010	2.2881	0.4805
2	5	98.4038	1.6094	4.5891	7.3858	2.5903
3	10	196.2280	2.3026	5.2793	12.1560	5.3019
4	25	411.5226	3.2189	6.0199	19.3772	10.3612
5	50	664.8432	3.9120	6.4996	25.4264	15.3039
6	100	1023.9969	4.6052	6.9315	31.9206	21.2076
7	500	2456.5962	6.2146	7.8065	48.5145	38.6214
7	692	4878.7307	22.5558	40.4268	147.0686	93.8667
Ln (K) =	3.2196	K =	25.0184	m =	0.7931	

Fuente: Propia

Reemplazando los coeficientes se obtiene la fórmula de intensidad de la estación:

$$I = \frac{25.0184 * T}{t} + 0.793120$$

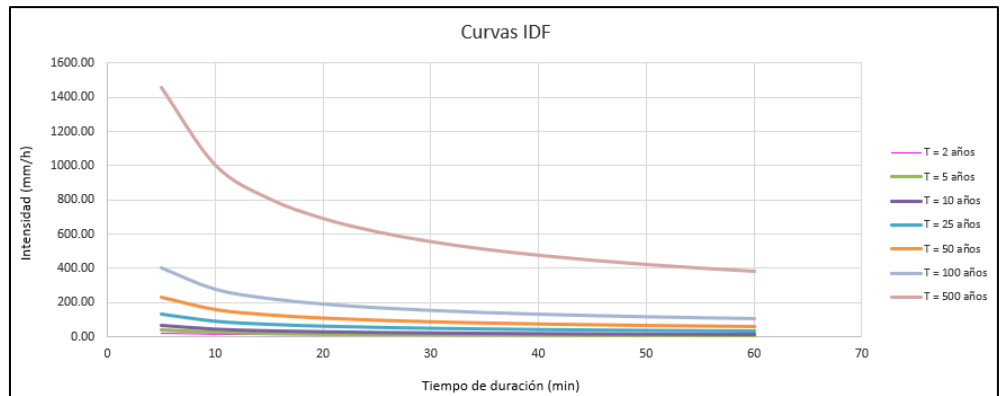
- Curvas IDF

Tabla N°106: Intensidades – tiempo de duración de la estación Chusis

Frecuencia años	Tabla de intensidades - Tiempo de duración											
	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	18.25	12.57	10.11	8.66	7.68	6.97	6.41	5.97	5.60	5.29	5.03	4.80
5	37.75	26.01	20.91	17.92	15.89	14.41	13.26	12.34	11.59	10.95	10.40	9.93
10	65.41	45.07	36.24	31.05	27.54	24.97	22.98	21.39	20.08	18.97	18.03	17.20
25	135.30	93.21	74.96	64.22	56.96	51.64	47.54	44.24	41.53	39.24	37.28	35.58
50	234.44	161.52	129.89	111.28	98.70	89.49	82.37	76.67	71.96	68.00	64.60	61.65
100	406.25	279.88	225.07	192.83	171.03	155.07	142.73	132.85	124.70	117.83	111.95	106.83
500	1455.98	1003.10	806.66	691.09	612.98	555.75	511.56	476.13	446.92	422.31	401.22	382.89

Fuente: Propia

Gráfico N°47: Gráfica IDF de la estación Chusis ajustada



Fuente: Propia

CONCLUSIONES

Se han agrupado las 8 estaciones en 2 grupos de acuerdo a su distancia para un mejor ajuste en el estudio. El primer grupo incluía a las estaciones Chulucanas, Morropón, Hacienda Bigote, Huarmaca y Sondorillo; en el segundo grupo tenemos las estaciones La Esperanza, Bernal y Chusis.

Antes de realizar el estudio, se ha hecho un análisis de consistencia de la data obtenida del Senamhi. Del análisis se puede apreciar que las 8 estaciones muestran cierto grado de consistencia con muy poca variación en sus datos a excepción de la estación Chulucanas ya que cuenta con 4 años de data incompleta (desde el año 1991 hasta 1996) lo que genera cierta inconsistencia considerable. También se puede apreciar, en el análisis de consistencia de las estaciones del grupo 2, pertenecientes a la región sierra del departamento de Piura, una presencia de tendencias y saltos considerables en su data, esto se debe al fenómeno El Niño ya que cierta variación ocurre en los años 1983 y 1998 mostrando un aumento significativo en las lluvias, se puede apreciar un aumento de 861.23 mm en la precipitación anual del año 1982 a 1983 y un aumento de 953.51 mm en la precipitación anual del año 1997 al 1998 .

Para la estimación de datos faltantes se han empleado tres métodos de acuerdo a la necesidad de las estaciones. Se ha realizado un análisis de correlación entre las estaciones y sus promedios para encontrar cierta correlación entre las estaciones para usar el método de la recta de regresión, obteniendo como resultado la sumatoria de las precipitaciones máximas mensuales por cada y procediendo a distribuir esta sumatoria de precipitaciones con el método del promedio aritmético. La una estación, que no encontró correlación con otra, fue la estación Sondorillo. En este caso se usó el método de Promedios Ponderados.

Obtenida la data completa, se procedió a hacer otro análisis de consistencia obteniendo como resultado consistencia en todas las estaciones, excepto la estación Chulucanas. A esta estación se le hizo la corrección da datos mediante el método de la curva doble masa.

Para elaborar las curvas IDF se buscó un método de distribución que se ajuste más a cada estación, es indispensable realizar este análisis ya que hay una variación

muy significativa de precipitación entre cada método de distribución, esto se puede apreciar en el procedimiento, después se hizo uso del método de Dyck y Peschke y para un mejor ajuste se le realizó dos regresiones, arrojando un ajuste significativo.

RECOMENDACIONES

Para encontrar correlación entre estaciones pluviométricas, se recomienda agruparlas de acuerdo a su cercanía de ubicación para obtener un mayor ajuste ya que mientras más distintas se encuentren, más significativa la inconsistencia.

De acuerdo a lo trabajado, hemos podido apreciar que siempre habrá un problema con la data histórica de las estaciones pluviométricas, más aún si es data antigua. Siempre es bueno hacer un análisis de consistencia para determinar la fiabilidad de la data.

Para elaborar las curvas IDF, se recomienda realizar un análisis de los métodos de distribución para determinar la que mejor se ajuste a la data, ya que hay una diferencia significativa entre cada método lo cuál podría ocasionar un error significativo en la elaboración de estas.

Se recomienda hacer dos regresiones para elaborar curvas IDF más precisas y detalladas.

Antes de trabajar con cierta data de precipitaciones para el diseño de obras hidráulicas, la delimitación de zonas de riesgo u otros usos, se recomienda hacer un análisis de consistencia para verificar la fiabilidad de la data.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Josué Gabriel Venegas Zapata. (2020). Análisis estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios en el periodo 2006-2018 para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el Distrito Metropolitano de Quito – Quito
<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7482/1/T3268-MCCNA-Venegas-Analisis.pdf>.
- Huamán Carhuatocto, Marlon. (2019). Análisis de la variabilidad climática de las estaciones pluviométricas e hidrométricas de la cuenca del rio chancay al 2017 - Pimentel-Perú
<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6154>.
- SENAMHI Jr. Cahuide 785 Jesús María. (2004). Caracterización Climática Cuenca del Río Piura - Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – Lima, Perú. en la Dirección de Climatología del SENAMHI.
- Jesús María, Lima. (1969). Descarga de datos Meteorológicos a nivel nacional - (SENAMHI – Perú)
<https://www.senamhi.gob.pe/?&p=descarga-datos-hidrometeorologicos>
- JUAN PABLO VALENCIA MAMANI. (2015). Analisis espacial y temporales de las precipitaciones en la cuenca del rio ilave -(puno peru).
file:///C:/Users/PC-MANUEL/Downloads/Valencia_%20Mamani_Juan_Pablo.pdf.
- Fallas, B. y Alfaro, E. J. (2012). Uso de herramientas estadísticas para la predicción estacional del campo de precipitación en América Central como apoyo a los Foros Climáticos Regionales. 2: Análisis de Correlación Canónica. Revista de Climatología, 12, 93-105.
- IRI. The Climate Predictability Tool. Recuperado el 15 de enero de 2017, de <http://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/tools/cpt/>

- Tesén K. (2017). Evaluación y mejora de pronósticos El Niño con la herramienta estadística CPT para la región Piura (Tesis de pregrado). Universidad de Piura, Perú.

- Villón Béjar, M. (2011). Hidrología. Lima - Perú: Villón.

- Villón Béjar, M. (2016). Hidrología Estadística. Lima - Perú: Villón.

- Science and Development Network. (2015). Herramienta de predicción climática muestra su eficacia. Recuperado el 15 de enero de 2017, de <http://www.scidev.net/america-latina/cambio-climatico/noticias/herramienta-deprediccion-climatica-muestra-su-eficacia.html>.

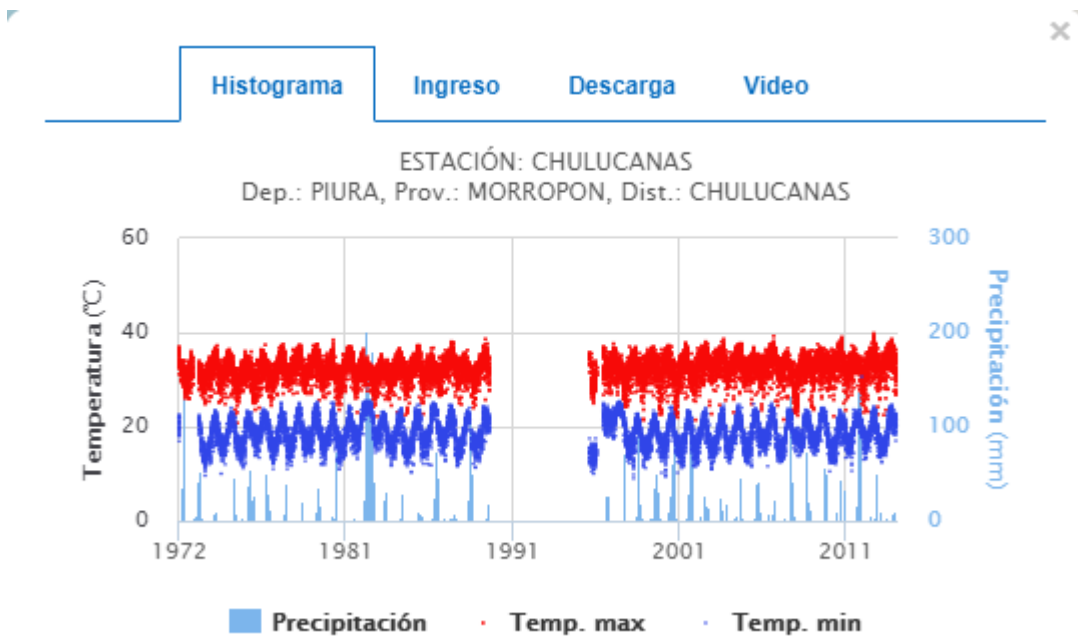
- ENFEN. (2012-2017). Comunicados Oficiales ENFEN. Recuperado el 17 de marzo, de <http://www.senamhi.gob.pe/?p=0812>.

- Andriucci, L; Sant'anna Neto, J; Ferreira, M. (2002). Análisis de la variabilidad y tendencia de las lluvias y la descripción de la producción agrícola en la Cuenca del río Pirapó - PR. Boletín de Geografía, 20, 214-57.

ANEXOS

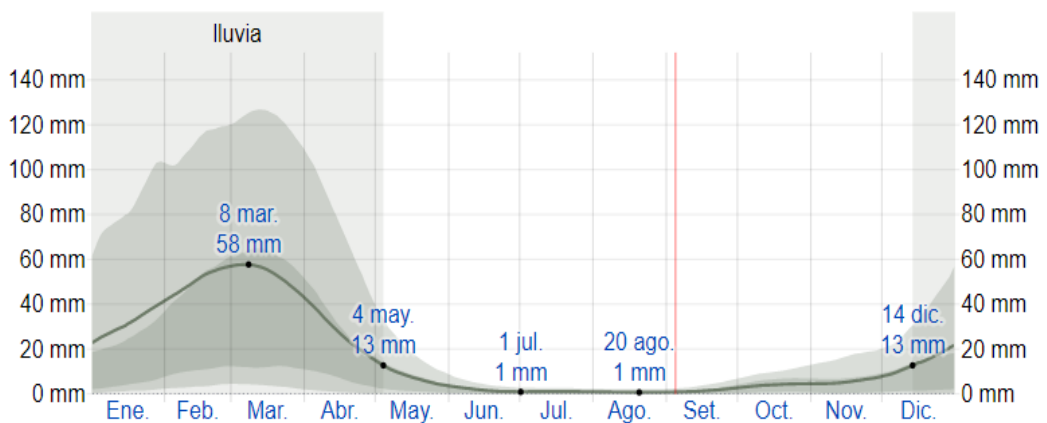
ESTACIÓN: Chulucanas

Figura 1. COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO 1972-2011 DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA CHULUCANAS



FUENTE: SENAMHI

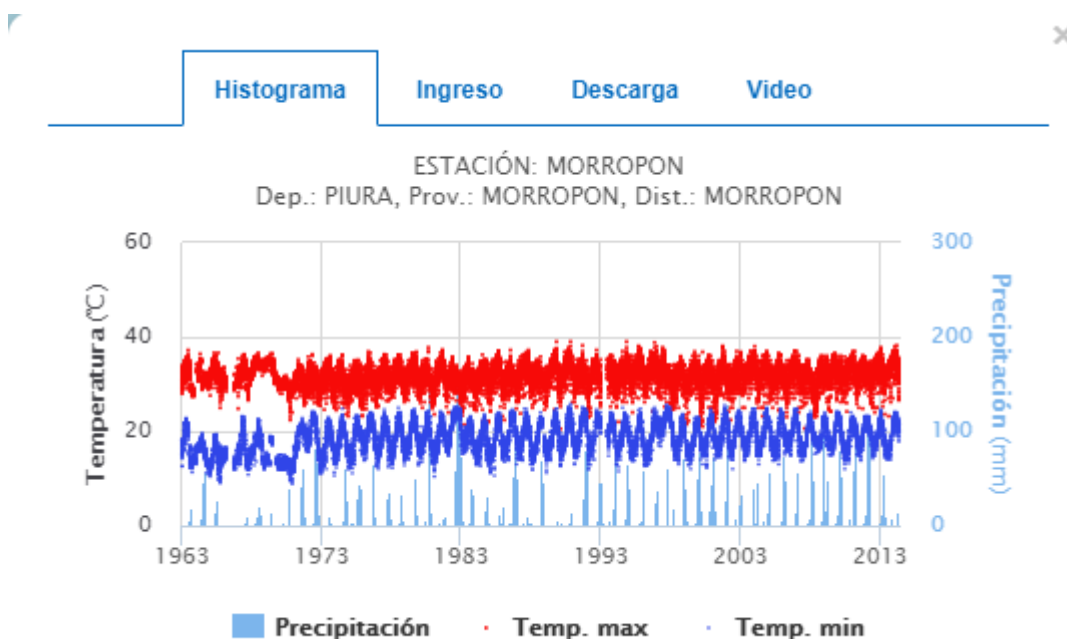
Figura 2. Precipitación de lluvia mensual promedio



Fuente: La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25º al 75º y del 10º al 90º. La línea delgada punteada es el equivalente de nieve en líquido promedio correspondiente.

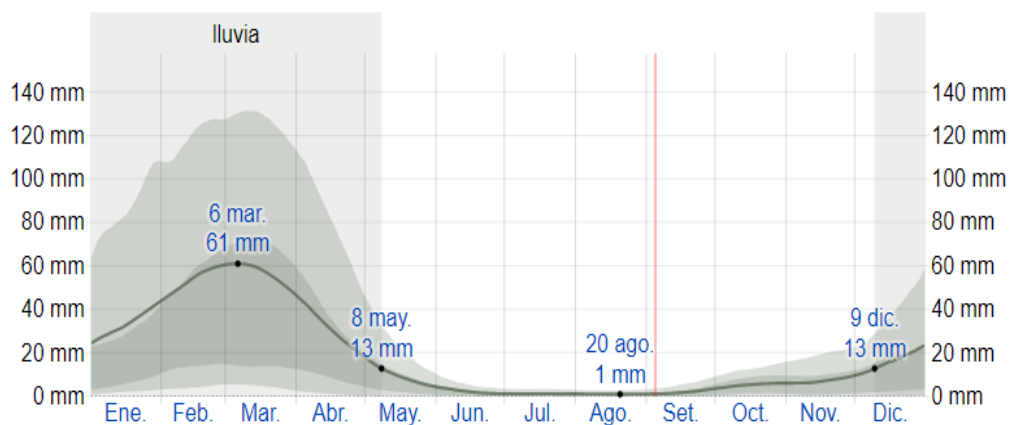
ESTACIÓN: Morropón

Figura 3. COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO 1963-2013 DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA MORROPÓN



FUENTE: SENAMHI

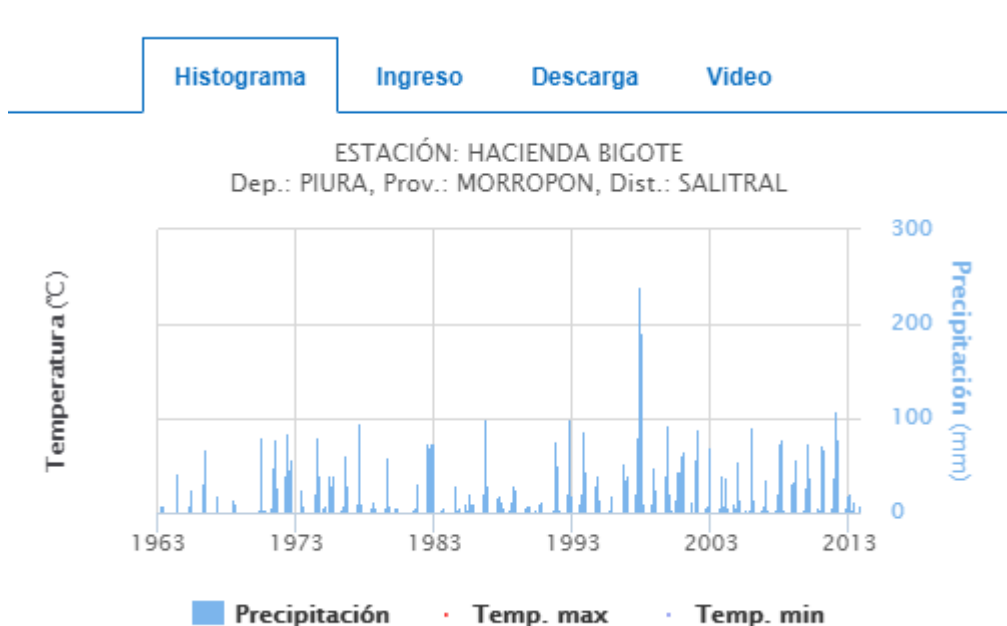
Figura 4. Precipitación de lluvia mensual promedio



Fuente: La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25º al 75º y del 10º al 90º. La línea delgada punteada es el equivalente de nieve en líquido promedio correspondiente.

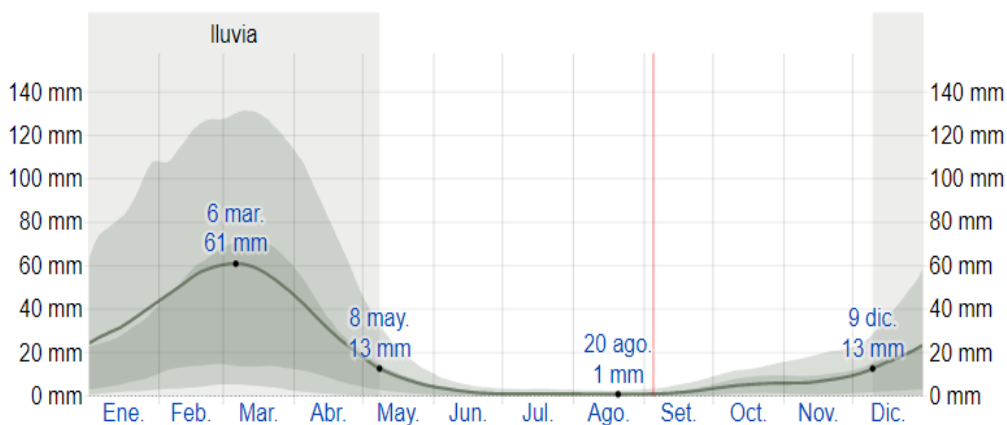
ESTACIÓN: Hacienda Bigote

Figura 5. COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO 1963-2013 DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA HACIENDA BIGOTE



FUENTE: SENAMHI

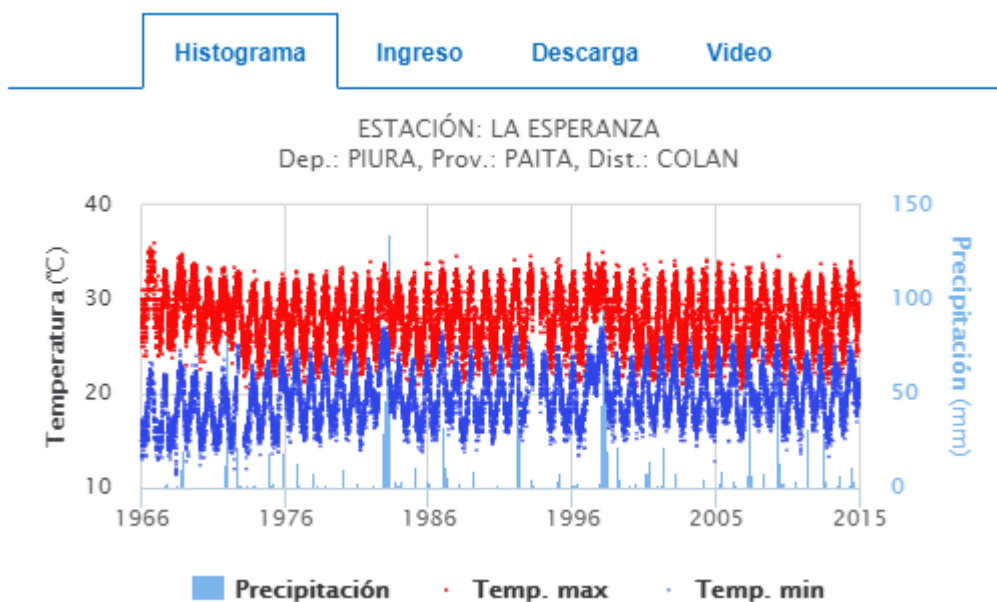
Figura 6. Precipitación de lluvia mensual promedio



Fuente: La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25^o al 75^o y del 10^o al 90^o. La línea delgada punteada es el equivalente de nieve en líquido promedio corresponde.

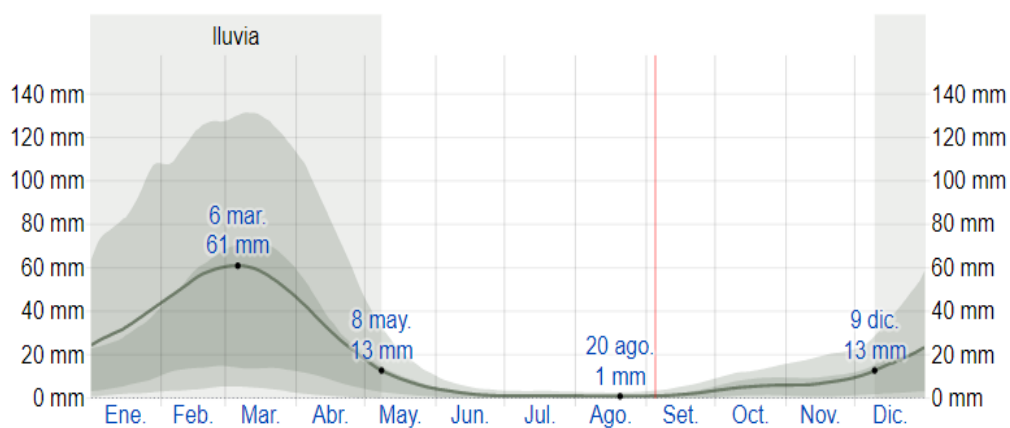
ESTACIÓN: la Esperanza

Figura 7. COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO 1966-2015 DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA LA ESPERANZA



FUENTE: SENAMHI

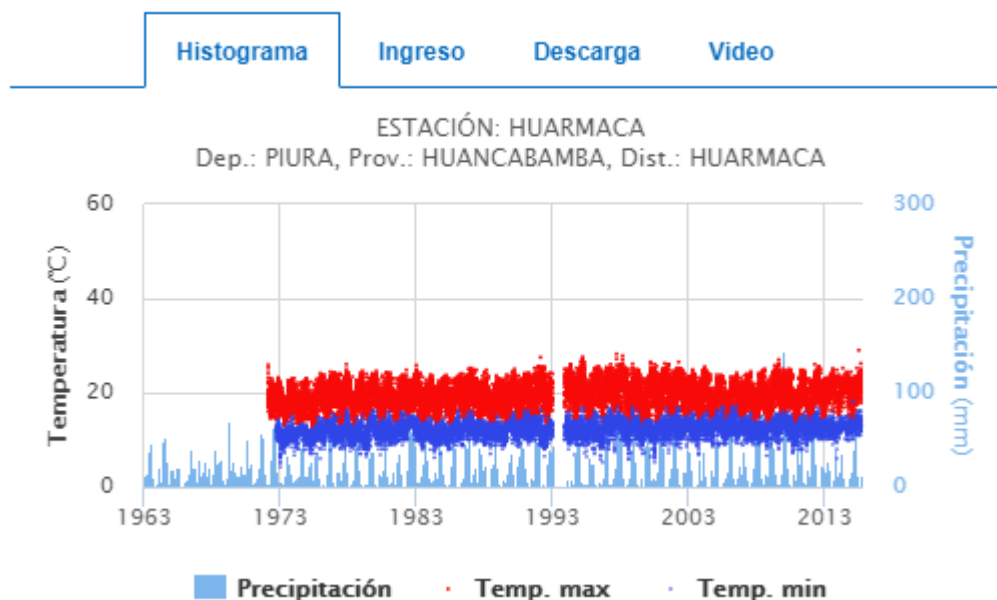
Figura 8. Precipitación de lluvia mensual promedio



Fuente: La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25º al 75º y del 10º al 90º. La línea delgada punteada es el equivalente de nieve en líquido promedio correspondiente.

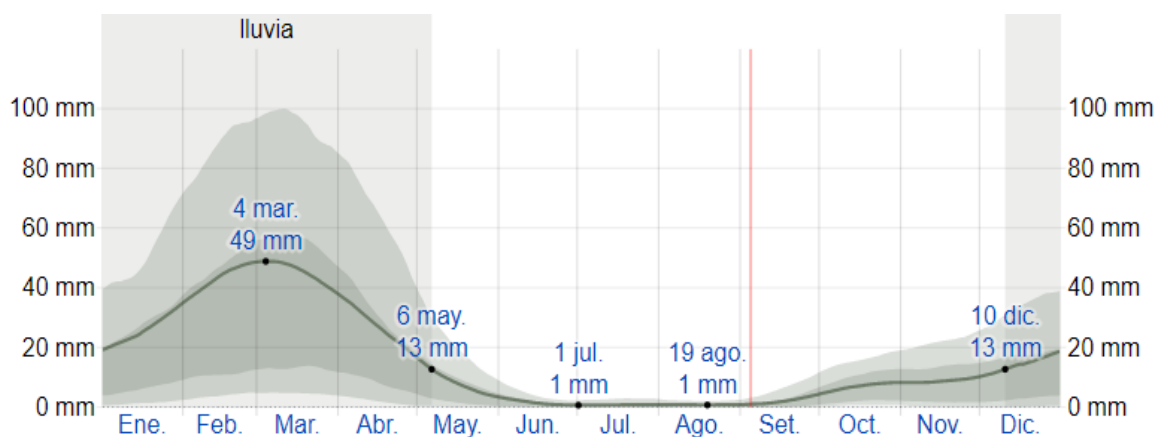
ESTACIÓN: Huarmaca

Figura 9. COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO 1963-2013 DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA HUARMACA



FUENTE: SENAMHI

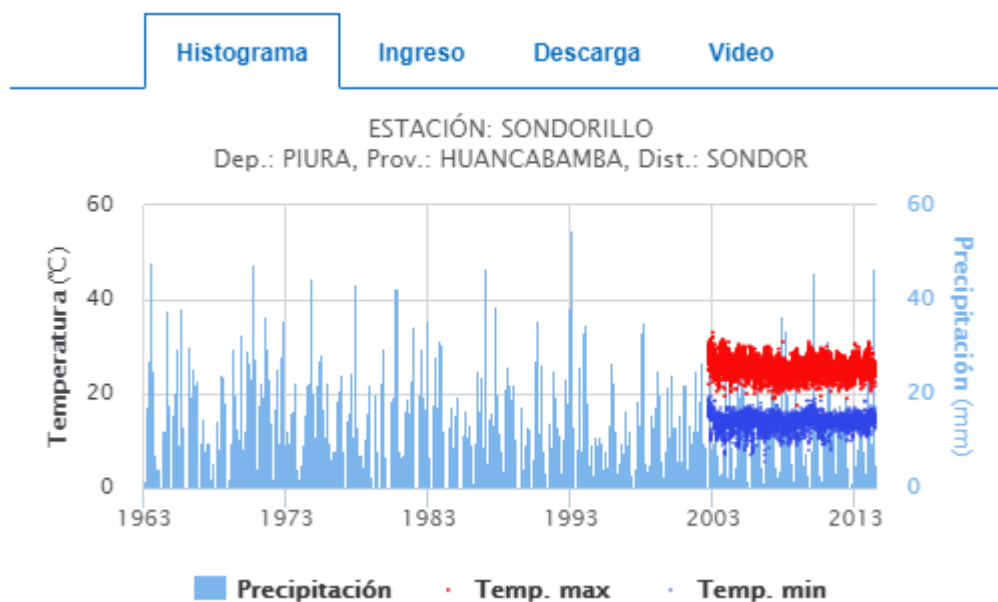
Figura 10. Precipitación de lluvia mensual promedio



Fuente: La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25º al 75º y del 10º al 90º. La línea delgada punteada es el equivalente de nieve en líquido promedio correspondiente.

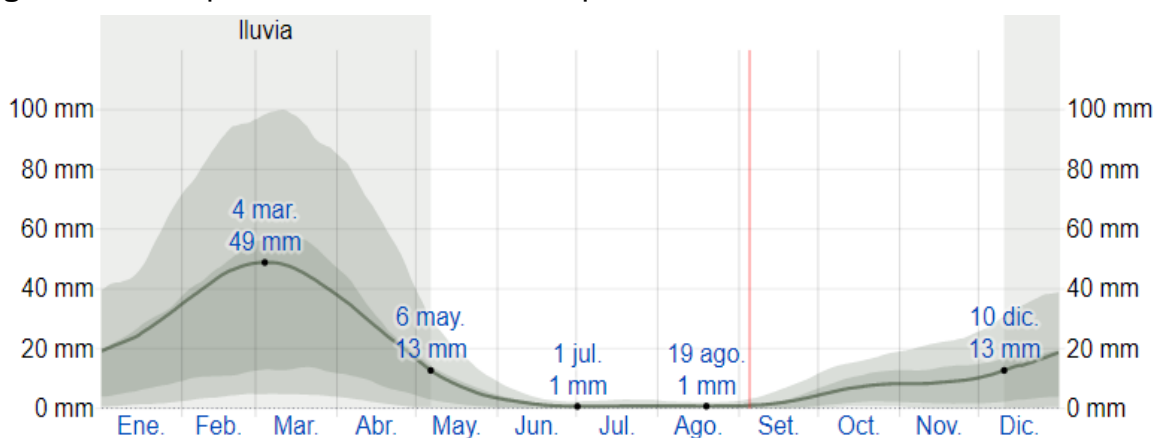
ESTACIÓN: Sondorillo

Figura 11. COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO 1963-2013 DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA SONDORILLO



FUENTE: SENAMHI

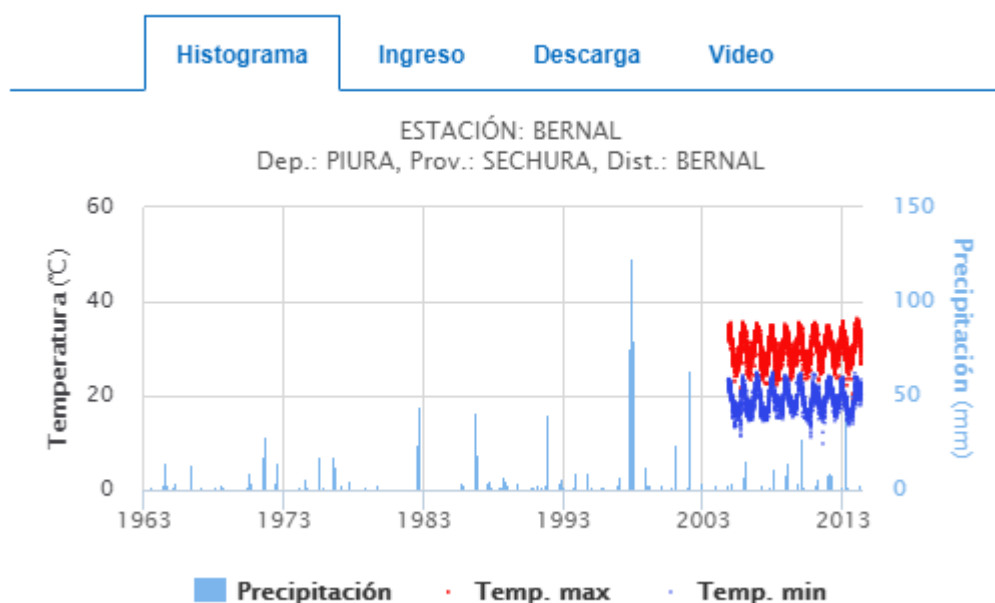
Figura 12. Precipitación de lluvia mensual promedio



Fuente: La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25º al 75º y del 10º al 90º. La línea delgada punteada es el equivalente de nieve en líquido promedio correspondiente.

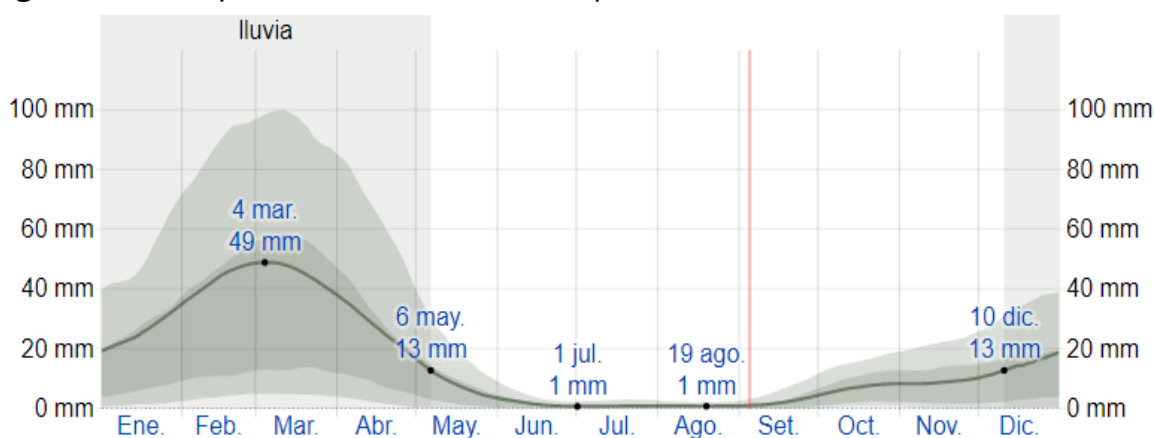
ESTACIÓN: Bernal

Figura 13. COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO 1963-2013 DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA BERNAL



FUENTE: SENAMHI

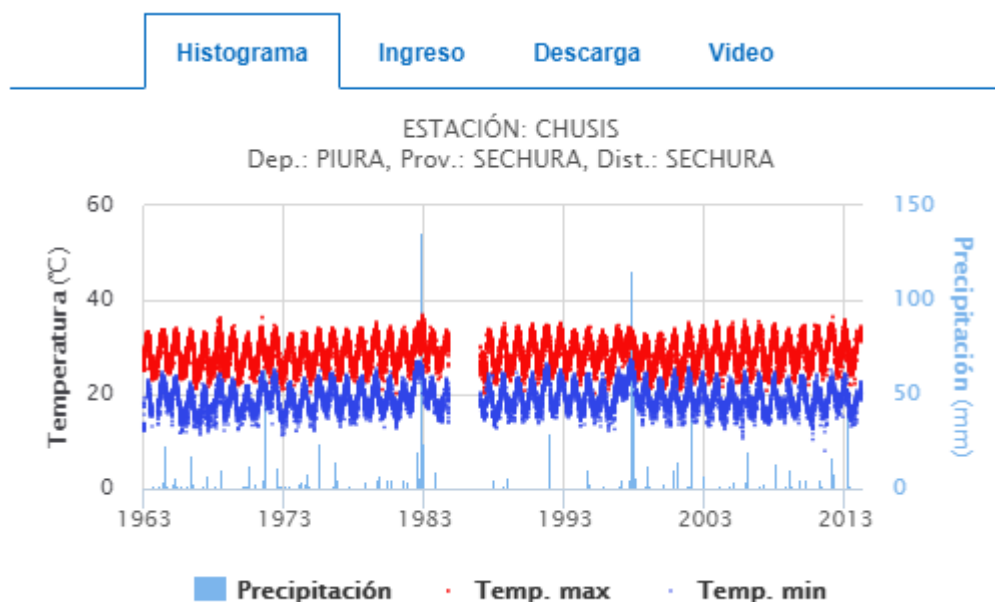
Figura 14. Precipitación de lluvia mensual promedio



Fuente: La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25º al 75º y del 10º al 90º. La línea delgada punteada es el equivalente de nieve en líquido promedio correspondiente.

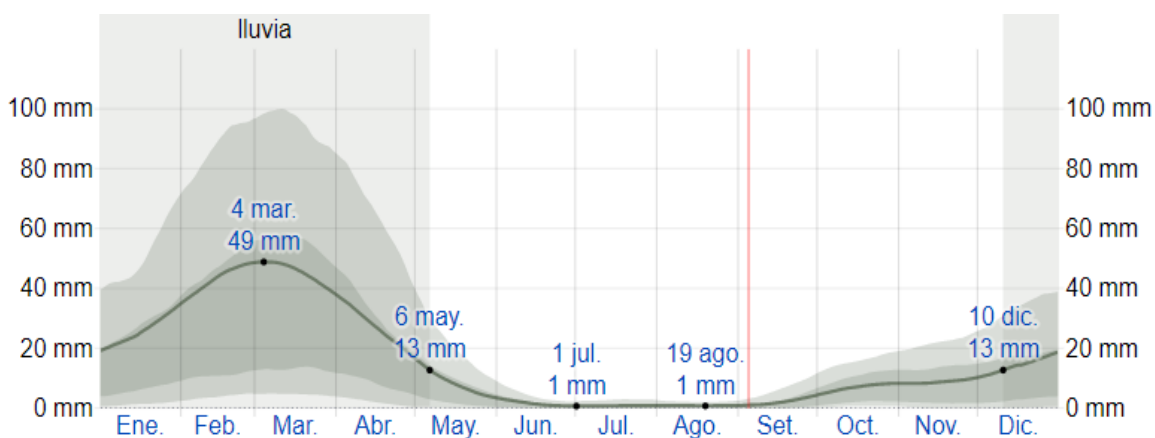
ESTACIÓN: Chusis

Figura 15. COMPORTAMIENTO DE LA PRECIPITACIÓN PROMEDIO 1963-2013 DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA BERNAL



FUENTE: SENAMHI

Figura 16. Precipitación de lluvia mensual promedio



Fuente: La lluvia promedio (línea sólida) acumulada en un periodo móvil de 31 días centrado en el día en cuestión, con las bandas de percentiles del 25º al 75º y del 10º al 90º. La línea delgada punteada es el equivalente de nieve en líquido promedio correspondiente.

EJEMPLO DE ANÁLISIS DE MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN EN EL SOFTWARE HIDROESTA CON LA ESTACIÓN CHULUCANAS

Ajuste de una serie de datos a la distribución Normal

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	653.14
2	207.581
3	28.702
4	115.599
5	106.559
6	172.099
7	314.0916
8	44.974
9	82.942
10	252.329
11	409.315
12	1300.291
13	118.65
14	67.461

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	20.1253	0.0227	0.1581	0.1319	0.1354
2	28.702	0.0455	0.1651	0.1389	0.1197
3	44.974	0.0682	0.1791	0.1528	0.1109
4	67.461	0.0909	0.1995	0.1735	0.1086
5	76.144	0.1136	0.2078	0.1820	0.0941
6	82.942	0.1364	0.2144	0.1888	0.0780
7	95.1252	0.1591	0.2265	0.2014	0.0674
8	96.4003	0.1818	0.2278	0.2027	0.0460

Caudal de diseño:
Caudal (Q): 318.60 m³/s
Período de retorno (T): 2 años
Probabilidad (P): %

Parámetros distribución normal:
Con momentos ordinarios:
De localización (Xm): 318.6039
De escala (S): 297.7809
Con momentos lineales:
Media lineal (Xl): 318.6039
Des. Estandar (Sl): 267.1034

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
Como el delta teórico 0.1576, es menor que el delta tabular 0.2074. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:
Calcular, Graficar, Limpiar, Imprimir, Menú Principal, Crear, Accesar, Excel, Reporte

2:06 PM 7/14/2023

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Normal de 2 parámetros

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	653.14
2	207.581
3	28.702
4	115.599
5	106.559
6	172.099
7	314.0916
8	44.974
9	82.942
10	252.329
11	409.315
12	1300.291
13	118.65
14	67.461

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	20.1253	0.0227	0.0063	0.0068	0.0164
2	28.702	0.0455	0.0171	0.0181	0.0284
3	44.974	0.0682	0.0500	0.0519	0.0181
4	67.461	0.0909	0.1119	0.1144	0.0210
5	76.144	0.1136	0.1381	0.1407	0.0245
6	82.942	0.1364	0.1590	0.1616	0.0226
7	95.1252	0.1591	0.1965	0.1991	0.0375
8	96.4003	0.1818	0.2005	0.2030	0.0186

Caudal de diseño:
Caudal (Q): 213.68 m³/s
Período de retorno (T): 2 años
Probabilidad (P): %

Parámetros distribución log-normal:
Con momentos ordinarios:
De escala (μy): 5.3645
De forma (Sy): 0.9476
Con momentos lineales:
De escala (μyl): 5.3645
De forma (Syl): 0.958

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
Como el delta teórico 0.0697, es menor que el delta tabular 0.2074. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:
Calcular, Graficar, Limpiar, Imprimir, Menú Principal, Crear, Accesar, Excel, Reporte

2:09 PM 7/14/2023

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Normal de 3 parámetros

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	653.14
2	207.581
3	28.702
4	115.599
5	106.559
6	172.099
7	314.0916
8	44.974
9	82.942
10	252.329
11	409.315
12	1300.291
13	118.65
14	67.461

Sm

m	X	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	20.1253	0.0227	-2.0041	0.0225	0.0002
2	28.702	0.0455	-1.8266	0.0339	0.0116
3	44.974	0.0682	-1.5433	0.0614	0.0068
4	67.461	0.0909	-1.2302	0.1093	0.0184
5	76.144	0.1136	-1.1265	0.1300	0.0163
6	82.942	0.1364	-1.0506	0.1467	0.0103
7	95.1252	0.1591	-0.9245	0.1776	0.0185
8	96.4003	0.1818	-0.9120	0.1809	0.0009

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): m3/s
 Período de retorno (T): años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución log-normal:
 De posición (xo):
 De escala (μy):
 De forma (Sy):

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.0987, es menor que el delta tabular 0.2074. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:

2:09 PM 7/14/2023

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma de 2 parámetros

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	653.14
2	207.581
3	28.702
4	115.599
5	106.559
6	172.099
7	314.0916
8	44.974
9	82.942
10	252.329
11	409.315
12	1300.291
13	118.65
14	67.461

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	20.1253	0.0227	0.0259	0.2208	0.0032
2	28.702	0.0455	0.0416	0.2588	0.0039
3	44.974	0.0682	0.0747	0.3156	0.0066
4	67.461	0.0909	0.1245	0.3763	0.0336
5	76.144	0.1136	0.1443	0.3962	0.0306
6	82.942	0.1364	0.1599	0.4108	0.0235
7	95.1252	0.1591	0.1879	0.4351	0.0288
8	96.4003	0.1818	0.1909	0.4376	0.0030

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): m3/s
 Período de retorno (T): años
 Probabilidad (P): %

Parámetros distribución Gamma 2 par:
Con momentos ordinarios:
 De forma (gamma):
 De escala (beta):
Con momentos lineales:
 De forma (gammal):
 De escala (betal):

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.0962, es menor que el delta tabular 0.2074. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:

2:10 PM 7/14/2023

Ajuste de una serie de datos a la distribución Gamma de 3 parámetros

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	653.14
2	207.581
3	28.702
4	115.599
5	106.559
6	172.099
7	314.0916
8	44.974
9	82.942
10	252.329
11	409.315
12	1300.291
13	118.65
14	67.461

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	20.1253	0.0227	0.0703	0.0000	0.0476
2	28.702	0.0455	0.0886	0.0000	0.0431
3	44.974	0.0682	0.1240	0.0000	0.0558
4	67.461	0.0909	0.1736	0.0000	0.0827
5	76.144	0.1136	0.1927	0.0000	0.0790
6	82.942	0.1364	0.2075	0.0000	0.0712
7	95.1252	0.1591	0.2339	0.0000	0.0748
8	96.4003	0.1818	0.2366	0.0000	0.0548

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): m3/s
 Período de retorno (T): años
 Probabilidad (P): %
 Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Parámetros distribución Gamma 3 par:
Momentos ordinarios:
 De posición (x0): -20.4407
 De forma (gamma): 1.2963
 De escala (beta): 261.5393
Momentos lineales:
 De posición (x0): 42.4851
 De forma (gamma): 0.7915
 De escala (beta): 348.8749

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.08269, es menor que el delta tabular 0.2074. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:
 Crear Accesar Excel Reporte

2:10 PM 7/14/2023

Ajuste de una serie de datos a la distribución log-Pearson tipo III

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	653.14
2	207.581
3	28.702
4	115.599
5	106.559
6	172.099
7	314.0916
8	44.974
9	82.942
10	252.329
11	409.315
12	1300.291
13	118.65
14	67.461

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	20.1253	0.0227	0.0000	0.0038	0.0227
2	28.702	0.0455	0.0000	0.0129	0.0455
3	44.974	0.0682	0.0000	0.0455	0.0682
4	67.461	0.0909	0.0000	0.1111	0.0909
5	76.144	0.1136	0.0000	0.1393	0.1136
6	82.942	0.1364	0.0000	0.1617	0.1364
7	95.1252	0.1591	0.0000	0.2019	0.1591
8	96.4003	0.1818	0.0000	0.2061	0.1818

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): m3/s
 Período de retorno (T): años
 Probabilidad (P): %
 Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Parámetros distribución LogPearson3:
Momentos ordinarios:
 De posición (x0): 12.7781
 De forma (gamma): 61.2056
 De escala (beta): -0.1211
Momentos lineales:
 De posición (x0): -4.0165
 De forma (gamma): 95.6401
 De escala (beta): 0.0981

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

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

Archivos y resultados:
 Crear Accesar Excel Reporte

2:11 PM 7/14/2023

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	653.14
2	207.581
3	28.702
4	115.599
5	106.559
6	172.099
7	314.0916
8	44.974
9	82.942
10	252.329
11	409.315
12	1300.291
13	118.65
14	67.461

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	20.1253	0.0227	0.1313	0.1091	0.1085
2	28.702	0.0455	0.1413	0.1188	0.0958
3	44.974	0.0682	0.1613	0.1385	0.0931
4	67.461	0.0909	0.1909	0.1682	0.1000
5	76.144	0.1136	0.2028	0.1804	0.0892
6	82.942	0.1364	0.2124	0.1902	0.0760
7	95.1252	0.1591	0.2299	0.2082	0.0708
8	96.4003	0.1818	0.2318	0.2101	0.0499

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): m3/s
 Período de retorno (T): años
 Probabilidad (P): %
 Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Parámetros distribución Gumbel:
Con momentos ordinarios:
 De posición (μ): 184.5866
 De escala (alfa): 232.1788
Con momentos lineales:
 De posición (μ): 193.1116
 De escala (alfa): 217.4097

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.1085, es menor que el delta tabular 0.2074. Los datos se ajustan a la distribución Gumbel, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:
 Crear Accesar Excel Reporte

2:11 PM 7/14/2023

Ingreso de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

N°	X
1	653.14
2	207.581
3	28.702
4	115.599
5	106.559
6	172.099
7	314.0916
8	44.974
9	82.942
10	252.329
11	409.315
12	1300.291
13	118.65
14	67.461

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	20.1253	0.0227	0.0000	0.0000	0.0227
2	28.702	0.0455	0.0002	0.0006	0.0453
3	44.974	0.0682	0.0098	0.0159	0.0584
4	67.461	0.0909	0.0690	0.0852	0.0219
5	76.144	0.1136	0.1034	0.1214	0.0102
6	82.942	0.1364	0.1325	0.1511	0.0038
7	95.1252	0.1591	0.1866	0.2049	0.0275
8	96.4003	0.1818	0.1923	0.2105	0.0105

Caudal de diseño:
 Caudal (Q): m3/s
 Período de retorno (T): años
 Probabilidad (P): %
 Q=f(T) T=f(Q) P(Q<q) P(Q>q)

Parámetros distribución logGumbel:
Con momentos ordinarios:
 De posición (μ): 4.938
 De escala (alfa): 0.7389
Con momentos lineales:
 De posición (μ): 4.9144
 De escala (alfa): 0.7798

Tipo de ajuste:
 Parámetros ordinarios
 Momentos lineales

Nivel significación:
 0.20
 0.10
 0.05
 0.01

Ajuste con momentos ordinarios:
 Como el delta teórico 0.1261, es menor que el delta tabular 0.2074. Los datos se ajustan a la distribución logGumbel, con un nivel de significación del 5%

Archivos y resultados:
 Crear Accesar Excel Reporte

2:12 PM 7/14/2023