UNIVERSIDAD DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL PIRHUA

APLICACIÓN DE MODELOS HIDROLÓGICOS PARA LA ESTIMACIÓN DE CAUDALES MENSUALES EN LA SUB CUENCA DEL RÍO BIGOTE

Nilton Buguña-Hernández

Piura, marzo de 2019

FACULTAD DE INGENIERÍA

Máster en Ingeniería Civil con Mención en Recursos Hídricos

Buguña, N. (2019). *Aplicación de modelos hidrológicos para la estimación de caudales mensuales en la sub cuenca del río Bigote* (Tesis de Máster en Ingeniería Civil con Mención en Recursos Hídricos). Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Piura, Perú.

Esta obra está bajo una licencia
Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional

Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura

U N I V E R S I D A D D E P I U R A

FACULTAD DE INGENIERÍA



"APLICACIÓN DE MODELOS HIDROLÓGICOS PARA LA ESTIMACIÓN DE CAUDALES MENSUALES EN LA SUB CUENCA DEL RÍO BIGOTE"

Tesis para optar el Título de Master en Ingeniería Civil con mención en Recursos Hídricos

Nilton Nolberto Buguña Hernández

Asesora: M. Sc. Marina Farías de Reyes

Piura, marzo 2019

A Dios

A mi esposa e hijos y amigos

Prólogo

La planificación de los recursos hídricos implica equilibrar la oferta y la demanda de los mismos en una determinada cuenca hidrográfica, haciendo un uso eficiente y buscando su sostenibilidad.

Actualmente la planificación de los recursos hídricos se efectúa considerando los diferentes usos del agua, para lo cual es necesario conocer la oferta de agua. Dicha oferta se puede determinar por varios métodos hidrológicos, motivo por el cual se realiza la presente tesis con los modelos hidrológicos Lutz Scholz, abc, GR2m y Temez.

Los modelos estudiados de precipitación-escorrentía, tienen como variable climática principal la precipitación, la cual se determinó efectuado un análisis de 10 estaciones hidrometereológicas con 20 años de información, 5 estaciones corresponden a la cuenca Chira y 5 a la cuenca Piura. Con el apoyo del software Hydroacces se calculó la precipitación promedio de la subcuenca Bigote, con dicha precipitación y con los modelos hidrológicos descritos se calcularon los caudales medios mensuales para la sub cuenca Bigote.

Los modelos hidrológicos tienen la finalidad de simular la realidad, la selección del modelo hidrológico que más se ajuste a las condiciones de la subcuenca Bigote viene dada por el que presente la mejor bondad de ajuste en el proceso de calibración y validación. La identificación del mejor modelo hidrológico permitirá determinar la oferta de agua en la subcuenca Bigote y su uso en la planificación de las demandas multisectoriales.

Finalmente, deseo agradecer a mi asesora, Ing. Marina Farías de Reyes, por orientarme en la ejecución de esta investigación, a mis compañeros de trabajo, a mi esposa e hijos, por apoyarme y por los conocimientos trasmitidos en este período de investigación.

Resumen

La presente investigación consiste en determinar el modelo hidrológico que más se ajuste para estimar los caudales que se generan en la subcuenca del río Bigote, teniendo en cuenta la información hidrometeorológica y fisiográfica de la zona de estudio.

Para alcanzar los objetivos propuestos, se seleccionó y analizó información pluviométrica e hidrométrica de 10 estaciones hidrometereológica cercanas a la zona de estudio, que permiten determinar los parámetros climatológicos de la zona de estudio, así como las características pluviométricas y los parámetros que nos permitan aplicarlos a los modelos hidrológicos Lutz Scholz, abc, GR2m y Temez, para estimar los caudales medios mensuales en la sub cuenca del río Bigote.

Se encontró que el mejor modelo hidrológico para la sub cuenca del río Bigote es el modelo hidrológico GR2m, ya que en la calibración se obtuvo un índice de eficiencia muy bueno (81%), un coeficiente de correlación muy bueno (0.86) y un mayor índice de ajuste modificado (0.87); en la validación se obtuvo un índice de eficiencia muy bueno (88%), un RMSE raíz del error cuadrático medio menor (3.9), una razón RMSE-desviación estándar de las observaciones (RSR) menor (0.38) y PBIAS bueno de (13.93).

ÍNDICE GENERAL

Introducción 1
Capítulo I. Marco teórico 3
1.1 Cuencas hidrográficas 3
1.1.1 Definición 3
1.1.2 Delimitación manual de una cuenca 4
1.1.3 Delimitación de una cuenca por método digital 5
1.1.4 Parámetros fisiográficos o geomorfológicos 9
1.2 Elementos climatológicos 17
1.2.1 Temperatura 17
1.2.2 Humedad relativa 18
1.2.3 Viento 18
1.2.4 Presión barométrica o atmosférica 18
1.2.5 Evaporación 18
1.2.6 Transpiración 18
1.2.7 Evapotranspiración 19
1.2.8 Nubosidad 21
1.2.9 Precipitación 21
Capítulo II. Modelos hidrológicos 29
2.1 Metodología para el uso de modelos hidrológicos 31
2.2 Calibración y validación de modelos hidrológicos 32
2.3 Elección de los modelos hidrológicos 35
2.3.1 Modelo Lutz Scholz 35
2.3.3 Modelo abc 47
2.3.4 Modelo Temez 49
Capítulo III. Ubicación, localización geográfica y análisis geomorfológico de la subcuenca del río Bigote 55
3.1 Ubicación 55
3.2 Resultados de la geomorfología de la sub cuenca 56
3.3 Análisis climáticos de la subcuenca Bigote 63
Capítulo IV: Modelamiento de la sub cuenca del río Bigote hasta la estación barrios 81
4.1 Modelo Lutz Scholz 81
4.2 Modelo GR2m 93

4.3 Modelo abc 116
4.4 Modelo Temez 125
Capítulo V: Análisis de resultados 139
5.1 Calibración 139
5.2 Validación 140
Conclusiones y Recomendaciones 143
Conclusiones 143
Recomendaciones 145
Referencia bibliográfica 147
Anexos 149

Listado de figuras

Figura N° 1 Cuenca del rìo Piura 3
Figura N° 2 Cuenca exorreica y endorreica 4
Figura N° 3 Raster de una Cuenca 5
Figura N° 4 TIN de una cuenca 5
Figura N° 5 FILL de una cuenca 6
Figura N° 6 Dirección de flujo de una cuenca 6
Figura N° 7 Acumulación de flujo de una cuenca 7
Figura N° 8 Red de drenaje de una Cuenca 7
Figura N° 9 Orden de drenaje de una cuenca 7
Figura N° 10 Red de drenaje de una cuenca con identidad 8
Figura N° 11 Puntos de vértices de la red de drenaje de una cuenca 8
Figura N° 12 Delimitación de la cuenca 8
Figura N° 13 Delimitación de la subcuenca 9
Figura N° 14 Área de una cuenca 9
Figura N° 15 Perímetro de una cuenca 10
Figura N° 16 Curvas hipsométricas características 12
Figura N° 17 Cálculo del número de orden de un cauce por el sistema de Strahler 17
Figura N° 18 Polígonos de Thiessen 27
Figura N° 19 Método de las isoyetas 28
Figura N° 20 Clasificación de los modelos hidrológicos 30
Figura N° 21 Arquitectura del Modelo GR2m 45
Figura N° 22 Arquitectura del modelo hidrológico abc 49
Figura N° 23 Esquema de flujos y almacenamiento del modelo de Temez 50
Figura N° 24 Comparación entre las leyes de Temez y Tornthwaite 51
Figura N° 25 Mapa de cuencas hidrográficas 56
Figura N° 26 Cuenca rio Piura 56
Figura N° 27 Subcuenca del río Bigote 58
Figura N° 28 Red Hídrica de la Subcuenca del río Bigote 58
Figura N° 29 Curvas a nivel de la subcuenca del río Bigote 59
Figura N° 30 Altitud de la subcuenca del río Bigote 59
Figura N° 31 Curva: Hipsométrica- Frecuencia de Altitudes de la subcuenca 60
Figura N° 32 Cuenca de recepción desde la estación hidrométrica Barrios aguas arriba 60
Figura N° 33 Red hídrica de la cuenca de recepción 61
Figura N° 34 Curvas a nivel de la cuenca de recepción 61
Figura N° 35 Altitud de la cuenca de recepción 62
Figura N° 36 Curva: Hipsométrica - Frecuencia de altitudes de la cuenca de recepción 62
Figura N° 37 Comparativo temperatura máxima, mínima y promedio de la temperatura máxima 65
Figura N° 38 Comparativo temperatura máxima, mínima y promedio de la temperatura mínima 66
Figura N° 39 Comparativo temperatura máxima, mínima y promedio de la temperatura media 67
Figura N° 40 Comparativo humedad relativa máxima, mínima y promedio de la humedad relativa máxima 68
Figura N° 41 Comparativo humedad relativa máxima, mínima y promedio de la humedad relativa mínima 69

Figura N° 42 Comparativo humedad relativa máxima, mínima y promedio de la humedad relativa media 70
Figura N° 43 Comparativo Velocidad de viento, mínima y promedio 71
Figura N° 44 Comparativo horas de sol máxima, mínima y promedio 72
Figura N° 45 Ubicación de las estaciones hidrometereologicas 74
Figura N° 46 Comparativo Precipitación máxima, mínima y promedio 76
Figura N° 47 Distribución de las estaciones y subcuenca de recepción en Hydroacces 77
Figura N° 48 Resultados del 01/12/1992, método kriging en Hydroacces 77
Figura N° 49 Comparación de caudales promedios 90
Figura N° 50 Línea de tendencia entre Q generado y observados para año promedio modelo Lutz Scholz 92
Figura N° 51 Comportamiento entre Q generado y observados para año promedio modelo Lutz Scholz 92
Figura N° 52 Hidrograma de calibración modelo Lutz Scholz 93
Figura N° 53 Línea de tendencia Qobservados y Qsimulados para el periodo extendido modelo Lutz Sholz 93
Figura N° 54 Hidrograma de calibración y precipitación modelo GR2m 104
Figura N° 55 Línea de tendencia entre el flujo simulado y observado proceso calibración modelo GR2m 105
Figura N° 56 Avance del nivel “S” del reservorio de producción 105
Figura N° 57 Avance del nivel “R” del reservorio de transferencia 106
Figura N° 58 Hidrograma de validación y precipitación modelo GR2m 115
Figura N° 59 Línea de tendencia entre el flujo simulado y observado proceso validación modelo GR2m 115
Figura N° 60 Hidrograma proceso calibración modelo abc 120
Figura N° 61 Línea de tendencia entre el Qsimulado y Qobservado proceso calibración modelo abc 120
Figura N° 62 Hidrograma proceso de validación modelo abc 124
Figura N° 63 Línea de tendencia Qobservado y Qsimulado proceso validación modelo abc 125
Figura N° 64 Hidrograma de calibración modelo Temez 133
Figura N° 65 Línea de tendencia Qsimulado vs Qobservado proceso calibración modelo Temez 133
Figura N° 66 Hidrograma de validación modelo Temez 137
Figura N° 67 Línea de tendencia Qsimulado y Qobservado proceso validación modelo Temez 137
Figura N° 68 Histogramas de calibración: índice de eficiencia e índice de ajuste modificado, coeficiente de correlación. 140
Figura N° 69 Histogramas RMSE, RSR, índice de eficiencia y PBIAS 141

Listado de tablas

Tabla N° 1 Clasificación de una cuenca de acuerdo a su área 9
Tabla N° 2 Formas de la cuenca de acuerdo al Índice de compacidad 11
Tabla N° 3 Clasificación de las cuencas de acuerdo a su Factor de forma 11
Tabla N° 4 Clasificación de una cuenca de acuerdo a su pendiente 14
Tabla N° 5 Clases de valores de masividad..... 15
Tabla N° 6 Valores interpretativos de la densidad de drenaje..... 16
Tabla N° 7 Valores de la ETP diaria sin corregir para temperaturas superiores a los 26,5 °C..... 21
Tabla N° 8 Valores del coeficiente de correlación..... 33
Tabla N° 9 Valores de RSR-PBIAS 35
Tabla N° 10 Límite superior para la precipitación efectiva 38
Tabla N° 11 Coeficientes de abastecimiento..... 41
Tabla N° 12 Estimación del volumen de escurrimiento de la cuenca de aporte 52
Tabla N° 13 Valores de Hmax, C, Imax Alfa..... 54
Tabla N° 14 Parámetros morfométricos de la subcuenca Bigote 57
Tabla N° 15 Resultados de los parámetros fisiográficos o geomorfológicos de la subcuenca Bigote..... 57
Tabla N° 16 Estaciones consideradas para el estudio 63
Tabla N° 17 Identificación del periodo de estudio..... 64
Tabla N° 18 Temperatura máxima (°C) 65
Tabla N° 19 Temperatura mínima (°C)..... 66
Tabla N° 20 Temperatura media (°C) 67
Tabla N° 21 Humedad relativa máxima (%) 68
Tabla N° 22 Humedad relativa mínima (%)..... 69
Tabla N° 23 Humedad relativa media (%) 70
Tabla N° 24 Velocidad del viento (m/s)..... 71
Tabla N° 25 Horas de sol..... 72
Tabla N° 26 Estaciones clasificadas según la zona de ubicación..... 74
Tabla N° 27 Precipitación anual totales para las estaciones de análisis..... 75
Tabla N° 28 Precipitación media (mm)..... 76
Tabla N° 29 Valores de ETo mm mes-1, método de Hargreavers 78
Tabla N° 30 Valores de ETo mm mes-1, método de Método Penman-Monteith 79
Tabla N° 31 Valores de ETo mm mes-1, método de Thornthwaite 79
Tabla N° 32 Precipitación total mensual (mm) 81
Tabla N° 33 Valores de Precipitación efectiva mensual (mm) 82
Tabla N° 34 Caudales medios mensuales estación barrios (m^3/seg)..... 83
Tabla N° 35 Caudales medios mensuales estación barrios (mm/mes) 84
Tabla N° 36 Cálculo de la retención mensual (mm/mes)..... 84
Tabla N° 37 valores de coeficiente de agotamiento ai..... 85
Tabla N° 38 Valores del gasto de retención mensual (mm/mes) 85
Tabla N° 39 Caudal de aportación año promedio 86
Tabla N° 40 Valores de Y, X1 y X2..... 86
Tabla N° 41 Valores de Números aleatorios 87
Tabla N° 42 Generación de caudales mensuales (mm/mes) 88
Tabla N° 43 Caudales generados en (m3/s) 89
Tabla N° 44 Grupo 1 caudales medios mensuales registrados de un año calendario (m^3/seg)..... 90

Tabla N° 45 Grupo 2 caudales medios mensuales generados (m^3/seg)..... 91
Tabla N° 46 Resultado de la prueba de t de Student 91
Tabla N° 47 Datos de entrada al modelo para el proceso de calibración 94
Tabla N° 48 Variables internas del modelo proceso calibración 98
Tabla N° 49 Criterios de cálculo proceso calibración 101
Tabla N° 50 Datos de entrada al modelo para el proceso validación 107
Tabla N° 51 Variables internas del modelo para el proceso validación 109
Tabla N° 52 Criterios de cálculo para el proceso validación 112
Tabla N° 53 Parámetros del modelo hidrológico 116
Tabla N° 54 Datos de entrada, variables intermedias y de salida 116
Tabla N° 55 Parámetros del modelo hidrológico 121
Tabla N° 56 Datos de entrada, variables intermedias y de salida 121
Tabla N° 57 Valores del número de curva en la subcuenca Bigote 125
Tabla N° 58 Valores orientativos de los contenidos de humedad en saturación (θsat), capacidad de campo (θFC), punto de marchitamiento permanente (θWP) y agua disponible total (TAW)..... 127
Tabla N° 59 Valores de velocidad de infiltración (mm/h) 128
Tabla N° 60 Estimación del volumen de escurrimiento de la subcuenca Bigote, fase calibración 129
Tabla N° 61 Parámetros propios del modelo..... 134
Tabla N° 62 Estimación del volumen de escurrimiento de la subcuenca Bigote, fase validación 134
Tabla N° 63 Valores de las medidas de bondad de ajuste en el proceso calibración ... 139
Tabla N° 64 Valores de las medidas de bondad de ajuste en el proceso validación 141

Introducción

El presente trabajo de tesis consiste en obtener el mejor modelo precipitación-escorrentía entre Lutz Scholtz, GR2m, Temez y abc, que permita predecir los caudales medios mensuales en la subcuenca Bigote de la Cuenca del río Piura. Dichos modelos se analizan a paso mensual, permitiendo realizar una adecuada planificación de los recursos hídricos.

El trabajo realizado se ha dividido en cinco capítulos, en los cuales se tratan los diferentes aspectos para la aplicación de los modelos hidrológicos para la estimación de caudales medios mensuales.

El capítulo I presenta el concepto de cuenca hidrográfica y cómo delimitarla, conceptos de elementos climatológicos como temperatura, humedad relativa, velocidad de viento, presión barométrica o atmosférica, evaporación y nubosidad. Dichas variables climatológicas servirán como insumo para determinar la evapotranspiración potencial. Así mismo, se describe la precipitación, las formas de calcular la precipitación promedio y su respectivo análisis de consistencia. Estos conceptos serán la base para el análisis a desarrollar en la presente tesis.

En el capítulo II se hace una descripción de los modelos hidrológicos Lutz Scholz, GR2m, abc y Temez, con los cuales se efectuará la comparación de resultados para determinar cuál de ellos es el que mejor se ajusta a las características de la subcuenca Bigote.

En el capítulo III se hace referencia a la ubicación y localización de la zona de estudio. Se realiza un análisis geomorfológico de la subcuenca, así como el análisis climatológico de las variables temperatura, humedad relativa, velocidad de viento, presión barométrica o atmosférica, evaporación, nubosidad y precipitación. Así mismo, se desarrolla el análisis de consistencia y se determina la precipitación media. También se efectúa el cálculo de la evapotranspiración potencial que se empleará en el desarrollo de los modelos hidrológicos.

En el capítulo IV se describe la aplicación de los modelos hidrológicos estudiados a la subcuenca del río Bigote.

En el capítulo V se efectúa el análisis, comparación y resultado de los modelos hidrológicos aplicados a la subcuenca Bigote.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas a lo largo del desarrollo de la presente tesis, con la finalidad de dar una mejor ayuda en la comprensión de este análisis.

Capítulo I. Marco teórico

1.1 Cuencas hidrográficas

1.1.1 Definición

1.1.1.1 Cuenca

Es el área donde discurre el agua de lluvia captada por los tributarios y cauce principal hacía el punto más bajo o de salida.

Una cuenca es una zona de la superficie terrestre en donde, si fuera impermeable las gotas de lluvia que caen sobre ella, tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida. Asociada a cada una de éstas, existe también una cuenca de agua subterránea. En la Figura 01 se presenta la Cuenca del río Piura.



Figura N° 1 Cuenca del rìo Piura
Fuente: Elaboración propia

Desde el punto de vista de su salida, existen fundamentalmente dos tipos de cuencas: endorreicas y exorreicas.

En las **endorreicas** el punto de salida está dentro de los límites de la cuenca y generalmente es un lago; en las **exorreicas** su punto de salida está en los límites de las cuencas y está en límites de las cuencas y está en otra corriente lago o mar. En la Figura 02, se muestra la cuenca exorreica y endorreica.

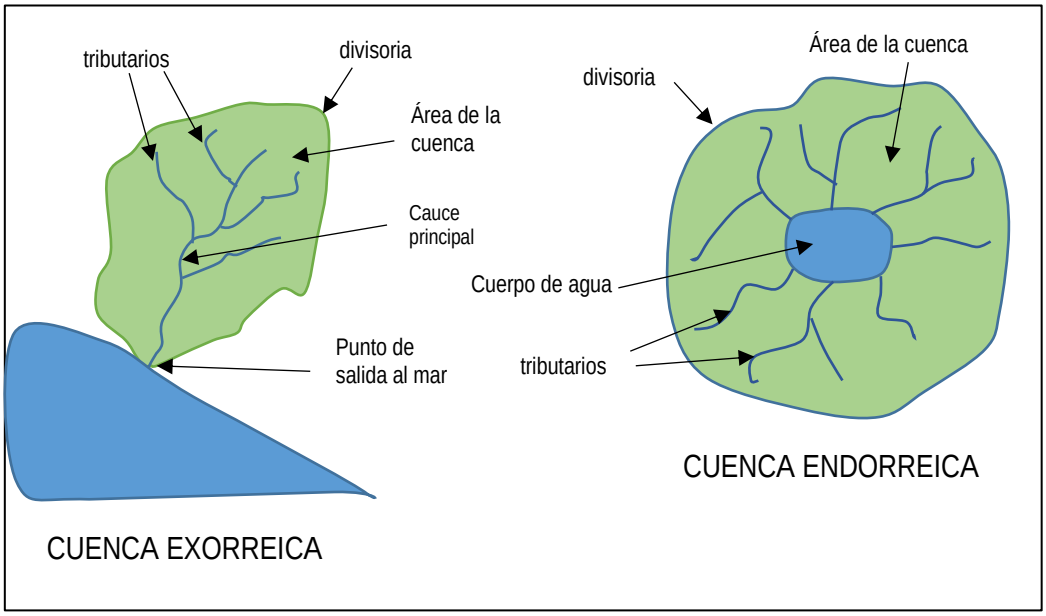


Figura N° 2 Cuenca exorreica y endorreica
Fuente: Elaboración propia

1.1.1.2 Subcuenca

Una subcuenca es toda área en la que su drenaje va a directamente al río principal de la cuenca. También se puede definir como una subdivisión de la cuenca. Es decir que en una cuenca puede haber varias subcuencas.

1.1.2 Delimitación manual de una cuenca

- Se puede realizar un esbozo muy general de la divisoria, teniendo en cuenta que ésta no debe cortar ningún curso de agua tributario de la cuenca ni externo a ella.

Para precisar el trazo, se debe tener en cuenta que:

- Invariablemente, la divisoria cortará perpendicularmente a las curvas de nivel y pasará, estrictamente posible, por los puntos de mayor nivel topográfico.
- Conviene identificar los puntos más altos o cerros para que la divisoria pase por ellos.

Cuando la divisoria va aumentando su altitud, corta a las curvas de nivel por su parte convexa (Farias de Reyes, 2008).

1.1.3 Delimitación de una cuenca por método digital

Para conocer los límites de una cuenca no sólo se necesita conocer las zonas de mayor elevación, sino conocer cómo fluye el agua, teniendo en cuenta las elevaciones del terreno, considerando el análisis para flujo superficial.

Gracias a esto, se puede conocer el nacimiento de los ríos que comprende cada cuenca y con ello obtener información que permita determinar las características geomorfológicas de las cuencas.

Para ello, se cuenta con herramientas del ArcGIS como las ArcHydro, las cuales calculan la dirección del flujo y la acumulación de flujo para poder luego delimitar la cuenca. Mayor detalle para la delimitación de una cuenca utilizando la herramienta Hydrology de Arcgis ver Watler R, 2013. Una descripción breve de la delimitación es la siguiente:

Paso 1. Abrir ArcGis 10 y definir el sistema de proyección.
Paso 2. Obtención del Modelo de Elevación Digital-MED.
Paso 3. Conversión del MED a Raster, en la Figura 03, se muestra la forma de un raster.

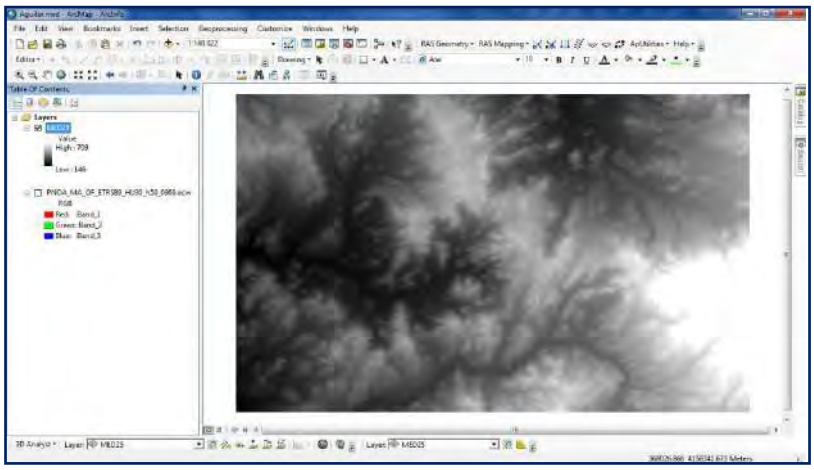


Figura N° 3 Raster de una Cuenca
Fuente: Watler R. (2013). Delimitación de cuencas hidrográficas

Paso 4. Conversión del MED a TIN, en la Figura 04 se puede visulizar un TIN.

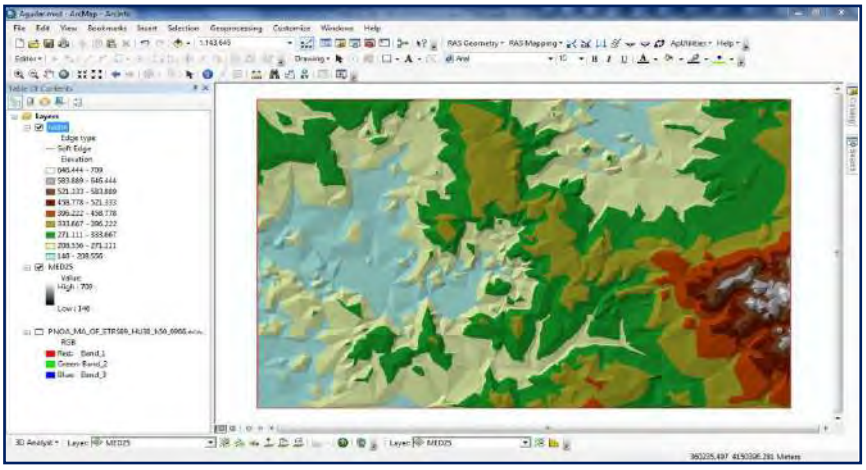


Figura N° 4 TIN de una cuenca
Fuente: Watler R. (2013). Delimitación de cuencas hidrográficas

Paso 5. Crear el Fill (relleno, sin depresiones de huecos o sumideros)

Las depresiones (sinks) o los picos (peaks) son a menudo errores debido a la resolución de los datos o por el redondeo de las elevaciones al entero más cercano. Las depresiones deben ser llenadas para asegurar una apropiada delimitación de las cuencas hidrográficas y de la red de drenaje. Si las depresiones no se llenan, la red de drenaje derivada puede presentar discontinuidades. En la Figura 05 se presenta la depresión y picos antes y después de corre un Fill.

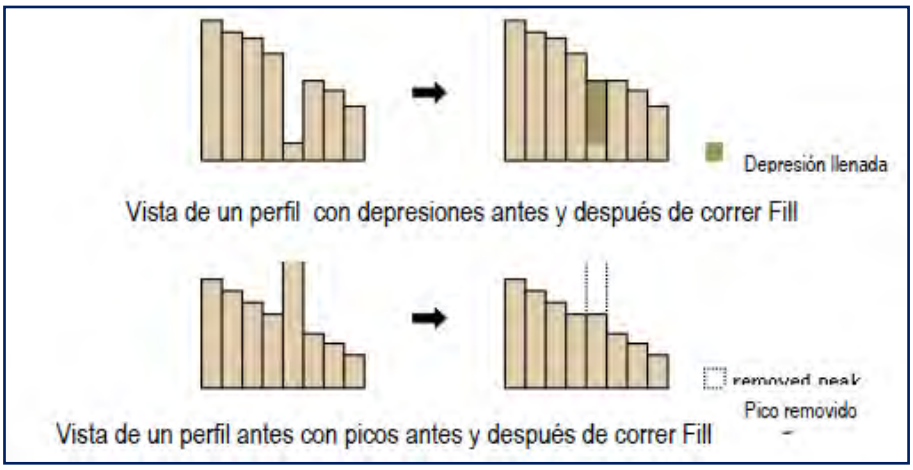


Figura N° 5 FILL de una cuenca
Fuente: Watler R. (2013). Delimitación de cuencas hidrográficas

Paso 6. Crear el Flow Direction (dirección de flujo)

Se generará un raster en donde el valor del pixel indica la dirección hacia donde fluye el agua de una celda a otra, generalmente la dirección de mayor gradiente de altura. En la Figura 06 se la dirección del flujo en una cuenca.

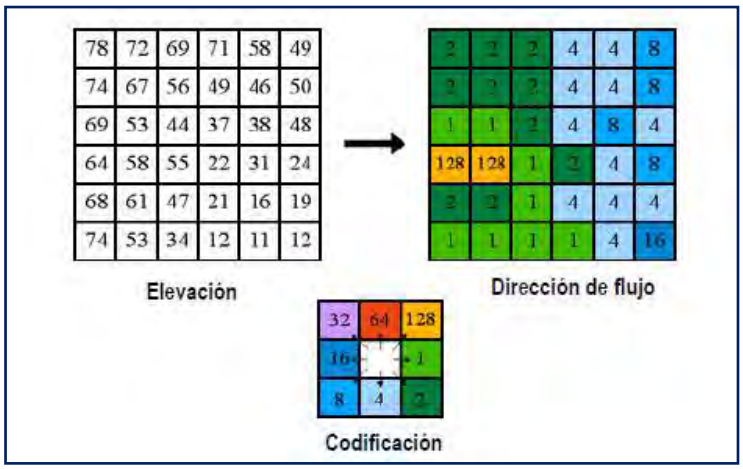


Figura N° 6 Dirección de flujo de una cuenca
Fuente: Watler R. (2013). Delimitación de cuencas hidrográficas

Paso 7. Crear el Flow Accumulation (acumulación de flujo)

La acumulación de flujo calcula el flujo acumulado como el peso acumulado de todas las celdas que fluyen hacia cada celda aguas abajo en el raster de salida. Si no se provee de un raster de pesos, el peso se considera 1 y el valor de las celdas en el raster de salida será

l número de celdas que fluyen hacia cada celda. Base teórica del Flow Accumulation o acumulación de flujo. En la Figura 07 se muestra la acumulación de flujo en una cuenca.

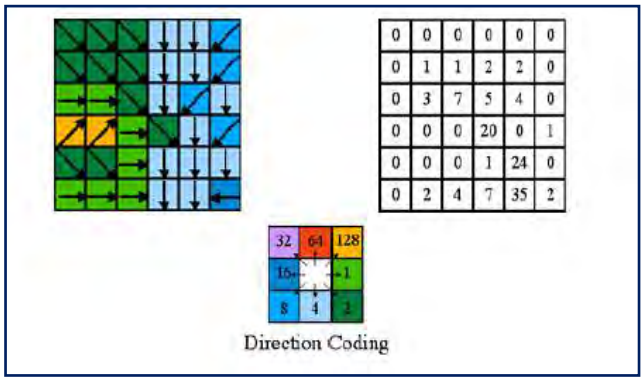


Figura N° 7 Acumulación de flujo de una cuenca
Fuente: Watler R. (2013). Delimitación de cuencas hidrográficas

Paso 8. Crear la red de drenaje (ríos), en la Figura 08 se muestra la red de drenaje de una cuenca.

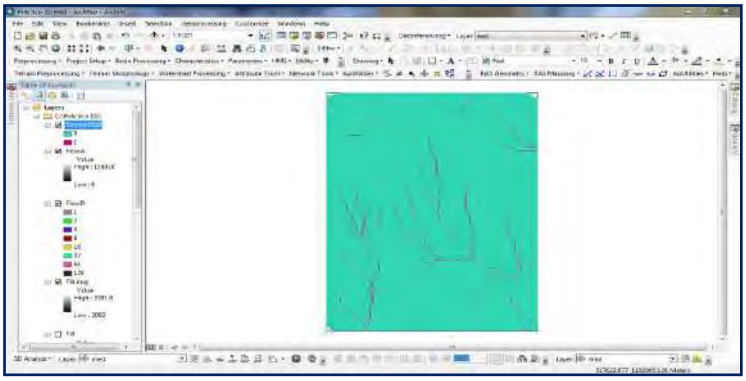


Figura N° 8 Red de drenaje de una Cuenca
Fuente: Watler R. (2013). Delimitación de cuencas hidrográficas

Paso 9. Crear el archivo Stream Order (Orden de drenaje o corrientes), en la Figura 09 se presenta el orden de drenaje.

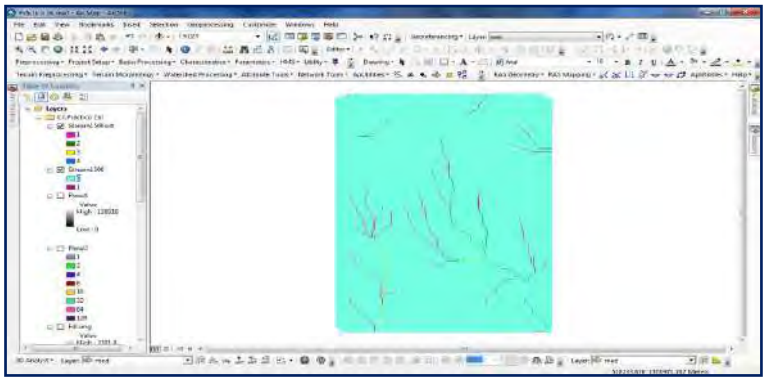


Figura N° 9 Orden de drenaje de una cuenca
Fuente: Watler R. (2013). Delimitación de cuencas hidrográficas

Paso 10. Crear el archivo Stream to Feature (red de drenaje o de corrientes con identidad o archivo tipo shp), en la Figura 10 se muestra un ejemplo de red de drenaje de una cuenca con identidad.

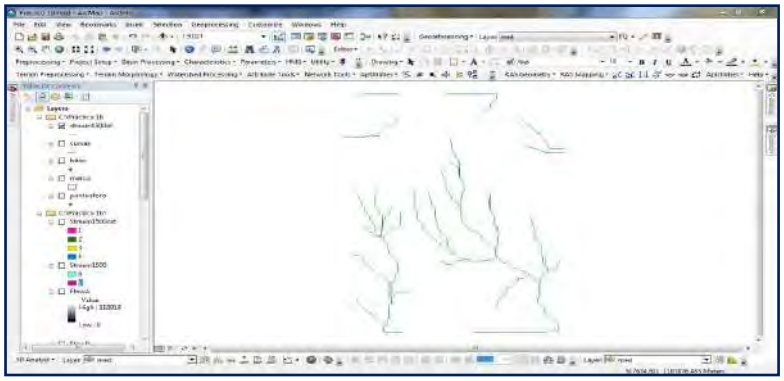


Figura N° 10 Red de drenaje de una cuenca con identidad
Fuente: Watler R. (2013). Delimitación de cuencas hidrográficas

Paso 11. Crear el Features Vertice To Point (puntos de los vértices de la red de drenaje, puntos de salida de agua o puntos de aforos), en la Figura 11 se presenta los puntos de vértice de la red de drenaje de una cuenca.

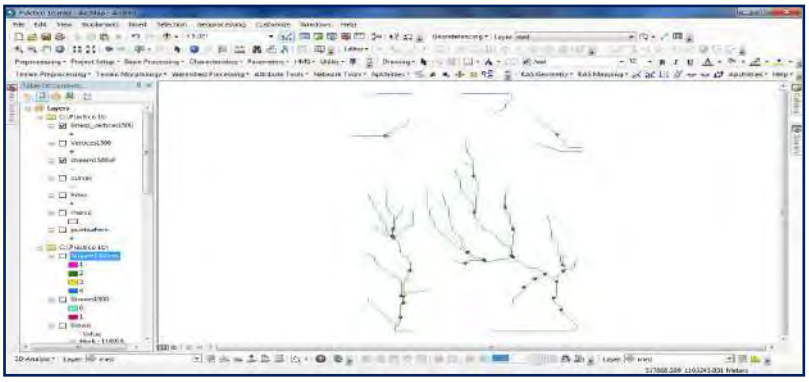


Figura N° 11 Puntos de vértices de la red de drenaje de una cuenca
Fuente: Watler R. (2013). Delimitación de cuencas hidrográficas

Paso 12. Delimitar las cuencas hidrográficas con Basin, en la Figura 12 se muestra la delimitación de una cuenca.

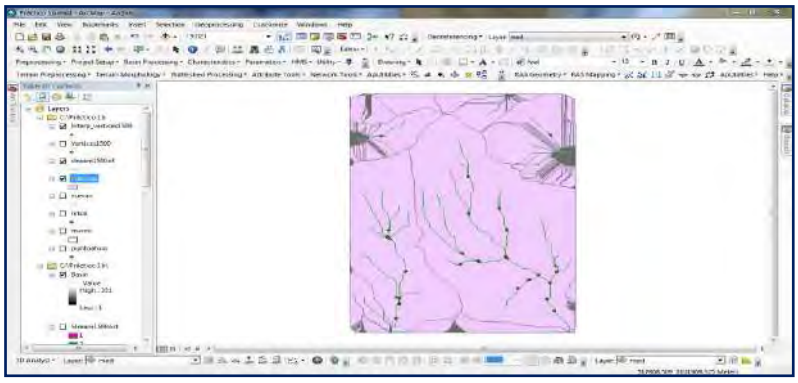


Figura N° 12 Delimitación de la cuenca
Fuente: Watler R. (2013). Delimitación de cuencas hidrográficas

Paso 13. Delimitar las subcuenca o microcuencas hidrográficas (Watershed), en la Figura 13 se presenta la delimitación de una subcuenca.

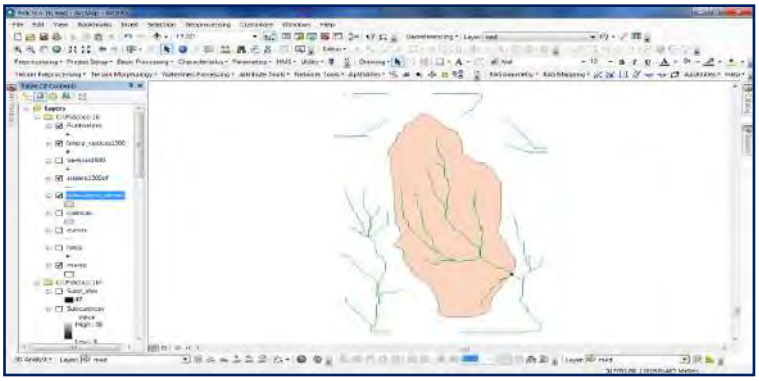


Figura N° 13 Delimitación de la subcuenca
Fuente: Watler R. (2013). Delimitación de cuencas hidrográficas

1.1.4 Parámetros fisiográficos o geomorfológicos

1.1.4.1 Parámetros de forma

a) Superficie

- **Área total de la cuenca:** Se define como la superficie, en proyección horizontal, delimitada por el parteaguas o divisoria de la cuenca. En la Figura 14 se muestra el área de una cuenca, el punto de salida del escurrimiento y el parteaguas. En la Tabla 01 se presenta una clasificación de una cuenca de acuerdo a su área.



Figura N° 14 Área de una cuenca
Fuente: Elaboración propia

El parteaguas es una línea imaginaria formada por los puntos de mayor nivel topográfico y que separa la cuenca de las cuencas vecinas.

Tabla N° 1 Clasificación de una cuenca de acuerdo a su área

Tamaño de la cuenca (Km^2)	Descripción
< 25	Muy pequeña
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Intermedia-pequeña
500 a 2 500	Intermedia-grande
2 500 a 5 000	Grande
> 5 000	Muy grande

Fuente: Campos Aranda D.F. (1998). Procesos del ciclo hidrológico.

- **Área de la cuenca de recepción**: Es el área de la cuenca hidrográfica donde ocurre la mayor cantidad promedio de precipitación y está delimitada desde una estación de

aforo en el río principal hacia aguas arriba. Si el terreno es impermeable los límites de una cuenca estarán definidos topográficamente por la curva que separa las vertientes; pero si el terreno es permeable, puede existir diferencias entre la cuenca real y la topográfica, tal como sucede en los terrenos kársticos, basálticos y arenosos (Sarango Julca, 2014)**.**

- **Área de la cuenca húmeda:** Se puede asumir, que es el área de la cuenca hidrográfica que comprende aquellas zonas cuya precipitación media anual está por encima de los 200 mm.

b) Perímetro de la cuenca: El perímetro de la subcuenca o la longitud de la línea del divortium aquarum de la subcuenca es un parámetro importante, pues en conexión con el área nos puede decir sobre la forma de la subcuenca. Usualmente este parámetro físico es simbolizado por la mayúscula P. En la Figura 15 se presenta el perímetro de la subcuenca del río Bigote.



Figura N° 15 Perímetro de una cuenca
Fuente: Elaboración propia

c) Forma de la cuenca

- **Índice de compacidad o Coeficiente de Gravelius (K):** La forma superficial de las cuencas hidrográficas tiene interés por el tiempo que tarda en llegar el agua desde los límites hasta la salida de la misma. Uno de los índices para determinar la forma es el Coeficiente de Compacidad (Gravelius) que es la relación "K" existente entre el perímetro de la cuenca "P" y el perímetro de un círculo que tenga la misma superficie "A" que dicha cuenca:

$$A = \pi r^2 \qquad (1)$$

$$K = 0.282\frac{P}{\sqrt{A}} \qquad (2)$$

Donde:

A área de un círculo, igual al área de la cuenca, km^2.
r radio de un círculo de igual área que la cuenca, km^2.
P perímetro de la cuenca, km.

El índice será mayor o igual a la unidad, de modo que cuanto más cercano a ella se encuentre, más se aproximará su forma a la del círculo, en cuyo caso la cuenca tendrá mayores posibilidades de producir crecientes con mayores picos (caudales). Por otra parte, "K" es un número adimensional independiente de la extensión de las cuencas. Por contrapartida, cuando "K" se aleja más del valor unidad significa un mayor alargamiento en la forma de la cuenca. En la Tabla 02 se muestra la clasificación de las formas de una cuenca de acuerdo a su indece de compacidad.

Tabla N° 2 Formas de la cuenca de acuerdo al Índice de compacidad

Índice de Compacidad (K))	**Forma de la Cuenca**
1.00 a 1.25	Casi redonda a oval-redonda
1.26 a 1.50	Oval-redonda a oval oblonga
1.50 a 1.75	Oval-oblonga a rectangular-oblonga

Fuente: (Lux Cardama, s.f.)

- **Factor de Forma (Ff):** Este factor relaciona el área de la cuenca y la longitud de la misma. En este sentido, valores inferiores a la unidad indican cuencas alargadas y aquellos cercanos a la unidad, son redondeados, conforme se puede apreciar en la Tabla 03. Se expresa con la fórmula:

$$F_f = \frac{A}{L^2} \qquad (3)$$

Donde:

A área de la cuenca, km^2.

L longitud de la cuenca, km.

Tabla N° 3 Clasificación de las cuencas de acuerdo a su Factor de forma

Valores Aproximados	**Forma de la Cuenca**
< 0.22	Muy alargada
0.22 - 0.30	Alargada
0.30 - 0.37	Ligeramente alargada
0.37 - 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 - 0.60	Ligeramente Ensanchada
0.60 - 0.80	Ensanchada
0.80 -1.20	Muy Ensanchada
> 1.20	Rodeando el Desagüe

Fuente: (Cordova, 2016)

d) Rectángulo equivalente o rectángulo de Gravelius: Representación geométrica de la cuenca en forma rectangular, manteniendo A, P y Kc.

$$\mathbf{Le} = \frac{P+\sqrt{P^2-16A}}{4} \qquad (4)$$

$$\mathbf{le} = \frac{P-\sqrt{P^2-16A}}{4} \qquad (5)$$

Donde:

P perímetro, km.

A área, km^2.

1.1.4.2 Parámetros de relieve

a) Altitud media de la cuenca: La altura o elevación media tiene importancia principalmente en zonas montañosas donde influye en el escurrimiento y en otros elementos que también afectan el régimen hidrológico, como el tipo de precipitación, la temperatura, etc. Para obtener la elevación media se aplica un método basado en la siguiente fórmula (NORDESTE, 2007)

$$H = \frac{\sum_{i=1}^{n}(c_i * a_i)}{A} \qquad (6)$$

Donde:

H elevación media de la cuenca.
c_i cota media del área i, delimitada por 2 curvas de nivel.
a_i área i entre curvas de nivel.
A área total de la cuenca.

b) Curva hipsométrica: Se define como curva hipsométrica a la representación gráfica del relieve medio de la cuenca, construida llevando en el eje de las abscisas, longitudes proporcionales a las superficies proyectadas en la cuenca, en km^2 o en porcentaje, comprendidas entre curvas de nivel consecutivas hasta alcanzar la superficie total, llevando al eje de las ordenadas la cota de las curvas de nivel consideradas, en la Figura 16 se muestra las curvas hipsoimetricas características.

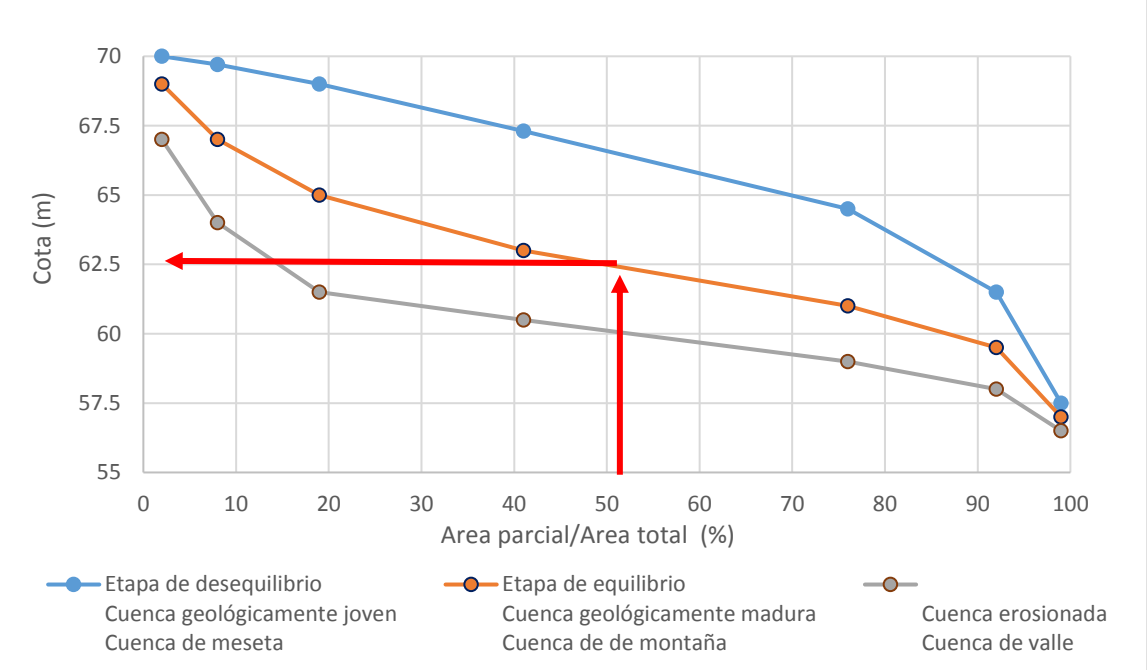


Figura N° 16 Curvas hipsométricas características
Fuente: Campos Aranda D.F. (1998). Procesos del ciclo hidrológico.

c) Pendiente media del río (Ic): Este parámetro es empleado para determinar la declividad de un curso de agua entre dos puntos y se determina mediante la siguiente relación:

$$Ic = \frac{HM - Hm}{1000 * L} \qquad (7)$$

Donde:

Ic pendiente media del río.
L longitud del río en km.
HM altitud máxima (en metros) del lecho del río, referidas al nivel medio de las aguas del mar.
Hm altitud mínima (en metros) del lecho del río, referidas al nivel medio de las aguas del mar.

d) Declive equivalente constante (S): El cálculo de este parámetro se basa en un método representativo del perfil longitudinal de un curso de agua. Este método asume que el tiempo de traslado varía en toda la extensión del curso de agua con la inversa de la raíz cuadrada de la declividad. Se usa la siguiente expresión:

$$S = \frac{1}{Tm^2} \qquad (8)$$

$$Tm^2 = (\sum l * t)L \qquad (9)$$

Donde:

Tm^2 tiempo medio de traslado.
l longitud parcial de un tramo del perfil longitudinal comprendido entre dos curvas de nivel.
L longitud más larga del río.
t reciproco de la raíz cuadrada de cada una de las declividades parciales del perfil longitudinal.

e) Declividad de los terrenos

Es un parámetro relativo al relieve, el cual permite conocer el tiempo de concentración de las aguas en un determinado punto del cauce, da una idea de la velocidad media de la escorrentía, poder de arrastre y erosión sobre la cuenca.

- **Método de cálculo de Mocornita:** viene dado por la siguiente expresión :

$$Sg = \frac{D}{A} \sum li * fi \qquad (10)$$

$$D = \frac{\cot amax - \cot amin}{6} \qquad (11)$$

Donde:

Sg pendiente de la cuenca, adimensional.
D desnivel entre las curvas de nivel, m.
A área de la cuenca, m^2.
Li longitud de la curva de nivel "i", m.
Fi factor de ponderación, adimensional.
Fi 0.5 para la menor y mayor curva de nivel y

fi 1 para las demás curvas.

- **Método de líneas sub divisorias:** Consiste en dividir el mapa de la cuenca mediante cuadriculas, de tal manera que exista un número considerable de las mismas (no menos de treinta). Midiendo la longitud total de las líneas del cuadriculado y determinando el número de veces que estas cortan a las curvas de nivel se llega a determinar la declividad de los terrenos mediante la siguiente relación:

$$S_1 = 1.57 * (D*N)/ Lo \qquad (12)$$

Donde:

D intervalos entre curvas de nivel
N número de intersecciones de las líneas del cuadriculado con las curvas de nivel
Lo longitud total de las líneas del cuadriculado comprendidas en la cuenca

En la Tabla 04 se muestra una clasificación de una cuenca de acuerdo a su pendiente.

Tabla N° 4 Clasificación de una cuenca de acuerdo a su pendiente

Pendiente media (%)	**Terrenos**
0-2	Llano
2-5	Suave
5-10	Accidentado medio
10-15	Accidentado
15-25	Fuertemente accidentado
25-50	Escarpado
>50	Muy escarpado

Fuente: Campos Aranda D.F. (1998). Procesos del ciclo hidrológico.

1.1.4.3 Sistema de drenaje

a) **Coeficiente de masividad (Cm):** Este coeficiente representa la relación entre la elevación media de la subcuenca y su superficie.

$$C_m = \frac{H_m}{A} \qquad (13)$$

Donde:

H_m elevación media.
A área total de la cuenca.

El coeficiente de masividad crece a medida que aumenta la altura media de la subcuenca, y disminuye su superficie. Por consiguiente, toma valores grandes para subcuencas muy pequeñas y montañosas (que presentan grandes desniveles), y disminuye para subcuencas extensas de relieve poco acentuado.

Este coeficiente permite diferenciar, netamente, subcuencas de igual altura media, y relieve distinto, aun cuando no es suficiente para caracterizar la susceptibilidad a la erosión de una subcuenca, pues puede dar valores iguales, en el caso de subcuencas en

que la altura media y la superficie, aumentan proporcionalmente (Londoño Arango, 2001).

Este valor toma valores bajos en subcuencas montañosas y altos en subcuencas llanas (Fuentes Junco, 2004), conforme se puede apreciar en la Tabla 05.

Tabla N° 5 Clases de valores de masividad

Rangos de Cm	Clases de masividad
0 - 35	Muy montañosa
35 - 70	Montañosa
70 - 105	Moderadamente montañosa

Fuente: Fuentes Junco. (2004). Análisis morfométricos de cuencas: Caso de Estudio del Parque Nacional Pico de Tancítaro.

b) Coeficiente de Torrencialidad (Ct): Es la relación entre el número de cursos de agua de primer orden y el área total de la subcuenca.

$$C_t = \frac{N_1}{A} \qquad (14)$$

Donde:

N_1 número de cursos de agua de 1er orden.
A área total de la subcuenca, km^2.

c) Coeficiente orográfico (CO): Es el producto de la altura media de la cuenca por su coeficiente de masividad. Siendo mayor de 6 el relieve es accidentado y si es menor de 6, es poco accidentado.

$$CO = C_m * H_m \qquad (15)$$

Donde:

H_m elevación media.
C_m coeficiente de masividad.

f) Densidad de corriente o Frecuencia de cauces (Fc): Es el número de ríos por unidad de superficie de la subcuenca; es decir, que mientras más elevado el factor Fr más ríos habrá en la subcuenca

$$Fr = \frac{NTc}{A} \qquad (16)$$

Donde:

Fr frecuencia de ríos.
NTc número total de cursos de agua.
A superficie de la Subcuenca, km^2.

g) Densidad de drenaje (Dd): Es la relación entre la longitud total de las corrientes de agua de la cuenca y su área total.

$$Dd = \frac{L}{A} \qquad (17)$$

Donde:

L longitud total de las corrientes de agua, km.

A área total de la cuenca, km^2.

Tabla N° 6 Valores interpretativos de la densidad de drenaje

Densidad de Drenaje (Km/Km^2)	Categoría
< 1	Baja
1 a 2	Moderada
2 a 3	Alta
> 3	Muy Alta

Fuente: Delgadillo Santander, A., & Moreno Barrios, A. (s.f.)

h) Extensión media de escurrimiento superficial (Es): Este parámetro indica la distancia media, en línea recta que el agua precipitada tendrá que escurrir para llegar al lecho de un curso de agua. Su valor está dado por:

$$Es = \frac{A}{4L} \qquad (18)$$

Donde:

A área de la cuenca, km^2.

L longitud total de los cursos de agua, km.

i) Índice de Alargamiento (Ia).Este índice, propuesto por Horton, relaciona la longitud máxima de la cuenca con su ancho máximo medido perpendicularmente a la dimensión anterior. Cuando el Ia toma valores mayores a la unidad, se trata seguramente de cuencas alargadas, mientras que para valores cercanos a 1, se trata de una cuenca cuya red de drenaje presenta la forma de abanico y puede tenerse un río principal corto.

$$Ia = \frac{La}{A} \qquad (19)$$

Donde:

Ia índice de alargamiento.

La longitud axial.

A ancho máximo de la cuenca.

Si se presenta un Índice de alargamiento (Ia) menor a 1.4, la cuenca es poco alargada; si se presenta entre 1.5 a 2.8, la cuenca es moderadamente alargada y si la cuenca presenta de 2.9 a 4.2 o mayor, la cuenca es muy alargada.

j) Número de orden de un cauce por el sistema Strahler: se debe tener las siguientes consideraciones:

- El orden de la cuenca está dado por el orden del cauce principal.
- Corrientes de primer orden: pequeños canales que no tienen tributario.
- Corrientes de segundo orden: dos corrientes de primer orden se unen.
- Corrientes de tercer orden: dos corrientes de segundo orden de unen.

- Corrientes de orden n+1: dos corrientes de orden n se unen.
- Entre más alto es el orden de la cuenca, indica un drenaje más eficiente que desalojará rápidamente el agua.

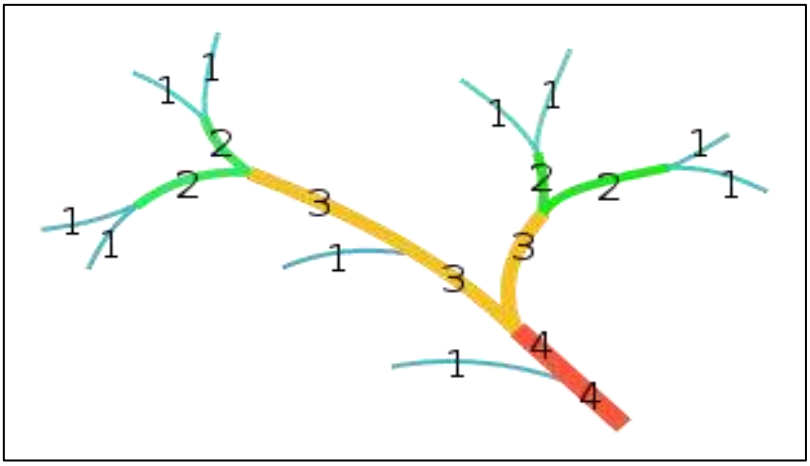


Figura N° 17 Cálculo del número de orden de un cauce por el sistema de Strahler
Fuente: Grupo de Hidrologia y Conservación, 2017

k) Relación de elongación (Re): Es la relación entre el diámetro de un círculo con igual área que la de la cuenca y la longitud máxima de la misma.

$$Re = 1.128 * (\sqrt{A}) / Lc \qquad (20)$$

Donde:

Re relación de elongación.
Lc longitud del cauce principal de la cuenca, km.
A área, km^2.

1.2 Elementos climatológicos

Para caracterizar a la atmósfera, sobre todo en la parte cercana a la superficie del terreno, se utilizan elementos tales como la temperatura del aire, el contenido de humedad, el viento, la presión, la precipitación, la nubosidad, la insolación, la radiación y la evaporación, por mencionar sólo algunos de los más utilizados por ingenieros y científicos. Los elementos atmosféricos pueden ser analizados en su variación diaria, que es la materia sobre la cual versa la meteorología, o como valores representativos de una región particular asociados a periodos de tiempo que abarquen de 20 años o más, que es la materia de la cual se encarga la climatología (Breña Puyol & Jacobo Villa, 2006).

1.2.1 Temperatura

La temperatura es una medida del movimiento de traslación medio de las moléculas de un sistema, que en nuestro caso se trata del aire. Para evitar perturbaciones por la incidencia directa de los rayos solares sobre los termómetros, se colocan dentro de un abrigo meteorológico, que permite el paso del aire a través de unas rendijas que forman parte de las paredes. Los valores máximos suelen ocurrir después del mediodía y los mínimos en la madrugada (Breña Puyol & Jacobo Villa, 2006).

1.2.2 Humedad relativa

El contenido de humedad en la atmósfera se caracteriza a través del parámetro humedad relativa, el cual se define como la relación de la densidad del vapor de agua en un volumen de aire dividido por la densidad de vapor de agua en condiciones de saturación. Generalmente se expresa en porcentaje y si la atmósfera presenta un alto contenido de humedad, la humedad relativa se aproximará al valor de 100%. Este elemento climatológico también muestra un comportamiento temporal como la temperatura (Breña Puyol & Jacobo Villa, 2006).

1.2.3 Viento

Se genera cuando existen diferencias de temperatura en puntos geográficos cercanos o por cambios en la presión atmosférica. Así, se presentan variaciones fuertes en intervalos de tiempo cortos en un lugar particular. Las montañas se enfrían más rápidamente que las partes bajas que las rodean, de modo que en la noche los vientos mostrarán una dirección descendente; en la mañana, la situación cambiará, de modo que al recibir primero los rayos solares las partes altas, se provocarán vientos con dirección ascendente. En zonas cercanas a los mares ocurre que, durante el día, el viento se mueve del continente al cuerpo de agua, y conforme avanza la noche, la dirección se invierte (Breña Puyol & Jacobo Villa, 2006).

1.2.4 Presión barométrica o atmosférica

Es uno de los elementos más importantes de la meteorología y en el pronóstico del tiempo atmosférico se utilizan cartas donde se configuran los isovalores de presión, definiendo así los lugares donde se forman las zonas de ciclón y anticiclón, así como los frentes (Breña Puyol & Jacobo Villa, 2006). Para el cálculo de la presión atmosférica utilizaremos la fórmula:

$$P = 101.3*(((293-0.0065*Z)/293))^{5.26} \quad (kPa) \qquad (21)$$

Donde:

Z altitud media de la cuenca (msnm).

1.2.5 Evaporación

Este fenómeno aparece como consecuencia del calentamiento que los rayos solares producen sobre la superficie líquida de mares, lagos y ríos, así como en los suelos húmedos, convirtiendo el agua en vapor, mientras la atmósfera no esté saturada de vapor a la temperatura ambiente. En este fenómeno el agua toma calor de su alrededor, por lo que la evaporación siempre va acompañada de enfriamiento de la superficie líquida o del suelo (Breña Puyol & Jacobo Villa, 2006).

1.2.6 Transpiración

La transpiración consiste en la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera. Los cultivos pierden agua predominantemente a través de los estomas (Riego y Drenaje, 2006).

1.2.7 Evapotranspiración

Se conoce como evapotranspiración (ET) la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo.

1.2.7.1 Evapotranspiración de referencia (ETo)

Es la tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua.

1.2.7.2 Evapotranspiración potencial

Es la máxima cantidad de agua que puede evaporarse de un suelo cubierto de vegetación, desarrollado en óptimas condiciones, y en el supuesto caso de no existir limitaciones en la disponibilidad de agua.

a) Calculo de la Evapotranspiración Potencial

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial emplearemos el método de Hargreaves, Penman-Monteith de la FAO y Thornthwaite.

a.1 Hargreaves

Para determinar la evapotranspiración potencial se emplea datos de temperatura y de radiación solar.

$$ETP = 0.0075*(RSM)*(TF)*(FA) \quad (22)$$

$$RSM = 0.075*(RA)*\sqrt{n/N} \quad (23)$$

$$FA = 1+0.06*(AL) \quad (24)$$

Donde:

ETP	evapotranspiración potencial anual (mm/año).
RSM	radiación solar media (mm/año).
TF	componente de temperatura media anual (°F).
FA	coeficiente de corrección por elevación.
RA	radiación extraterrestre (mm H2O / año).
(n/N)	relación entre insolación actual y posible (%).
AL	elevación media de la cuenca (Km.)

a.2 Penman-Monteith de la FAO

$$ETo = \frac{0.408\Delta\,(\mathrm{Rn}-\mathrm{G}) + \gamma \frac{900}{\mathrm{T}+273}\, u_2(\mathrm{es}-\mathrm{ea})}{\Delta + \gamma\,(1+0.34\,u_2)} \qquad (25)$$

Donde:

ETo	evapotranspiración de referencia (mm/día).
Rn	radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m^{-2} $día^{-1}$).
Ra	radiación extraterrestre (mm $día^{-1}$).
G	flujo del calor de suelo (MJ m^{-2} $día^{-1}$).
T	temperatura media del aire a 2 m de altura (°C).
u_2	velocidad del viento a 2 m de altura (m s^{-1}).
es	presión de vapor de saturación (kPa).
ea	presión real de vapor (kPa).
es-ea	déficit de presión de vapor (kPa).
Δ	pendiente de la curva de presión de vapor (kPa $°C^{-1}$).
γ	constante psicométrica (kPa $°C^{-1}$).

a.3 Thornthwaite

El método de Thornthwaite está basado en la determinación de la evapotranspiración en función de la temperatura media, con una corrección en función de la duración astronómica del día y el número de días del mes. El método es muy empleado en Hidrología y en la estimación del balance hídrico para Climatología e Hidrología de cuencas. También es empleado en los índices y clasificaciones climáticas.

Thornthwaite comprobó que la evapotranspiración era proporcional a la temperatura media afectada de un coeficiente exponencial, a. Se propone la fórmula:

$$\mathrm{ETP} = 16^{*}\,(10 * \frac{T_m}{I})^{a} \qquad (26)$$

Donde:

ETP	evapotranspiración mensual sin ajustar en mm (mm/mes).
T_m	temperatura media mensual en °C.
I	índice de calor anual.

$$I = \Sigma\, ij \quad ; j = 1, ..., 12 \qquad (27)$$

Que se calcula a partir del índice de calor mensual, i, como suma de los doce índices de calor mensuales:

$$i_j = (\frac{tm_j}{5})^{1.514} \qquad (28)$$

a : parámetro que se calcula, en función de I según la expresión:

$$a = 0{,}000000675*I^3 - 0{,}0000771*I^2 + 0{,}01792*I + 0{,}49239 \qquad (29)$$

Para valores de temperatura media mensual superiores a 26,5 °C, la ETP sin ajustar se obtiene directamente de la Tabla 7, al ser independiente del valor de I. En este caso, hay que considerar que para obtener el valor mensual hay que multiplicar por el número de días del mes.

Tabla N° 7 Valores de la ETP diaria sin corregir para temperaturas superiores a los 26,5 °C

Tm(ºC)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
26						4.5	4.5	4.6	4.6	4.6
27	4.6	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8	4.8	4.9	4.9
28	4.9	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	5.1	5.1	5.1	5.2
29	5.2	5.2	5.2	5.2	5.3	5.3	5.3	5.3	5.4	5.4
30	5.4	5.4	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.6	5.6
31	5.6	5.6	5.6	5.6	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.8
32	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9
33	5.9	5.9	5.9	5.9	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
34	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
35	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1
36	6.1	6.1	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
37	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2
38	6.2									

Fuente:Almorox Alonso - http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/evapotranspiraciones/metodosevapotranspiraciones.pdf

Para el cálculo de la ETP de un mes determinado será preciso corregir la ETP sin ajustar "e" mediante un coeficiente que tenga en cuenta el número de días del mes y horas de luz de cada día, en función de la latitud. Para lo cual se introduce el índice de iluminación mensual en unidades de 12 horas, que deberá multiplicar a la ETP sin ajustar para obtener la ETP según Thornthwaite (mm/mes).

$$ETP_{Tho} = \text{ETP} * \text{L} \qquad (30)$$

ETP : evapotranspiración mensual sin ajustar en mm
L : factor de corrección del número de días del mes (Ndi) y la duración astronómica del día Ni -horas de sol- :

$$\text{Li} = \text{Ndi}/30 \cdot \text{Ni}/12 \qquad (31)$$

1.2.8 Nubosidad

Es un elemento importante que tiene influencia en la evaporación y la evapotranspiración. La nubosidad puede tener dos fuentes: la primera es el resultado de la invasión de masas de aire frías y secas del norte, la cual tiene poca importancia y ninguna relación con las lluvias. La segunda es la que se produce por las masas de aire caliente y humedad que provienen de los océanos vecinos, tiene gran importancia y está íntimamente relacionada con las lluvias (Breña Puyol & Jacobo Villa, 2006).

1.2.9 Precipitación

Se engloba dentro del término precipitación a todas las aguas meteóricas que caen sobre la superficie de la tierra, tanto bajo la forma líquida como sólida (nieve, granizo). Estos últimos diversos tipos de precipitación son normalmente medidos sin efectuar su discriminación por medio de su equivalente en agua. La precipitación es el origen de

todas las corrientes superficiales y profundas, por lo cual su cuantificación y el conocimiento de su distribución, en el tiempo y en el espacio, se constituyen en problemas básicos para la hidrología (Segerer & Villodas, 2006).

1.2.9.1 Medidas de la precipitación

Todas las formas de precipitación son medidas sobre la base de la altura vertical de agua que podría acumularse sobre un nivel superficial, si la precipitación permaneciera donde cayó. En América Latina la precipitación es medida en milímetros y décimas, mientras que en los Estados Unidos la precipitación es medida en pulgadas y centésimas.

La precipitación se puede medir de dos maneras:

a) Medición por pluviómetros: Son aparatos muy simples que consisten, esencialmente, en un depósito en el cual se almacena el agua de lluvia. Este depósito presenta un embudo superior por donde ingresan las gotas de lluvia, dentro de éste depósito se tiene una regla graduada que permite medir el agua que ha ingresado por un determinado tiempo de observación. Para facilitar la lectura correcta es importante el dimensionamiento y disposición final de este aparato.

b) Medición por pluviógrafos: Son aparatos que registran la precipitación de forma continua y automática, en intervalos de tiempo pequeños. Tienen la gran ventaja que indican la intensidad de la precipitación, la cual es un factor de importancia en muchos problemas.

1.2.9.2 Estimación de datos faltantes

Los datos faltantes de un registro de precipitaciones son muy frecuentes, teniendo una gran variedad de causas. Por ejemplo, los desperfectos en el equipo de mediciones, por enfermedad o sustitución del encargado de las observaciones, por interrupciones debidas a limitaciones presupuéstales, etc. En general los datos faltantes son estimados en base a los registros de las estaciones cercanas, o bien en base al propio registro, a continuación se describen métodos para la estimación de datos faltantes (Farias de Reyes, 2008):

a) Método del U.S. National Weather Service

Este método considera que el dato faltante de una cierta estación “A”, puede ser estimado en base a los datos observados en las estaciones circundantes. El método puede ser aplicado para estimar valores diarios, mensuales o anuales faltantes. El método consiste en ponderar los valores observados en una cantidad “W”, igual al recíproco del cuadrado de la distancia “D” entre cada estación vecina y la estación “A”. La lluvia buscada “Px” será igual a:

$$Px = \sum (Pi * Wi) / \sum Wi \qquad (32)$$

Siendo:

Pi = Precipitación observada para la fecha de la faltante, en las estaciones auxiliares circundantes (pueden ser como mínimo 2), en milímetros.

Wi= $1/Di^2$, siendo Di la distancia entre cada estación circundante y la estación incompleta, en Kilómetros.

Se recomienda utilizar cuatro estaciones auxiliares, las más cercanas de manera que cada una quede localizada en uno de los cuadrantes que definen unos ejes coordenados que pasan por la estación incompleta.

b) Método del promedio aritmético

Método más sencillo, en el cual se hace en simple promedio aritmético del valor registrado en las estaciones vecinas para obtener el dato faltante, pero solamente es recomendado cuando la precipitación total anual de las estaciones en cuestión no varía en más de un 10 %.

c) Método de promedios ponderados

Este método se aplica si se presenta una variación de la precipitación total anual de las estaciones en más de un 10 %. En este método se dará a cada estación un peso diferente. La fórmula aplicada a este método es la siguiente:

$$P_X = \frac{\bar{P}_x}{3}\left(\frac{P_A}{\bar{P}_A} + \frac{P_B}{\bar{P}_B} + \frac{P_C}{\bar{P}_C}\right) \qquad (33)$$

Donde:

P_X	dato de precipitación estimado en la estación X.
$\bar{P}_X$, $\bar{P}_A$, $\bar{P}_B$, $\bar{P}_C$	promedio de las precipitaciones anuales en las estaciones X, A, B y C.
P_A , P_B , P_C	precipitación en las estaciones A, B y C durante el período faltante en X.

Este método se puede aplicar cuando hay hasta tres o cuatro datos mensuales faltantes en el año dentro del periodo elegido, si hay más meses faltantes, se pueden calcular las precipitaciones totales anuales por medio del análisis de consistencia o Curva Doble Acumulada.

d) Uso de técnicas de regresión lineal

Para completar registros anuales en uno o más años, seguidos o intercalados, el uso de la regresión lineal entre la estación incompleta y otra u otras cercanas, es de enorme ayuda para estimar los datos faltantes. La regresión lineal y la correlación entendida esta última, como una forma de medir el grado de asociación o dependencia entre los datos de las estaciones que se analizan.

e) Uso de modelos de regresión

Las estaciones a ser correlacionadas, deben tener similitud en su ubicación (altitud, latitud, distancia a la divisoria) y ser cercanas. Entre los principales modelos de regresión usados en hidrología, debemos mencionar los siguientes:

Regresión Lineal Simple : $y = a + b X$ (34)

Regresión Logarítmica	:	$y = a + b \ln (X)$	(35)
Regresión Potencial	:	$Y = a X^b$	(36)
Forma linealizada	:	$\ln (Y) = \ln (a) + b \ln(X)$	(37)
Regresión Exponencial	:	$Y = a \exp (bX)$	(38)

Todas estas ecuaciones pueden ser analizadas como modelos de regresión lineal simple, usando su forma linealizada.

Para completar información es importante contar al menos con una estación cercana a la estación problema, además debe tener similitud en cuanto a los registros y estén ubicadas en la misma cuenca o en su defecto en cuencas con parámetros geomorfológicos similares. La estación cercana deberá abarcar necesariamente un período de registro mayor que la estación problema; de este modo se puede establecer una ecuación de regresión entre los datos de períodos comunes y completar los datos que faltan en la estación problema. Es importante para el empleo de este método que la correlación entre la estación cercana y la estación problema sea alto, por ejemplo que el coeficiente sea r => 0.7

1.2.9.3 Análisis de la Consistencia o Curvas Doble Acumuladas (CDA)

Es un método aplicado para verificar la homogeneidad de los datos en una estación pluviométrica, comprobando de esta manera si hubieron anomalías en esta estación durante algún periodo de tiempo, además, permite verificar si la estación es influenciada por algún fenómeno regional por ejemplo efectos del FEN.

Básicamente consiste en calcular el promedio de precipitaciones anuales acumuladas (PPA) de un conjunto de información pluviométrica, que se considera son las mejores y más largas de la región y compararlas con las precipitaciones anuales acumuladas de una estación "X", las cuales llevadas al gráfico PPA vs Px, permiten evaluar la consistencia de la información estadística de la estación "X".

Se considera que la información de la estación "X" es consistente si ésta guarda una tendencia lineal con respecto a los PPA y si se produce un quiebre a partir de un determinado año, la estadística de la estación "X" no es consistente y debe corregirse.

La metodología a seguir para el análisis de consistencia de las estaciones que participan en el análisis (UNESCO, 1982), es la siguiente:

a) Para cada año. Se calcula el promedio de las precipitaciones (PP) anuales de las estaciones que intervendrán en el análisis.
b) Se determinan los valores anuales acumulados para cada estación y para el PPA. Estas acumulaciones se realizan cronológicamente del año más reciente al más antiguo.
c) En un gráfico se lleva en el eje de las abscisas los valores de los PPA y en el eje de la ordenada los valores acumulados para cada estación.

d) Se evalúa la tendencia del PPA respecto a las precipitaciones acumuladas de cada estación. Si los puntos presentan una sola tendencia, o sea se puede trazar por ellos una recta sin quiebres, quiere decir que la estadística de la estación en evaluación es consistente. Si los puntos presentan numerosos quiebres o mucha dispersión, la estadística no es consistente y se elimina esta estación de la gráfica.
e) Con las estaciones de buena tendencia, resultado de la selección del párrafo anterior, se calcula un nuevo PPA, con el cual se corregirán las estaciones no consistentes.
f) Si una estadística presenta varias tendencias, o sea, tiene varios quiebres en general se supone que el periodo más reciente es el mejor observado, ya que la técnica de observación y los instrumentos deben mejorar con el tiempo, o bien que representan la tendencia actual y futura, por lo tanto es la válida. Sin embargo, deberá analizarse cada caso por separado, pues ocurre que en algunas estaciones el último periodo no es representativo por descalibración del instrumento o problemas de observación.
g) Las precipitaciones con periodos que tienen diferente pendiente respecto a la tendencia del PPA, se ajustan a la pendiente de éste último.
h) Con las precipitaciones acumuladas ajustadas se repite el proceso a), b), c), para asegurarse que los ajustes han sido bien efectuados, con lo cual se acepta como bueno este PPA.

Al decidirse aplicar este método, deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones de orden práctico:

a) Previamente se sugiere rellenar los valores faltantes puntuales de las estaciones.
b) La información a ser analizada debe tener como mínimo 5 años de registro, lo cual permitirá en el método de Curva Doble Acumulada definir mejor la pendiente.
c) En zonas montañosas este método debe utilizarse con cautela, por la gran influencia que ejerce le efecto orográfico.

Para que el ajuste sea suficientemente confiable, conviene que el número de estaciones circundantes usadas no sea menor de diez. Por otra parte, si en la zona en estudio hay variaciones muy apreciables de la precipitación en cada época del año, es conveniente hacer ajustes por separado para cada época. Así, por ejemplo, se puede hacer un ajuste para la época de lluvias y otro para la sequía (Aparicio, 1992).

Cuando se emplea la técnica de doble masa, para contrastar todas las estaciones pluviométricas en una cuenca, se deben situar las mismas en un plano indicando su nombre, altitud, lluvia media anual y número de años de registro. Posteriormente, se deben distribuir las mismas en grupos afines teniendo en cuenta las siguientes recomendaciones (Cahuana y Yugar, 2009):

a) Los grupos deben tener de 3 a 10 estaciones.
b) La lluvia media anual de las estaciones de cada grupo debe ser semejante.
c) Cada grupo debe incluir, por lo menos, una estación con amplio registro (25 años como mínimo).
d) La altitud de las estaciones del grupo debe ser similar, no debiendo existir una diferencia de más de 300 metros entre ellas.
e) Las estaciones deben estar relativamente próximas, no debiéndose exceder una distancia de 50 km.

1.2.9.4 Determinación de la precipitación media

La precipitación media en una zona o en una cuenca es motivo de considerable interés en el diseño hidrológico y su correcta evaluación es muy importante en la modelación de los procesos de lluvia y escorrentía, tanto en modelos de pronóstico como en diseño. Según sean las necesidades del estudio, puede usarse el valor de la precipitación media anual, mensual, diaria o de una tormenta distribuida sobre un área.

a) Método de la media aritmética

Consiste en tomar como lluvia media de la zona (por lo general una cuenca determinada), la media aritmética de las medidas obtenidas en los pluviómetros situados en ella. Si bien la aproximación es escasa, el procedimiento puede ser de aplicación en zonas que reúnan características suficientes de homogeneidad climática y física, cuando la distribución de las estaciones sea tal que el valor medio difiera poco respecto al valor ponderado, cuando exista un elevado número de estaciones, cuando la distribución areal de las precipitaciones sea relativamente uniforme o cuando los datos básicos disponibles o el objetivo del cálculo no justifiquen un procedimiento de ponderación.

Siendo P1, P2,…., Pn la lluvia recogida en los "n" pluviómetros de la zona en el mismo intervalo de tiempo (una tormenta determinada, una estación lluviosa, un año calendario o hidrológico), la lluvia media para la zona es:

$$\overline{P_A} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Pi}{n} \qquad (39)$$

b) Método de Thiessen

Este método se emplea cuando la distribución de los pluviómetros no es uniforme dentro del área en consideración.

Se efectúa una media ponderada de las precipitaciones en función al área de influencia de cada estación. Asumiendo que cada estación representa un valor medio de su área de influencia. El método consiste en:

i) Unir, las estaciones más próximas entre sí en un plano de la cuenca, mediante líneas rectas discontinuas. Con ello se forman triángulos en cuyos vértices están las estaciones pluviométricas (P0i).

ii) Trazar líneas rectas continuas que bisectan los lados de los triángulos. Por geometría, las líneas correspondientes a cada triángulo convergerán en un solo punto que es llamado vértice.

iii) Cada estación pluviométrica quedará rodeada por las líneas rectas del paso 2, que forman son llamado polígono de Thiessen y, en algunos casos, en parte por el parteaguas de la cuenca. El área encerrada por los polígonos de Thiessen y el parteaguas será el área de influencia de la estación correspondiente.

iv) Calculando el área del polígono de cada estación y relacionándola con el área total, se sacan pesos relativos para cada pluviómetro y posteriormente el valor de la

precipitación promedio se obtiene a partir de un promedio ponderado. Por lo tanto, la precipitación promedio sobre la cuenca se evalúa con:

$$PT_{hiesen} = \frac{\sum Ai*Pi}{A} \qquad (40)$$

Donde:

PT_{hiesen}	precipitación promedio sobre la cuenca, en mm.
Ai	área del polígono de cada una de las estaciones i dentro de la divisoria de aguas de la cuenca, en Km^2 o m^2.
A	área total de la cuenca, en Km^2 o m^2.
Pi	precipitación en estación i para el período de estudio, en mm.

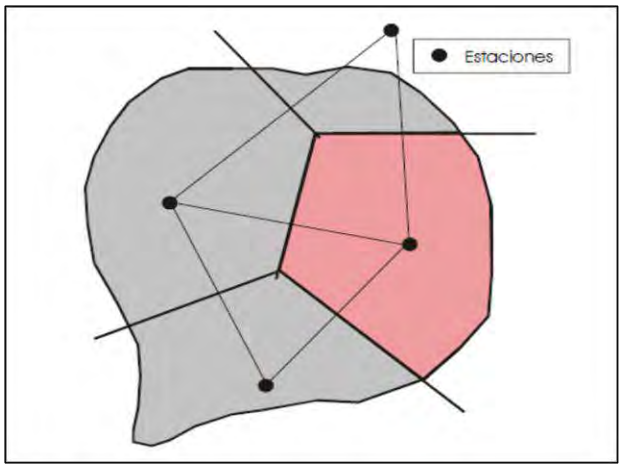


Figura N° 18 Polígonos de Thiessen
Fuente: Ricardo Juncosa Rivera, 2005. Hidrología I: Ciclo Hidrológico

c) Método de las Isoyetas

Las isoyetas son curvas de igual precipitación. A partir de las cuales se puede obtener una precipitación media ponderada de la siguiente manera:

i) A partir de las estaciones se dibujan las isoyetas.
ii) Se le asigna a cada isoyeta una superficie igual a la suma de la mitad de las superficies existentes entre dos isoyetas contiguas, o bien se le asigna a cada superficie existente entre dos isoyetas un valor medio de precipitación de las mismas.
iii) Se planimetran las superficies.
iv) Se calcula el valor medio utilizando la siguiente expresión:

$$P_m = \frac{1}{A_t} \sum_{i=1}^{nsuper} (A_i \ (P_i + P_{\ i+1})/2) \qquad (41)$$

Donde:

Pm	precipitación media,
Pi	precipitación de la isoyeta i,
nsuper	número de superficies entre isoyetas comprendidas en la cuenca,
Ai	área existente entre las isoyetas i e i+1 y

At área total de la zona, respectivamente.

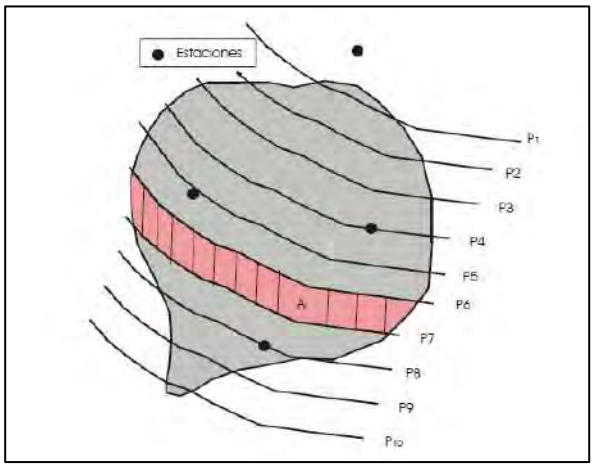


Figura N° 19 Método de las isoyetas
Fuente: Ricardo Juncosa Rivera, 2005. Hidrología I: Ciclo Hidrológico

d) Kriging

Es un procedimiento geoestadístico avanzado que genera una superficie estimada a partir de un conjunto de puntos dispersados con valores z.

El método Kriging es similar al de IDW en que pondera los valores medidos circundantes para calcular una predicción de una ubicación sin medición.

Capítulo II. Modelos hidrológicos

Los modelos hidrológicos tratan de representar el ciclo hidrológico con la finalidad de reproducir el fenómeno lluvia-escurrimiento que se produce en un espacio físico conocido como cuenca hidrográfica. Los modelos se basan en las ciencias físicas y matemáticas.

Actualmente los modelos hidrológicos son de mucha importancia ya que mediantes estos podemos pronosticar avenidas, sequias, caudales máximos, y así poder medidas correctivas que permitan mitigar sus efectos. Para nuestro estudio utilizaremos los modelos como herramienta de gestión y planeamiento.

Los modelos pueden clasificarse en dos categorías: modelos físicos y modelos abstractos.

Los modelos físicos incluyen modelos a escala, representando al sistema en una escala reducida.

Los modelos abstractos representan el sistema mediante fórmulas matemáticas, relacionando las variables de entrada y de salida. Dichas variables pueden ser funciones del espacio y del tiempo, y también pueden ser variables probabilísticas o aleatorias que no tiene un valor fijo en un punto particular del espacio y del tiempo, pero que están descritas a través de distribuciones de probabilidad (Chow, 1994).

En la Figura 20, se presenta una clasificación de modelos hidrológicos de acuerdo con la forma, la aleatoriedad y la variabilidad espacial y temporal de los fenómenos hidrológicos.

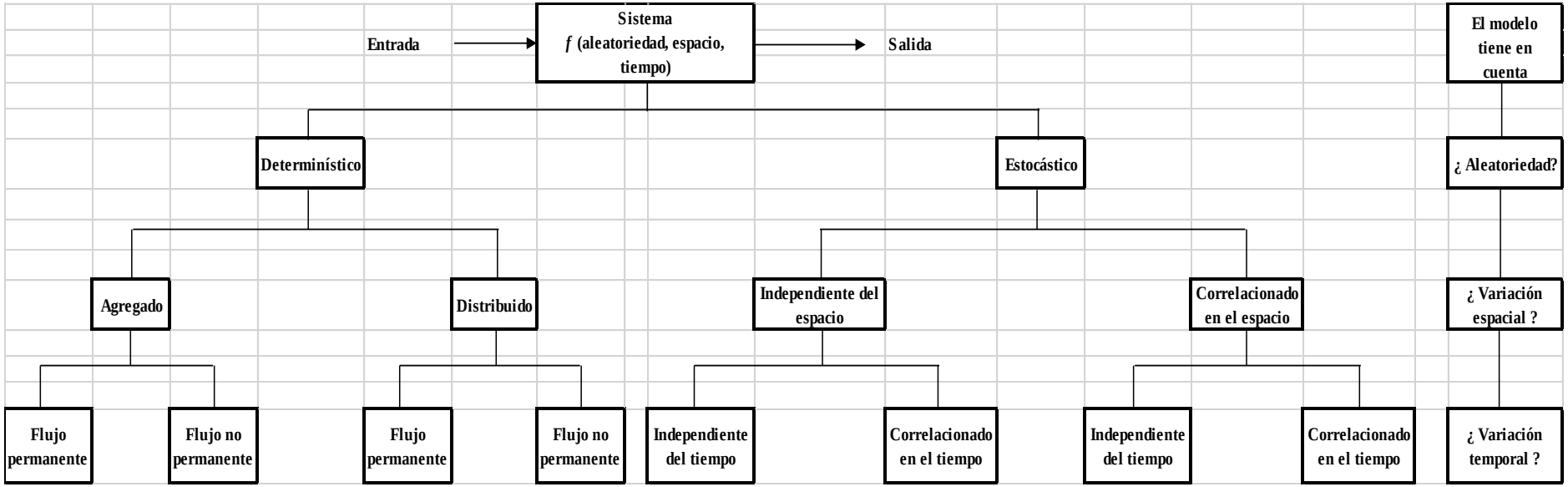


Figura N° 20 Clasificación de los modelos hidrológicos
Fuente: Ven Te Chow (1994). Hidrología Aplicada.

El modelo determinístico es un modelo matemático donde las mismas entradas producirán invariablemente las mismas salidas, no considera aleatoriedad.

El modelo estocástico también conocido como modelo probabilísticos, en dichos modelos algún elemento no se conoce con anticipación, incluyendo así la incertidumbre.

Los modelos determinísticos agregados, promedian el sistema en el espacio o considerado como un punto único sin dimensiones en el espacio. El modelo determinístico distribuido considera que los procesos hidrológicos ocurren en varios puntos del espacio y define las variables del modelo como funciones de las dimensiones espaciales. Los modelos estocásticos se clasifican en independientes en el espacio y correlacionados en él, de acuerdo con la influencia que las variables aleatorias tengan entre ellas en diferentes puntos del espacio (Chow, 1994).

Los modelos determinístico se clasifican en modelos de flujo permanente de acuerdo a sí cambia con el tiempo y modelos de flujo no permanente. Los modelos estocásticos siempre tienen salidas que son variables en el tiempo. Éstos se clasifican como independientes del tiempo y correlacionados con él; un modelo independiente del tiempo representa una secuencia de eventos hidrológicos que no influyen entre sí, mientras que un modelo correlacionado en el tiempo representa una secuencia en la cual el evento siguiente está parcialmente influido por el evento anterior y posiblemente por otros (Chow, 1994).

2.1 Metodología para el uso de modelos hidrológicos

(Chong, 2002), presenta una metodología racional para el uso de modelos hidrológicos, la cual consiste en una serie de pasos, que se describen a continuación:

a) Defina el problema.
b) Especifique el objetivo.
c) Estudie los datos disponibles.
d) Determine las instalaciones de computación disponibles.
e) Especifique las limitaciones económicas y sociales.
f) Elija una clase particular de modelos hidrológicos.
g) Seleccione un tipo particular de modelo de la clase dada.
h) Calibre el modelo (es decir, optimice los parámetros).
i) Evalué el rendimiento del modelo.
j) Utilice el modelo para propósitos de predicción.
k) Inserte el modelo en un modelo más general.

En una aplicación sistemática de la metodología, las etapas f-i podrían ser iteradas hasta que se obtenga un modelo satisfactorio. Sin embargo, el paso i es crucial en toda esta operación. Sólo cuando un modelo ha sido objetivamente calibrado y evaluado puede aplicarse a un problema específico con la seguridad de que se está haciendo el mejor uso de los datos y que se sabe algo sobre el orden de magnitud de la precisión de la predicción. Existe una multitud de modelos hidrológicos. Sin embargo, todavía no se ha desarrollado una metodología racional para su elección (Chong, 2002).

2.2 Calibración y validación de modelos hidrológicos

La calibración es el proceso por el cual se identifican los valores de los parámetros del modelo para los cuales la serie de datos simulado se ajusta de manera óptima a la serie de datos observados. Para evaluar la bondad de ajuste del modelo se utiliza una "función objetivo". La función objetivo es usualmente una medida de bondad de ajuste (error de balance de masas, coeficiente de correlación, eficiencia de Nash-Sutcliffe, etc), pero también puede ser una combinación de estas (dependiendo de la importancia que el investigador asigne a las diferentes medidas de bondad de ajuste) recibiendo entonces el nombre de función "multiobjetivo" (Cabrera, Calibración de modelos hidrológicos, 2012).

La validación de un modelo como "el proceso de demostración que el modelo es capaz de hacer predicciones en un lugar específico determinado para períodos fuera del período de calibración". De esta manera, se dice que un modelo ha sido validado si su precisión y capacidad predictiva en el período de validación muestran errores o límites aceptables (Cabrera, Validación de modelos hidrologicos, 2012).

Medidas de bondad de ajuste

Para el proceso de calibración emplearemos las siguientes medidas de bondad de ajuste

a) Coeficiente de calibración (r)

Expresa la dependencia lineal entre dos variables que, en nuestro caso, son los caudales observados y los caudales simulados. Se formula como:

$$r = \frac{S_{obs,sim}}{\sqrt{S_{obs}S_{sim}}} \qquad (42)$$

donde Sobs sim, es la covarianza sin sesgo entre los caudales observados y simulados:

$$S_{obs,sim} = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(Q_i - \bar{Q})\,(Q_{sim,i} - \overline{Q_{sim}}) \qquad (43)$$

y, S obs y S sim son las varianzas sin sesgo de los caudales observados y simulados respectivamente:

$$S_{obs} = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(Q_i - \overline{Q})^2 \qquad (44)$$

$$S_{sim} = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(Q_{sim,i} - \overline{Q_{sim}})^2 \qquad (45)$$

Donde :

$\overline{Q}$ caudal medio observado

$\overline{Qsim}$ caudal medio simulado

El coeficiente de correlación puede tomar valores entre 0 < r < 1: a mayor valor de r, mejor ajuste.

El uso de esta medida de bondad de ajuste se recomienda cuando se espera una relación lineal entre las variables observadas y simuladas.

Tabla N° 8 Valores del coeficiente de correlación

Valor	Magnitud correlación
0.0 – 0.2	Mínima
0.2 – 0.4	Baja
0.4 – 0.6	Moderada
0.6 – 0.8	Buena
0.8 – 1.0	Muy buena

Fuente: (Mendoza, 2015)

b) Eficiencia de Nash-Sutcliffe (E)

El criterio de Nash-Sutcliffe es uno de los más usados en Hidrología. Se define como:

$$E = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{sim,i} - Q_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(Q_i - \bar{Q})^2} \qquad (46)$$

y mide cuánto de la variabilidad de las observaciones es explicada por la simulación. Si la simulación es perfecta, E=1; si se intentase ajustar las observaciones con el valor promedio, entonces E=0.

Donde :
Qsim caudal simulado
Qi caudal observado
$\overline{Q}$ caudal medio observado

c) Error de balance de masas (m)

Expresa cuantitativamente la relación entre el volumen del hidrograma observado y el simulado. Se expresa como:

$$m = 100\,\frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{sim} - Q_i)}{\sum_{i=1}^{n} Q_i} \qquad (47)$$

Donde :
Qsim caudal simulado
Qi caudal observado

Si el ajuste es perfecto, m=0, m es un porcentaje. En el proceso de calibración, se debe buscar alcanzar el valor más bajo de m. Esta media de bondad de ajuste es adecuada para análisis mensuales y anuales, y para casos donde se requiere reproducir el balance se aguas.

d) Raíz del error cuadrático medio (RMSE)

La raíz del error cuadrático medio permite cuantificar la magnitud de la desviación de los valores simulados respecto a los observados. Se formula como:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{sim} - Q_i)^2}{n}} \qquad (48)$$

donde
Qsim caudal simulado
Qi caudal observado

El rango de valores que puede tomar va desde 0 hasta el infinito (positivo). El 0 corresponde a un ajuste perfecto mientras que valores más grandes indican un menor ajuste.

e) Índice de ajuste modificado Willmott (1984)

El índice de ajuste modificado (W) fue desarrollado por Willmott (1984) para aumentar la sensibilidad con valores bajos y evitar sobrevalorar en exceso los valores extremos, se expresa de la siguiente forma:

$$W = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{sim} - Q_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(|Q_{sim} - \overline{Q_i}| + |Q_i - \overline{Q_i}|)^2} \qquad (49)$$

Este índice oscila entre 0 y 1, este último valor implica un ajuste perfecto. Al igual que los anteriores es sensible a la presencia de valores extremos.

f) Porcentaje de sesgo (PBIAS)

El sesgo porcentual (PBIAS) mide la tendencia promedio de los datos simulados a ser más grandes o más pequeños que sus contrapartes observadas (Gupta et al., 1999). Se calcula de la siguiente forma:

$$\text{PBIAS} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{obs} - Q_{sim}) * 100}{\sum_{i=1}^{n} Q_{obs}} \qquad (50)$$

El valor óptimo de PBIAS es 0.0, con valores de baja magnitud que indican una simulación de modelo precisa. Los valores positivos indican un sesgo de subestimación del modelo, y los valores negativos indican un sesgo de sobreestimación del modelo (Gupta et al., 1999).

g) Razón RMSE- desviación estándar de las observaciones (RSR)

Es una versión estandarizada del RMSE; se calcula como el cociente entre el RMSE y la desviación estándar de los datos observados, como se muestra en la siguiente ecuación y se interpreta basados en los criterios establecidos por (Moriasi, 2007), que se resumen en el Tabla 9.

$$\text{RSR} = \frac{RMSE}{DESVEST_{obser}} \qquad (51)$$

Los valores medios de RSR y PBIAS se muestran en el Tabla 9.

Tabla N° 9 Valores de RSR-PBIAS

RSR	PBIAS	Interpretación modelo
0.00 < RSR ≤ 0.5	PBIAS < ± 10	Muy bueno
0.50 < RSR ≤ 0.6	± 10 ≤ PBIAS < ± 15	Bueno
0.60 < RSR ≤ 0.7	± 15 ≤ PBIAS < ± 25	Satisfactorio
RSR > 0.7	PBIAS ≥ ± 25	No satisfactorio

Fuente: (Moriasi et.al., 2007).

2.3 Elección de los modelos hidrológicos

Para para la estimación de caudales mensuales en la subcuenca del río Bigote, se ha tenido en cuenta la información disponible que nos permita la aplicación de los modelos hidrológicos: Lutz Scholz, GR2m, abc y Temez.

2.3.1 Modelo Lutz Scholz

Este modelo hidrológico es combinado por que cuenta con una estructura determinística para el cálculo de los caudales mensuales para el año promedio (Balance Hídrico - Modelo determinístico); y una estructura estocástica para la generación de series extendidas de caudal (Proceso markoviano - Modelo Estocástico). Fue desarrollado por el experto Lutz Scholz para cuencas de la sierra peruana, entre los años 1979 y 1980, en el marco de la Cooperación Técnica de la República de Alemania a través del Plan Meris II (Scholz, 1980).

Este modelo fue implementado con la finalidad de pronosticar caudales a escala mensual, teniendo una utilización inicial en estudios de proyectos de riego y posteriormente extendiéndose el uso del mismo a estudios hidrológicos con prácticamente cualquier finalidad (abastecimiento de agua, hidroelectricidad etc). Los resultados de la aplicación del modelo a las cuencas de la sierra peruana han producido una correspondencia satisfactoria respecto a los valores medidos.

Determinado el hecho de la ausencia de registros de caudal en la sierra peruana, el modelo se desarrolló tomando en consideración parámetros físicos y meteorológicos de las cuencas, que puedan ser obtenidos a través de mediciones cartográficas y de campo. Los parámetros más importantes del modelo son los coeficientes para la determinación de la precipitación efectiva, déficit de escurrimiento, retención y agotamiento de las cuencas.

A continuación se presenta el desarrollo del modelo propuesto por Lutz Scholz

a) Ecuación del balance hídrico

La ecuación fundamental que describe el balance hídrico mensual en mm/mes es la siguiente:

$$CMi = Pi - Di + Gi - Ai \qquad (52)$$

Donde:

CMi caudal mensual (mm/mes).
Pi precipitación mensual sobre la cuenca (mm/mes).
Di déficit de escurrimiento (mm/mes).
Gi gasto de la retención de la cuenca (mm/mes).
Ai abastecimiento de la retención (mm/mes).

Asumiendo:

1. Que para períodos largos (en este caso 1 año) el gasto y abastecimiento de la retención tienen el mismo valor es decir Gi = Ai, y
2. Que para el año promedio una parte de la precipitación retorna a la atmósfera por evaporación.

Reemplazando (P-D) por (C*P), y tomando en cuenta la transformación de unidades (mm/mes a m^3/seg) la ecuación (52) se convierte en:

$$Q = c'*C*P*AR \qquad (53)$$

Que es la expresión básica del método racional.

Donde:

Q caudal (m^3/s).
c' coeficiente de conversión del tiempo (mes).
C coeficiente de escurrimiento.
P precipitación total mensual (mm/mes).
AR área de la cuenca (m^2).

b) Coeficiente de escurrimiento (C)

Se ha considerado el uso de la fórmula propuesta por L. Turc:

$$C = \frac{P-D}{P} \qquad (54)$$

Donde:

C coeficiente de escurrimiento (mm/año).
P precipitación total anual (mm/año).
D déficit de escurrimiento (mm/año).

Para la determinación de D se utiliza la expresión:

$$D = P \frac{1}{\left(0.9 + \frac{P^2}{L^2}\right)^{\left(\frac{1}{2}\right)}} \qquad (55)$$

Donde:

L coeficiente de temperatura.

$L = 300 + 25(T) + 0.05\ (T)^3$ (55a)

T temperatura media anual (°C).

Dado que no se ha podido obtener una ecuación general del coeficiente de escorrentía para la toda la sierra, se ha desarrollado la fórmula siguiente, que es válida para la región sur, determinada por Lutz Schulz:

Cuzco y Huancavelica	$\hat{C} = 3.16E12 * P-0.571 * EP-3.686$	r = 0.96
Junín	$\hat{C} = 738 * P0.345 * EP-1.438$	r = 0.82
Cajamarca	$\hat{C} = 5.56E6 * P0.925 * EP-3.165$	r = 0.95

El déficit de escurrimiento se calcula con la fórmula determinada por Lutz Schulz:

$$\check{D} = -1380+0.872(P)+1.032(EP) \quad (56)$$

Donde:

C coeficiente de escurrimiento.
D déficit de escurrimiento (mm/año).
P precipitación total anual (mm/año).
EP evapotranspiración anual según Hargreaves (mm/año).
r coeficiente de correlación, nivel significativo; n = 8 ; $r_{0.05} = 0.707$

La evapotranspiración potencial se ha determinado por la fórmula de Hargreaves:

$$EP = 0.0075*(RSM)*(TF)*(FA) \quad (57)$$

$$RSM = 0.075*(RA)*\sqrt{n/N} \quad (58)$$

$$FA = 1+0.06*(AL) \quad (59)$$

Donde:

EP	evapotranspiración potencial anual (mm/año).
RSM	radiación solar media (mm H_2O/año.
FA	coeficiente de corrección por elevación.
TF	temperatura media anual (°F).
RA	radiación extraterrestre (mm H_2O / año).
(n/N)	relación entre insolación actual y posible (%). 50 % (estimación en base a los registros).
AL	elevación media de la cuenca (Km).

Para determinar la temperatura anual se toma en cuenta el valor de los registros de las estaciones y el gradiente de temperatura de -5.3 °C 1/ 1000 m, determinado para la sierra.

c) Precipitación efectiva (PE)

Para el cálculo de la precipitación efectiva, se supone que los caudales promedio observados en la cuenca pertenecen a un estado de equilibrio entre gasto y abastecimiento de la retención. La precipitación efectiva se calculó para el coeficiente de escurrimiento promedio, de tal forma que la relación entre precipitación efectiva y precipitación total resulta igual al coeficiente de escorrentía.

Para fines hidrológicos se toma como precipitación efectiva la parte de la precipitación total mensual, que corresponde al déficit según el método del USBR (precipitación efectiva hidrológica es el antítesis de la precipitación efectiva para los cultivos).

A fin de facilitar el cálculo de la precipitación efectiva se ha determinado el polinomio de quinto grado:

$$PE = a_o + a_1 * P + a_2 * P^2 + a_3 * P^3 + a_4 * P^4 + a_5 * P^5 \qquad (60)$$

Donde:

PE precipitación efectiva (mm/mes).
P precipitación total mensual (mm/mes).
ai coeficiente del polinomio.

En la Tabla 10 se muestran los valores límite de la precipitación efectiva y de la precipitación.

Tabla N° 10 Límite superior para la precipitación efectiva

Curva	PE (mm)	P (mm/mes)
I	PE – 120.6	> 177.8
II	PE – 86.4	> 152.4
III	PE – 59.7	> 127.0

Fuente: Lutz Scholz. (1980). Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana – MERISS II.

También se puede utilizar el método de la FAO:

$$PE = 0.8 * P - 25, \text{ cuando } P > 75 \text{ mm/mes} \qquad (61)$$
$$PE = 0.6 * P - 10, \text{ cuando } P < 75 \text{ mm/mes} \qquad (62)$$

De esta forma es posible llegar a la relación entre la precipitación efectiva y precipitación total:

$$C = \frac{Q}{P} = \sum_{i=1}^{12} PEi/P \qquad (63)$$

Donde:

C coeficiente de escurrimiento.
Q caudal anual.
P precipitación total anual.

$\sum_{i=1}^{12} PEi$ = suma de la precipitación efectiva mensual

d) Retención de la cuenca (R)

Bajo la suposición de que exista un equilibrio entre el gasto y el abastecimiento de la reserva de la cuenca y además que el caudal total sea igual a la precipitación efectiva anual, la contribución de la reserva hídrica al caudal se puede calcular según las fórmulas:

$$Ri = CMi - PEi \qquad (64)$$

$$CMi = PEi + Gi - Ai \qquad (65)$$

Donde:

CMi caudal mensual (mm/mes).
PEi precipitación efectiva mensual (mm/mes).
Ri retención de la cuenca (mm/mes).
Gi gasto de la retención (mm/mes).
Ai abastecimiento de la retención (mm/mes).
Ri Gi para valores mayores que cero (mm/mes).
Ri Ai para valores menores que cero (mm/mes).

Sumando los valores de G o A respectivamente, se halla la retención total de la cuenca para el año promedio, que para el caso de las cuencas de la sierra varía de 43 a 188 mm/año.

e) Relación entre descargas y retención

Durante la estación seca, el gasto de la retención alimenta los ríos, constituyendo el caudal o descarga básica. La reserva o retención de la cuenca se agota al final de la estación seca; durante esta estación la descarga se puede calcular en base a la ecuación:

$$Gt = Go\ e^{-a*t} \qquad (66)$$

Donde:

Gt descarga en el tiempo t.
Go descarga inicial.
a coeficiente de agotamiento.
t tiempo(días).

Al principio de la estación lluviosa, el proceso de agotamiento de la reserva termina, comenzando a su vez el abastecimiento de los almacenes hídricos. Este proceso está descrito por un déficit entre la precipitación efectiva y el caudal real. En base a los hidrogramas se ha determinado que el abastecimiento es más fuerte al principio de la estación lluviosa continuando de forma progresiva pero menos pronunciada, hasta el final de dicha estación.

f) Coeficiente de agotamiento (a)

Mediante la fórmula (67) se puede calcular el coeficiente de agotamiento "a", en base a datos hidrométricos. Este coeficiente no es constante durante toda la estación seca, ya que va disminuyendo gradualmente.
Con fines prácticos se puede despreciar la variación del coeficiente "a" durante la estación seca empleando un valor promedio.

El coeficiente de agotamiento de la cuenca tiene una dependencia logarítmica del área de la cuenca.

$$a = -0.00252\ (LnAR) + K \qquad (67)$$

Donde:

a coeficiente de agotamiento.
AR área de la cuenca (km^2).
K constante que depende de las características ecológicas de la cuenca.
con lo siguiente :
K 0.034, Cuencas con agotamiento muy rápido. Debido a temperaturas elevadas (>10°C) y retención que va de reducida (50 mm/año) a mediana (80 mm/año).
K 0.030, Cuencas con agotamiento rápido. Retención entre 50 y 80 mm/año y vegetación poco desarrollada (puna).
K 0.026, Cuencas con agotamiento mediano. Retención mediana (80 mm/año) y vegetación mezclada (pastos, bosques y terrenos cultivados).
K 0.023, Cuencas con agotamiento reducido. Debido a la alta retención (> 100 mm/año) y vegetación mezclada.
K 0.018, Cuencas con agotamiento muy reducido.

Se puede determinar el coeficiente de agotamiento actual mediante varios aforos en el rio durante la estación seca, pero cuando no exista ningún aforo o solamente una observación se utiliza las ecuaciones empíricas según la predominación de los criterios anteriormente mencionados.

g) Almacenamiento hídrico

Entre los almacenes naturales que producen el efecto de la retención en la cuenca, se pueden distinguir tres tipos con mayor importancia:

Acuíferos
Lagunas y Pantanos
Nevados

Sobre la base de las observaciones disponibles se puede indicar la lámina de agua "L" que cada tipo almacena durante el año promedio.

Lamina Retenida por Acuíferos en función de la pendiente del desagüe

$$LA = -750 * I + 315 \quad (mm/año) \qquad (68)$$

Lamina Retenida por Lagunas y Pantanos

$$LL = 500 \quad (mm/año) \tag{69}$$

Lamina Retenida por Nevados

$$LN = 500 \quad (mm/año) \tag{70}$$

Donde:

LA lámina especifica de acuíferos.
I pendiente del desagüe; I <= 15%.
LL lámina específica de lagunas y pantanos.
LN lámina especifica de nevados.

Las respectivas extensiones o áreas son determinadas de los mapas o aerofotografías. Los almacenamientos de corto plazo no son considerados para este caso, estando los mismos incluidos en las ecuaciones de la precipitación efectiva.

h) Abastecimiento de la retención (A)

El abastecimiento de la retención "Ai" es el volumen de agua que almacena la cuenca en los meses lluviosos bajo un determinado régimen de almacenamiento. Se expresa en porcentaje y la suma de los valores relativos del abastecimiento "ai" que es igual al 100% corresponde a la restitución total de la retención "R" a la cuenca.

La lámina de agua Ai que entra en la reserva de la cuenca se muestra en forma de un déficit mensual "ai" de la precipitación efectiva mensual PEi, se le calcula mediante la siguiente ecuación.

$$Ai = ai\ (R\ /100) \tag{71}$$

Donde:
Ai abastecimiento mensual déficit de la precipitación efectiva (mm/mes).
ai coeficiente de abastecimiento (%).
R retención de la cuenca (mm/año).

La Tabla 11 contiene los coeficientes de abastecimiento para las regiones Cuzco, Huancavelica, Junín, Cajamarca y Zonas Nevados de la cuenca del Santa

Tabla N° 11 Coeficientes de abastecimiento

Región	Mes						Total
	Ene	Feb	Mar	Oct	Nov	Dic	
Cusco	40	20	0	0	5	35	100
Huancavelica	30	20	5	10	0	35	100
Junín	30	30	5	10	0	25	100
Cajamarca	20	25	30	20	0.05	0	100
Ancash (Santa)	22	37	45	3	-7	1	100

Fuente: Lutz Scholz. (1980). Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana – MERISS II.

i) Determinación del caudal mensual para el año promedio

El cálculo está basado en la ecuación fundamental (52) que describe el balance hídrico mensual a partir de los componentes descritos anteriormente:

$$CMi = PEi + Gi - Ai \qquad (72)$$

Donde:

CMi caudal del mes i (mm/mes).
PEi precipitación efectiva del mes i (mm/mes).
Gi Gasto de la retención del mes i (mm/mes).
Ai Abastecimiento del mes i (mm/mes).

j) Generación de caudales mensuales para periodos extendidos

A fin de generar una serie sintética de caudales para períodos extendidos, se ha implementado un modelo estocástico que consiste en una combinación de un proceso markoviano de primer orden, según la ecuación (73) con una variable de impulso, que para el problema presente es la precipitación efectiva en la ecuación (74).

$$Q_t = (Q_{t-1}) \qquad (73)$$
$$Q = (PE_t) \qquad (74)$$

Con la finalidad de aumentar el rango de valores generados y obtener una óptima aproximación a la realidad, se utiliza además una variable aleatoria.

$$Z = (S)\sqrt{(1-r2)} \qquad (75)$$

$$Qt = B1+B2(QT-1)+B3(PEi)+z(S)\sqrt{1-r2} \qquad (76)$$

Donde:

Qt caudal del mes t.
Q t-1 caudal del mes anterior.
PEi precipitación efectiva del mes.
B1 factor constante o caudal básico.

Se calcula los parámetros B1, B2, B3, r y S sobre la base de los resultados del modelo para el año promedio por un cálculo de regresión con Qt como valor dependiente y Qt-1 y PEt, como valores independientes.

Para el cálculo se recomienda el uso de software comercial (hojas electrónicas) o de uso específico (programas elaborados tales como el Sistema de Información Hidrológica).

El proceso de generación requiere de un valor inicial, el cual puede ser obtenido en una de las siguientes formas:

- Empezar el cálculo en el mes para el cual se dispone de un aforo.
- Tomar como valor inicial el caudal promedio de cualquier mes.

- Empezar con un caudal cero, calcular un año y tomar el último valor como valor Qo sin considerar estos valores en el cálculo de los parámetros estadísticos del período generado.

k) Test estadístico

Para determinar la calidad de la coincidencia de los caudales generados con los observados, se desarrolla la comparación de los promedios y desviaciones tipo de los valores históricos y los generados.

Para probar si los promedios salen de la misma población, se utiliza el test de Student (Prueba "t"). Esta prueba debe ser desarrollada para cada mes.

$$\hat{t} = \frac{(\overline{X_1} - \overline{X_2})}{\left(\frac{(S_1^2 + S_2^2)}{n}\right)^{1/2}} \qquad (77)$$

$$S = \left(\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}\right)^{1/2} \qquad (78)$$

Donde:

$\hat{t}$ valor de prueba.
$\overline{X_1}$ promedio del grupo 1, caudales registrados.
$\overline{X_2}$ promedio del grupo 2, caudales generados.
S_1 desviación tipo del grupo 1.
S_2 desviación tipo del grupo 2.
n grado de libertad-número de valores disminuido por 1.

Se compara el valor de $\hat{t}$ con el valor de $t_{p,n}$, que indica el límite superior que, con una probabilidad de error de P%, permite decidir que ambos promedios pertenecen a la misma población. Dependiendo de la utilización de los resultados el valor de "p" puede variar de 0.025 a 0.1; Lutz recomienda el valor de 0.1, para los análisis del presente trabajo se empleará el valor de 0.05.

Si $\hat{t}$ calculado es menor $t_{p,n}$ tabulado entonces se acepta que la muestra pertenece a la misma población en caso contrario se rechaza.

Para comparar las desviaciones estándar se calcula el valor de $\hat{F}$ del test de Fisher

$$\hat{F} = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad si \quad S_1^2 > S_2^2 \qquad ; \qquad \hat{F} = \frac{S_2^2}{S_1^2} \quad si \quad S_2^2 > S_1^2 \qquad (79)$$

se compara con el valor límite $F_{P/2(\%),(n_1,n_2)}$ tabulado entonces se acepta que la muestra pertenece a la misma población en caso contrario se rechaza

l) Restricciones del modelo

El modelo presenta ciertas restricciones de uso o aplicación tales como:

- El uso de los modelos parciales, únicamente dentro del rango de calibración establecido.
- Su uso es únicamente para el cálculo de caudales mensuales promedio.
- Los registros generados en el período de sequias presentan una mayor confiabilidad que los valores generados para la época lluviosa.
- La aplicación del modelo se restringe a las cuencas en las que se ha calibrado sus parámetros (sierra peruana: Cusco, Huancavelica, Junín, Cajamarca).

Es importante tener en cuenta las mencionadas restricciones a fin de garantizar una buena performance del modelo.

.2.3.2 Modelo GR2m

El modelo GR2m fue desarrollado por el (CEMAGREF, 2007) propuso un modelo global, para reconstruir los caudales a partir de la precipitación y la evapotranspiración. Posteriormente el modelo ha continuado evolucionando presentando diferentes versiones como el GR1A, GR2m, GR3J, GR4J. El número indica el número de parámetros a modelar y la última letra el paso de tiempo: J (diario), M (mensual), A (anual). El modelo GR2m, funciona a paso de tiempo mensual, que está basado en la transformación de la lluvia en escorrentía.

La limitación de información es siempre una restricción para todo estudio hidrológico. Esta deficiencia ha incentivado a muchos especialistas a investigar y desarrollar modelos precipitación – escorrentía con bajo requerimiento de datos, como el modelo abcd y el modelo GR2m. Debido a la poca información existente, estos modelos hacen usualmente simplificaciones en el modelamiento de cuencas, como la homogeneidad de procesos que es característico de los modelos agregados.

El modelo transforma la precipitación en escorrentía mediante la aplicación de dos funciones: una función de producción y una función de transferencia.

Su estructura consta de dos reservorios: el reservorio suelo y el reservorio de agua gravitacional.

La Figura 21 muestra la arquitectura del modelo GR2m con los principales procesos hidrológicos que producen escorrentía y que son tomados en cuenta por el modelo.

De acuerdo a la Figura 21 se puede observar,

P es la precipitación media de la cuenca,
P1 es la escorrentía superficial,
E es la evapotranspiración actual,
P2 la percolación profunda,
S el almacenamiento del reservorio suelo al inicio del periodo de análisis,
R el almacenamiento del reservorio de agua gravitacional al inicio del periodo de análisis,
Q el caudal a la salida de la cuenca.

La capacidad máxima de almacenamiento del reservorio suelo es X1 y la del reservorio gravitacional es asumida como 60mm.

a) **Función de producción:** De acuerdo a la Figura 21, parte de la precipitación es absorbida por el reservorio suelo y otra (P1) se dirige al reservorio de agua gravitacional. El nuevo volumen de agua en el reservorio suelo (S1) se calcula de la siguiente manera:

$$S_1 = \frac{S+X_1\varphi}{1+\varphi\frac{S}{X_1}} \qquad (80)$$

Donde:
X_1 es la capacidad del reservorio suelo; y
φ se define como: φ tanh (P/ X_1)

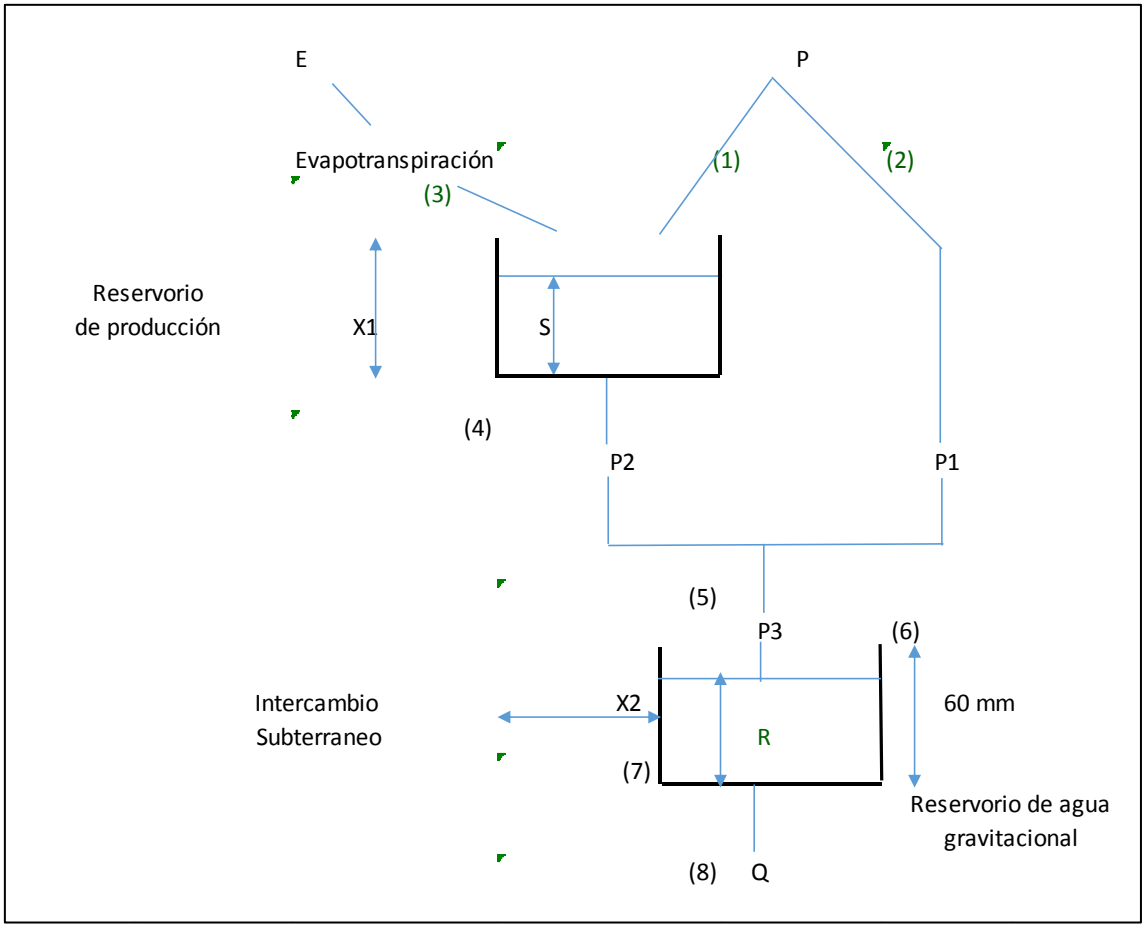


Figura N° 21 Arquitectura del Modelo GR2m
Fuente: Cemagref, 2007.

Asumiendo que no hay pérdidas, el volumen de agua antes de la infiltración debe ser el mismo después de ésta; entonces:

$$P_1 = P + S - S_1 \qquad (81)$$

En una segunda instancia, el reservorio suelo será afectado por la evapotranspiración, reduciendo su volumen a S2. El nuevo volumen se calcula de la siguiente manera:

$$S_2 = \frac{S_1(1-\psi)}{1+\psi\left(1-\frac{S}{X_1}\right)} \qquad (82)$$

Donde:

ψ es igual a: ψ tanh (E / X_1)

Parte de este nuevo volumen S2 será transferido al reservorio de agua gravitacional y el remanente se convertirá en el volumen inicial S para el siguiente período de análisis. El nuevo valor de S será:

$$S = \frac{S_2}{(1 + (\frac{S_2}{X_1})^3)^{1/3}} \qquad (83)$$

luego, el volumen de agua que percola P2 se estimará como la diferencia entre S2 y S:

$$P_2 = S2 - S \qquad (84)$$

b) Función de transferencia

Conocido el volumen de agua que percola, la precipitación efectiva que ingresa al reservorio de agua gravitacional (P3), será:

$$P_3 = P_1 + P_2 \qquad (85)$$

Debido a que el reservorio de agua gravitacional contaba con un volumen inicial R, su nuevo volumen será:

$$R_1 = R + P_3 \qquad (86)$$

Sin embargo, debido a que existe un intercambio de volúmenes a nivel subsuperficial, el volumen del reservorio se corrige por el factor X2:

$$R_2 = X_2 R_1 \qquad (87)$$

Finalmente el reservorio de agua gravitacional se vacía siguiendo una función cuadrática, dándonos como resultado el caudal de salida:

$$Q = \frac{(R_2)^2}{R_2 + 60} \qquad (88)$$

Como puede observarse, todos los volúmenes estimados dependen de dos variables a optimizar:

- X1: capacidad del reservorio suelo en milímetros.
- X2: coeficiente de intercambios subterráneos (adimensional).

La evaluación de la calidad del modelo puede realizarse de manera cuantitativa o cualitativa: la evaluación cuantitativa consiste en determinar el mayor valor óptimo de una función objetivo o función criterio por técnicas de optimización. La función objetivo o criterio de evaluación resume los resultados de comparación entre los datos calculados

y los datos observados en una sola cifra y la evaluación cualitativa se basa en la comparación grafica éntrelos valores calculados y los valores observados.

a) Criterio de Nash: Propuesto por Nash (1969), está dado por la fórmula 46.

b) Criterio de balance de caudales observados/calculado

$$\text{Balance de caudales observados/calculado} = \frac{\sum Qi}{\sum Qsim} \qquad (89)$$

Donde:
Qi,t caudal observado.
Qsim,t caudal calculado.

Para la optimización la efectuamos con la ayuda de solver de Excel, teniendo como Max (función objetivo) la ecuación 96, siendo las restricciones:

x1 > = 0
x2 > = 0

2.3.3 Modelo abc

La Autoridad Nacional del Agua (ANA, Manuales Hidrologicos, 2015), señala que el modelo hidrológico abc, fue concebido como una herramienta pedagógica donde relaciona la precipitación, la evapotranspiración, el almacenamiento de aguas subterráneas y el caudal; utiliza sólo tres parámetros. Dado que el modelo es lineal y no tiene un componente de humedad del suelo, no se espera un buen desempeño, pero sin embargo se puede realizar estimaciones rápidas de los caudales a nivel de micro cuencas.

El modelo abc se define mediante un balance hidrológico, se basa en la ecuación de continuidad, de la precipitación, evapotranspiración, infiltración y los componentes de las aguas subterráneas. Si la precipitación en el tiempo t se representa por P_t, Entonces infiltración es:

$$I_t = aP_t \qquad (90)$$

La evapotranspiración es:

$$E_t = bP_t \qquad (91)$$

Donde a y b representan la fracción de la lluvia que se infiltra y se evapora, respectivamente. El componente restante de las precipitaciones:

$$P_t - I_t - E_t = (1- a-b)\, P_t \qquad (92)$$

El lado derecho de la ecuación nos representa la cantidad de escorrentía superficial.

El almacenamiento de agua subterránea en el tiempo t es G_t, y la contribución del agua subterránea a la escorrentía superficial está dado por una fracción fija cG_{t-1} del almacenamiento de aguas subterráneas en el período anterior.

Por último, el caudal, Q_t, se da como la combinación de entradas de agua superficial y subterránea.

$$Q_t = (1- a-b)\, P_t + cG_{t-1} \qquad (93)$$

El almacenamiento de agua subterránea G_t se deriva por la continuidad como el almacenamiento de agua subterránea anterior G_{t-1} menos flujo de agua subterránea sobre la infiltración:

$$G_t = (1-c)\, G_{t-1} + aP_t \qquad (94)$$

Los tres parámetros, a, b, y c, tienen una interpretación física. Dado que los parámetros representan fracciones de los procesos del ciclo hidrológico, tienen límites superiores e inferiores como:

$$0 \leq a, b, c \leq 1 \qquad (95)$$

Dado que la infiltración y evapotranspiración sumadas no puede exceder a la precipitación total entonces una condición es:

$$0 \leq a + b \leq 1 \qquad (96)$$

0<=a<=1
0<=b<=1
0<=c<=1
0<=a + b<=1

Para la optimización la efectuamos con la ayuda de solver de Excel, teniendo como Max (función objetivo) la ecuación 96, siendo las restricciones:

0<=a<=1
0<=b<=1
0<=c<=1
0<=a + b<=*1*

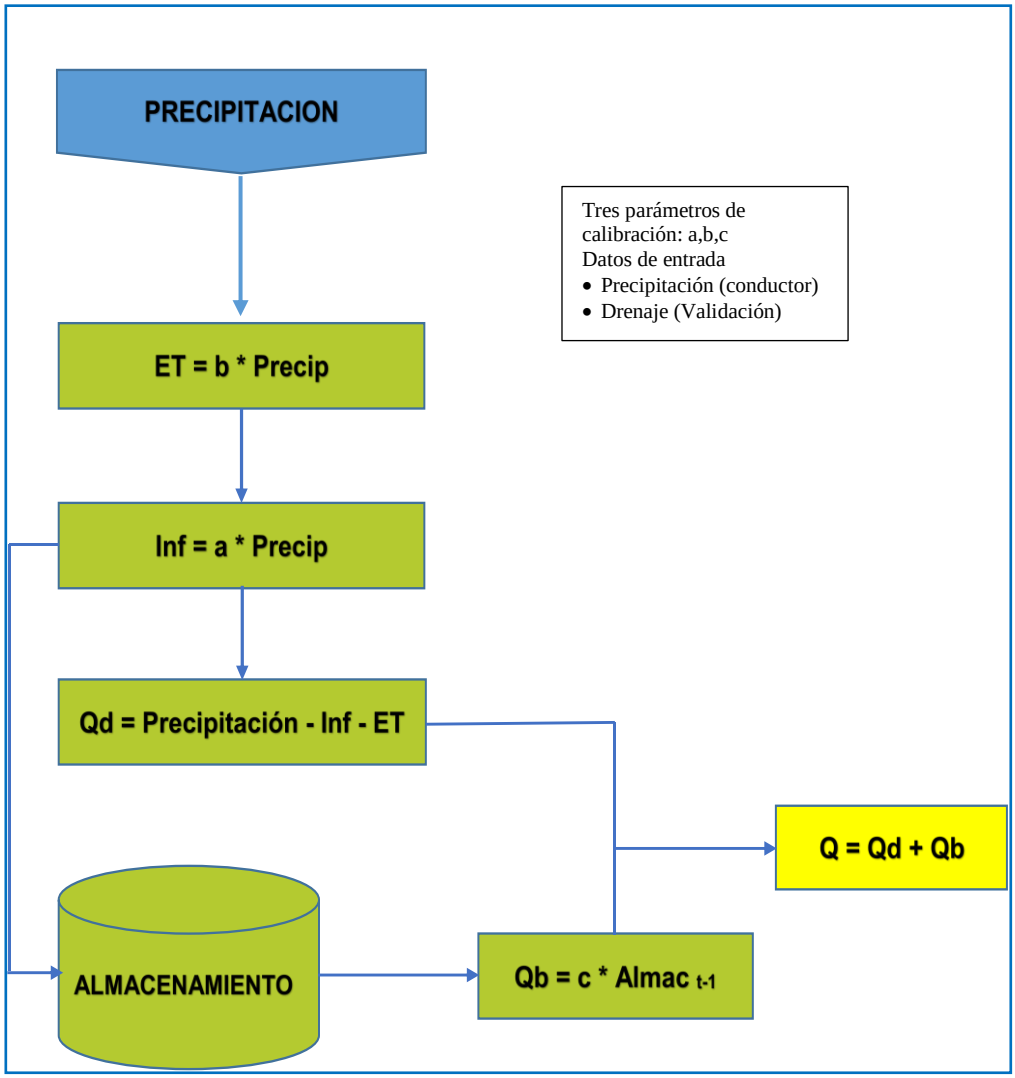


Figura N° 22 Arquitectura del modelo hidrológico abc
Fuente: *(www.geogr.uni-jena.de, s.f.)*

2.3.4 Modelo Temez

El modelo de balance hídrico propuesto por (Temez, 1977), es un modelo de pocos parámetros, expresado en forma agregada, ya que trabaja con valores medios de las variables y parámetros (no considera la distribución espacial de los mismos). Reproduce el ciclo hidrológico de manera continua en el tiempo de una manera simple y conceptual. El modelo considera dos capas de suelo, una superior no saturada, y una inferior saturada. Estas dos capas pueden ser consideradas como embalses, generadoras de un flujo superficial rápido y lento respectivamente.

En la Figura 23 se describe conceptualmente el funcionamiento del modelo. Como se observa una parte excedente (T) del agua que precipita (P), es drenada y sale por el cauce, mientras que el resto de esta agua (P-T) es almacenada en la primer capa de suelo. En esta capa del suelo se genera la evapotranspiración, y es posible además almacenar agua que pasa de un mes a otro.

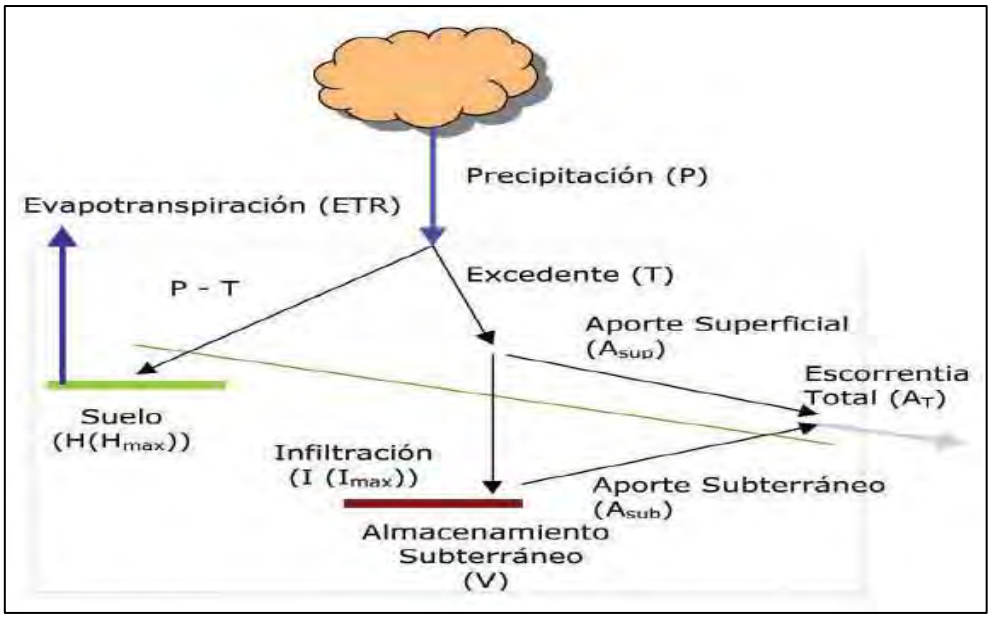


Figura N° 23 Esquema de flujos y almacenamiento del modelo de Temez
Fuente: Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) Montevideo Uruguay. (2011). Manual de diseño y construcción de pequeñas presas volumen 1: Diseño Hidrológico / Hidráulico.

La propuesta de Temez es sobre la forma en que se representa el excedente (T):

$T_i = 0$ si $P_i \leq P_{oi}$ (97)

$T_i = \frac{(P_i - P_{oi})^2}{P_i + \delta - 2P_{oi}}$ si $P_i > P_{oi}$ (98)

siendo

$\delta i = H_{max} - H_{i-1} + ETP_i$ (99)

$P_{oi} = CPo(H_{max} - H_{i-1})$ (100)

Donde:

Pi es la precipitación en el mes i,

ti es el excedente en el mes i,

H_{max} es la capacidad máxima de retención de agua en el suelo (primer parámetro del modelo),

H_{i-1} es la humedad en el suelo al final del mes i-1,

ETP_i es la evapotranspiración potencial en el mes i,

CPo es el segundo parámetro del modelo.

Thornthwaite y Mather en 1945 habían propuesto una ley representativa de valores altos de precipitación:

$T_i = 0$ si $P_i \leq \delta_i$ (101)

$T_i = P_i - \delta_i$ si $P_i > \delta_i$ (102)

La ley propuesta por Temez, asintótica a la propuesta por Thornthwaite, considera en forma más realista los valores pequeños de precipitación, ya que como se muestra en la Figura 24 es capaz de generar excedente, para menores valores de P.

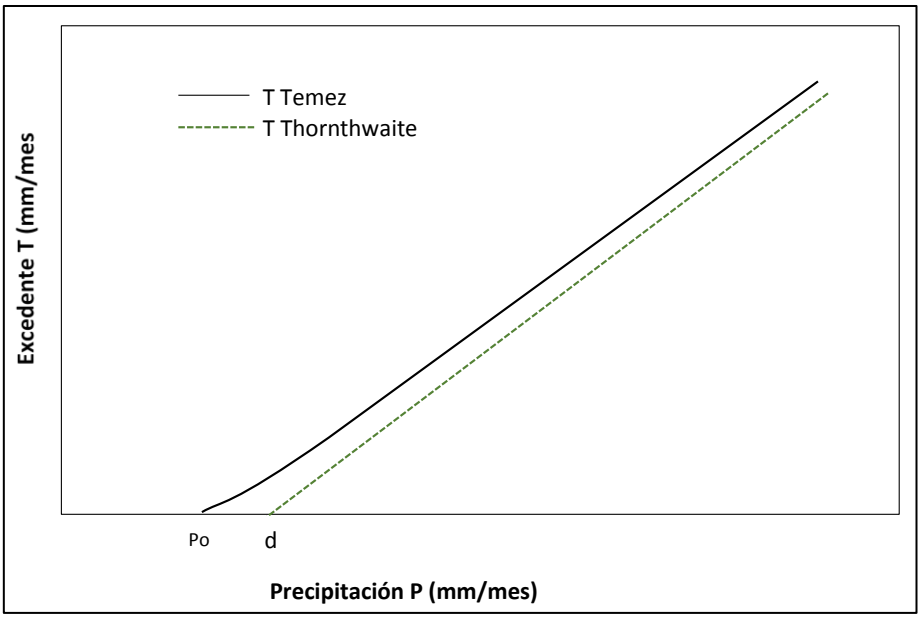


Figura N° 24 Comparación entre las leyes de Temez y Tornthwaite
Fuente: Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) Montevideo Uruguay. (2011). Manual de diseño y construcción de pequeñas presas volumen 1: Diseño Hidrológico / Hidráulico.

Una vez estimado el excedente, la humedad del suelo al final del período se obtiene mediante el siguiente balance.

$$H_i = \max (0, Hi_{-1} + P_i - T_i - EP_i) \qquad (103)$$

Análogamente se obtiene la evapotranspiración real, imponiendo la condición de que su máximo es la potencial.

$$ETR_i = \min (H_{i-1} + P_i - T_i, ETPi) \qquad (104)$$

El modelo adopta una ley de infiltración (I) al almacenamiento subterráneo que es función del excedente (t) y del parámetro Imax, que es el tercer parámetro del modelo. Esta ley es de la forma:

$$I_i = I_{max} \frac{T_i}{T_i + I_{max}} \qquad (105)$$

Esta ley asegura que la infiltración aumenta con el excedente, pero tiene como asíntota horizontal I = Imax .
La infiltración (I) se convierte en recarga para el almacenamiento subterráneo, en tanto que el resto es escurrimiento superficial drenado directamente por el cauce (T-I).

$$A_{sup\ i} = T_i - I_i \qquad (106)$$

El almacenamiento subterráneo, al igual que el suelo, es una capa capaz de retener agua y también de entregarla. Para la distribución entre ambos se hace la hipótesis de que la cantidad de agua que se entrega (Q) es proporcional al volumen almacenado (V), definiéndose el cuarto parámetro (a). Esta hipótesis y el balance de masa llevan al siguiente sistema de ecuaciones.

$$Qi = \alpha V_i \qquad (107)$$

$$\frac{dV_i}{dt} = I_i - Q_i \qquad (108)$$

Suponiendo la recarga concentrada en la mitad del mes resulta que

$$V_i = V_{i-1} * e^{-\alpha t} + I_i * e^{\frac{-\alpha t}{2}} \qquad (109)$$

$$Q_i = Q_{i-1} * e^{-\alpha t} + \alpha * I_i * t * e^{-\alpha t} \qquad (110)$$

De esta manera el aporte subterráneo será

$$A_{subi} = V_{i-1} - V_i + I_i \qquad (111)$$

Por lo que la escorrentía total será

$$A_{T\,i} = A_{supi} + A_{subi} \qquad (112)$$

a) Determinación de los parámetros del modelo

Hmax : Máxima capacidad de almacenamiento de agua en el suelo
CPo : Parámetro de la precipitación mínima para que exista escurrimiento
Imax : Parámetro de descarga de infiltración máxima
α : Parámetro de descarga del almacenamiento subterráneo

El desarrollo del modelo lo efectuaremos en una planilla de cálculo de Excel.

En la Tabla 12 se puede apreciar la distribución de cada una de las variables que interviene en el modelo, para el cálculo del volumen de escurrimiento.

Tabla N° 12 Estimación del volumen de escurrimiento de la cuenca de aporte

MODELO PRECIPITACIÓN ESCURRIMIENTO (TEMEZ 1977)														
Columna		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
i		ETPi	Precip	δi	Poi	Ti	Hi	ETRi	Ii	Asupi	V	Asubi	A	Caudal simulado
Año	mes	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m3/s
							20				20			
01/01/1972	1	60.88	67.4	136.94	17.39	14.75	11.77	60.88	13.43	1.32	16.99	16.44	17.76	2.86
01/02/1972	2	59.4	81	143.69	19.27	20.47	12.90	59.40	18.01	2.46	18.78	16.22	18.67	3.01
01/03/1972	3	63.1	531.2	146.26	19.01	410.26	70.74	63.10	109.84	300.42	80.06	48.56	348.99	56.28
01/04/1972	4	61.2	113.7	86.52	5.79	61.73	61.51	61.20	43.73	18.00	61.39	62.41	80.40	12.97
01/05/1972	5	62.59	58.8	97.14	7.90	18.49	39.23	62.59	16.46	2.03	35.81	42.03	44.06	7.11
01/06/1972	6	57.01	22.7	113.84	12.99	0.85	4.07	57.01	0.85	0.00	15.12	21.54	21.54	3.47
01/07/1972	7	59.97	5.2	151.96	21.03	0.00	0.00	9.27	0.00	0.00	6.15	8.97	8.97	1.45
01/08/1972	8	61.45	14.1	157.51	21.96	0.00	0.00	14.10	0.00	0.00	2.50	3.65	3.65	0.59
01/09/1972	9	61.09	7.5	157.15	21.96	0.00	0.00	7.50	0.00	0.00	1.02	1.48	1.48	0.24
01/10/1972	10	65.85	7.9	161.91	21.96	0.00	0.00	7.90	0.00	0.00	0.41	0.60	0.60	0.10
01/11/1972	11	64.06	33.2	160.12	21.96	0.85	0.00	32.35	0.84	0.00	0.72	0.53	0.54	0.09
01/12/1972	12	67.48	83.6	163.54	21.96	18.69	0.00	64.91	16.62	2.07	11.25	6.09	8.16	1.32

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (manuales hidrológicos, 2015)

b) Planilla de cálculo

A continuación se describen las columnas de la planilla, siendo las filas los meses del período seleccionado (i):

- **Columna I**: valores mensuales de evapotranspiración potencial: ETP_i
- **Columna II**: valores mensuales de precipitación: P_i
- **Columna III**: máxima cantidad de agua que puede no participar del escurrimiento: $\delta_i = H_{max} - H_{i-1} + ETP_i$
- **Columna IV**: Precipitación mínima para que exista escurrimiento: $P_{oi} = CPo(H_{max} - H_{i-1})$
- **Columna V**: excedente:

$T_i = 0$ si $P_i \leq P_{oi}$

$T_i = \frac{(P_i - P_{oi})^2}{P_i + \delta - 2P_{oi}}$ si $P_i > P_{oi}$

- **Columna VI:** Humedad del suelo al final del mes: $H_i = \max(0, H_{i-1} + P_i - T_i - EP_i)$

Para el mes anterior al inicio de la iteración se supone $H_i = 0$

- **Columna VII:** evapotranspiración real: $ER_i = \min(H_{i-1} + P_i - T_i , EP_i)$
- **Columna VIII:** Infiltración a la zona saturada:

$$I_i = I_{max} \frac{T_i}{T_i + I_{max}}$$

- **Columna IX:** escurrimiento directo: $A_{sup\ i} = T_i - I_i$
- **Columna X:** volumen del almacenamiento subterráneo:

$$V_i = V_{i-1} * e^{-\alpha} + I_i * e^{\frac{-\alpha}{2}}$$

Para el mes anterior al inicio de la iteración se supone $V_i = 0$

- **Columna XI:** Aporte subterráneo: $A_{subi} = V_{i-1} - V_i + I_i$
- **Columna XII:** Aporte total en mm/mes: $A_{T\ i} = A_{supi} + A_{subi}$
- **Columna XIII:** Aporte total en Hm^3/mes: $V_{esci} = A_{Ti} * A_c$ / 1000.000

Temez, propuso unos valores medios para los parámetros del modelo los mismos que se muestran en la Tabla 13.

Tabla N° 13 Valores de Hmax, C, Imax Alfa

Parámetros de Temez	**Descripción**
Hmax	Capacidad máxima de almacenamiento del suelo (mm). Depende de la textura, la pendiente del terreno y el espesor de la franja del suelo donde tiene lugar la evapotranspiración. Su valor aumenta con aquellos factores que facilitan la retención superficial de agua en el suelo (poca pendiente, presencia de vegetación, cultivos en surcos o bancales). Rango entre 50-250 mm.
C	Coeficiente de inicio de excedentes. Factor adimensional que toma valores en torno a 0.30 (Temez, 1977) y permite obtener el valor umbral de precipitación, P_o a partir del déficit de humedad del suelo. Rango entre 0.2-1.
Imax	Infiltración máxima (mm/mes). Su valor depende no sólo de las propiedades del terreno, sino también de intensidad y concentración de las precipitaciones. Suele tomar valores entre 100 y 400 mm/mes, según si la lluvia es esporádica o persistente.
Alfa	Constante del acuífero de dimensiones (T^{-1}). Regula el drenaje subterráneo. Rango entre 0.001-0.008

Fuente: Autoridad Nacional del Agua. (2015). Manuales Hidrológicos

La optimización se efectúa con la ayuda de la función solver de Excel, teniendo como Max (función objetivo) la ecuación 96 y siendo las restricciones:

CAD < = 250
CAD > = 50
CP.o < = 1
CP.o > = 0.2
Imax < = 150
Imax > = 10
α < = 0.9
α > = 0.01

Capítulo III. Ubicación, localización geográfica y análisis geomorfológico de la subcuenca del río Bigote

3.1 Ubicación

La cuenca del río Piura está identificado con código 1378 y tiene 10 872,09 km^2. Está ubicada en la vertiente del Pacífico entre las coordenadas: 4º42'-5º45' Latitud Sur y 79º29'-81º00' Longitud Oeste; delimitando por el Este con la Cordillera Occidental, por el Sur con la cuenca Cascajal y la Intercuenca 13779; por el Norte con las cuencas Chira y por el Oeste con las Intercuencas 13779 y 1379 y desembocando en el Estuario de Virrilá y finalmente el Océano Pacífico. En la Figura 25 se muestra el mapa de cuencas hidrograficas del Perú.

Las principales subcuencas de la margen derecha son: Chignia, Huarmaca, Pata–Pusmalca, Bigote, Corral del Medio, La Gallega, Charanal–Las Damas, Yapatera, San Francisco- Carneros, y la 3 principales subcuencas de la margen izquierda son: Guarabo-Río Seco de Hualas, La Matanza – Totoritas, Tablazo Margen Izquierda y en la parte baja la cuenca del Bajo Piura (ANA, Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca Chira Piura- Anexo 4 , 2012).

La subcuenca del río Bigote está ubicada en la cabecera de la cuenca del Río Piura y se extiende desde un nivel aproximado, altitudes de 3 574 msnm y tiene una altitud media de 1 235.42 msnm y en la parte baja tiene una altitud de 134 msnm, la cual se puede apreciar en la Figura 26. Políticamente se encuentra ubicada en la Provincia de Morropón en el Departamento de Piura, en la parte nor occidental del Perú.

La subcuenca del río Bigote desemboca en el río Piura y tiene una extensión de 723.38 km^2. Geográficamente, se ubica entre los paralelos 05º 22’ 45” y 05º 04’45” de latitud sur y los meridianos 79º 52’ 55” y 79º 30’ 00” de longitud oeste.

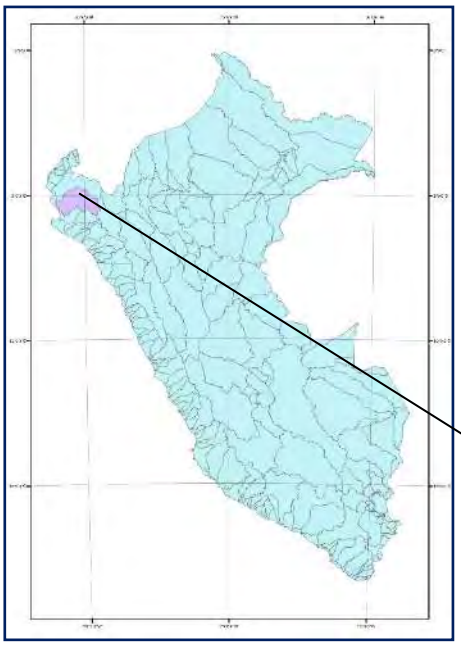


Figura N° 25 Mapa de cuencas hidrográficas
Fuente: Elaboración propia

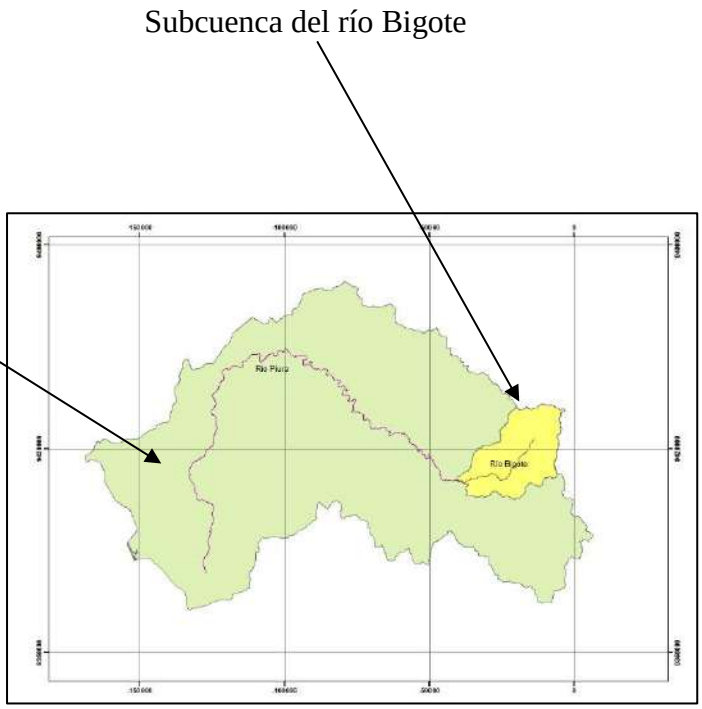


Figura N° 26 Cuenca rio Piura
Fuente: Elaboración propia

3.2 Resultados de la geomorfología de la sub cuenca

La topografía tiene una notable influencia sobre numerosas variables que intervienen en la dinámica de los ecosistemas. El clima a escala local, los procesos geomorfológicos y edáficos, el movimiento y la acción de agua y, consecuentemente, los numerosos procesos biológicos condicionados por ellos, se encuentran estrechamente asociados a la forma y altitud de la superficie del terreno en los que se desarrollan.

Para la delimitación de la subcuenca Bigote y el cálculo de los parámetros morfométricos se utilizó la herramienta hydrology del programa ArcGis 10.2, cuyo desarrollo se muestra en el anexo A, los resultados se muestran en la Tabla 14 y 15:

Tabla N° 14 Parámetros morfométricos de la subcuenca Bigote

Descripción	Und.	Valor
De la superficie		
Área	km^2	723.38
Perímetro de la cuenca	km	138.00
Cotas		
Cota máxima	msnm	3 574
Cota mínima	msnm	136
Centroide (WGS_1984_UTM_Zone_17S)		
X centroide	m	644 565.00
Y centroide	m	9 420 295.00
Z centroide	msnm	1 870.00
Altitud		
Altitud media	msnm	1 235.42
Altitud más frecuente	msnm	2 118.32
Altitud de frecuencia media (1/2)	msnm	1 319.48
Pendiente		
Pendiente promedio de la cuenca	%	35.07
De la Red Hídrica		
Longitud del curso principal	km	37.02
Orden de la red hídrica	UND	5
Longitud de la red hídrica	km	422.21
Pendiente promedio de la red hídrica	%	2.78
Parámetros Generados		
Tiempo de concentración	horas	2.85
Pendiente del cauce principal	m/m	0.09

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 15 Resultados de los parámetros fisiográficos o geomorfológicos de la subcuenca Bigote

Descripción		Valor	Resultado
Coeficiente de masividad (Cm)		0.03	Muy montañosa
Coeficiente de torrencialidad		0.26	
Coeficiente orográfico (CO)		36.84	Relieve muy accidentado
Densidad de corriente o Frecuencia de cauces (Fe)		0.51	
Densidad de drenajes		0.58	Categoría Baja
Extensión media de escurrimiento superficial		0.43	
Factor o coeficiente de forma (kf)		0.41	Forma de la ni alargada ni ensanchada
Índice de alargamiento (Ia)		0.51	Cuenca es moderadamente alargada
Índice de Gravelious o de compacidad (K)		1.44	Forma de la cuenca Oval-redonda a oval oblonga
Pendiente de la subcuenca (%)		36.44	Terreno escarpado
Rectángulo equivalente	Le=	56 km	
	le =	13km	
Relación de elongación (Re)		0.82	Forma redondeada

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la herramienta hydrology del programa ArcGis 10.2. Desde la Figura 27 a la 30 se presentan: la subcuenca, la red hídrica, la altitud, las curvas a nivel.

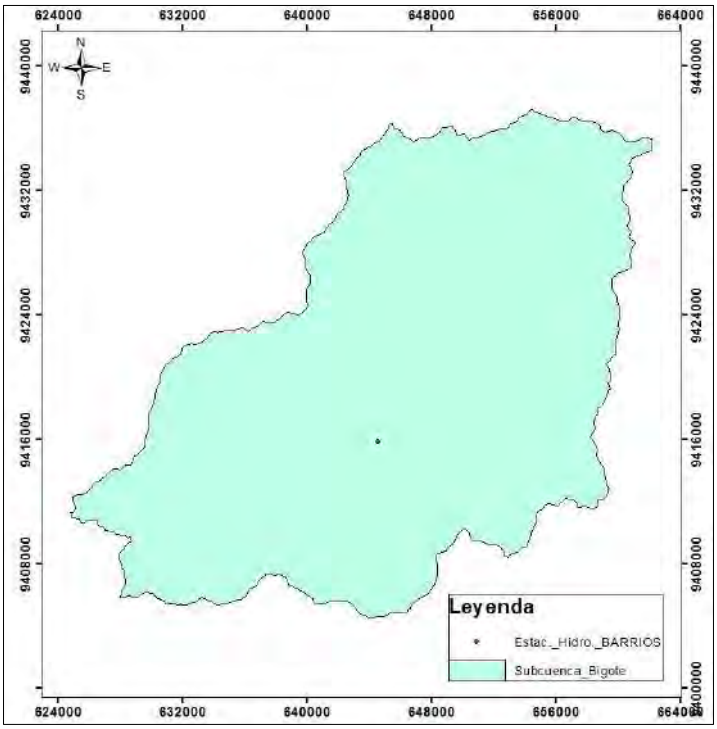


Figura N° 27 Subcuenca del río Bigote
Fuente: Elaboración propia

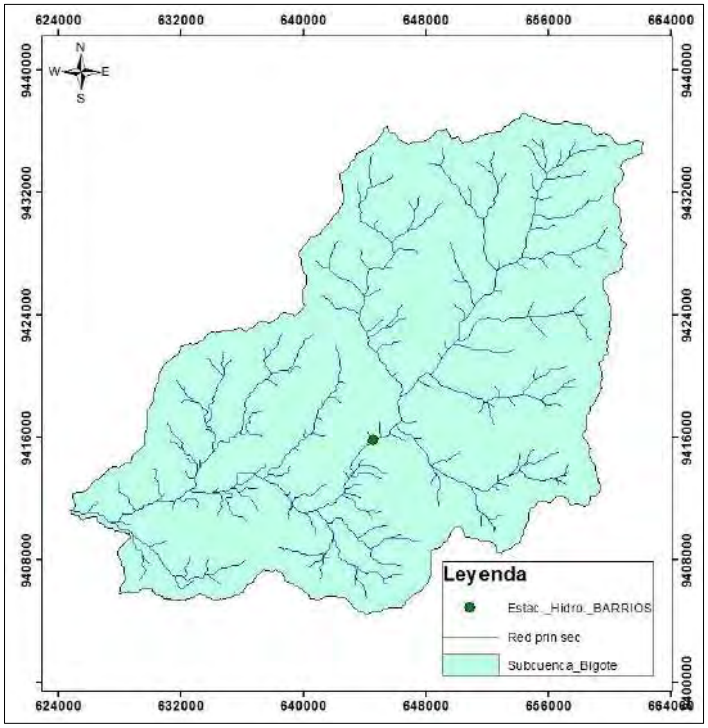


Figura N° 28 Red Hídrica de la Subcuenca del río Bigote
Fuente: Elaboración propia

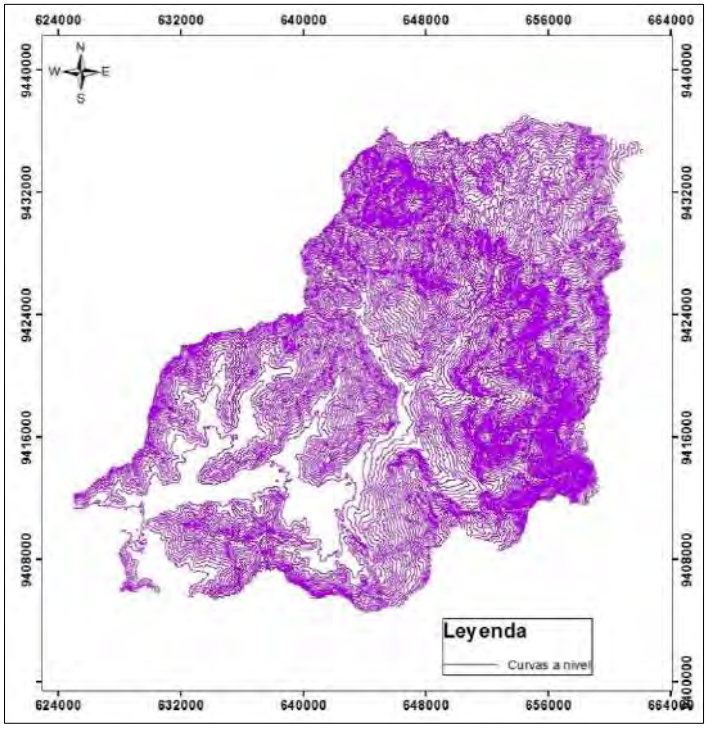


Figura N° 29 Curvas a nivel de la subcuenca del río Bigote
Fuente: Elaboración propia

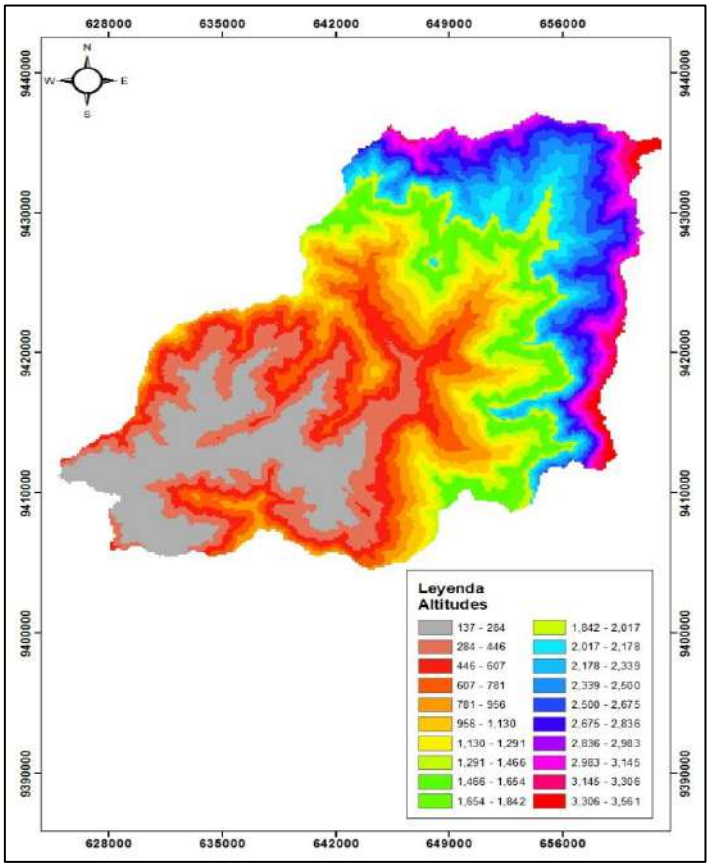


Figura N° 30 Altitud de la subcuenca del río Bigote
Fuente: Elaboración propia

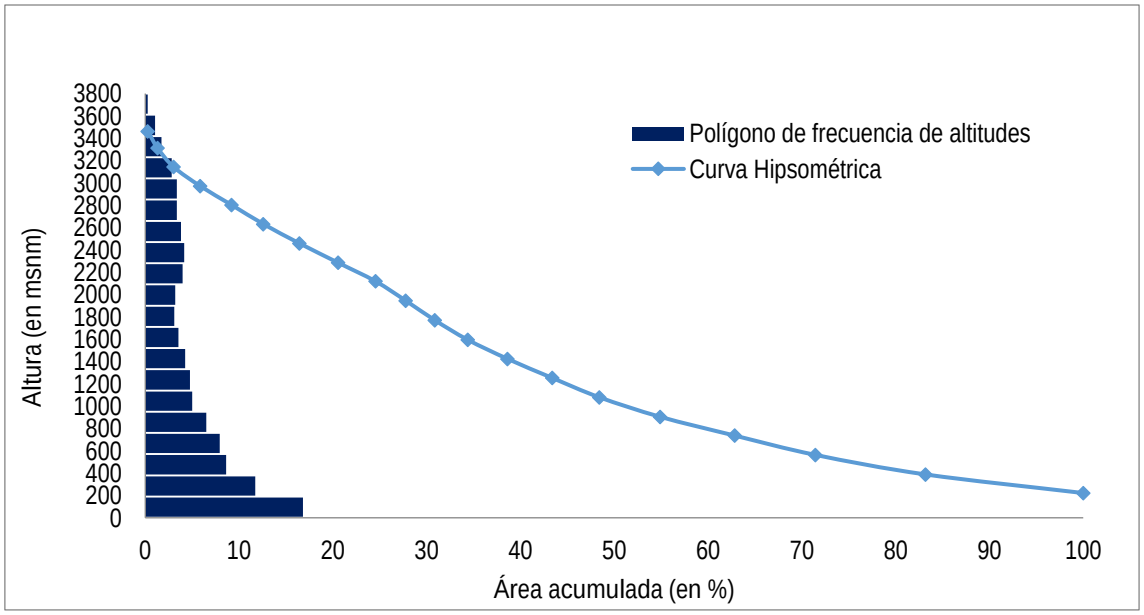


Figura N° 31 Curva: Hipsométrica- Frecuencia de Altitudes de la subcuenca
Fuente: Elaboración propia

La estación hidrométrica Barrios está ubicada entre las coordenadas: 5º17'1''Latitud Sur y 79º41'44'' Longitud Oeste; a una altitud de 298 msnm. Dicha estación define la cuenca de recepción, conforme se observa en la Figura 32.

Los parámetros en la cuenca de recepción, desde la estación hidrométrica Barrios aguas arriba, son:

Área = 418 km^2
Perímetro = 113 km

La cuenca de recepción se muestra en la Figura 32.

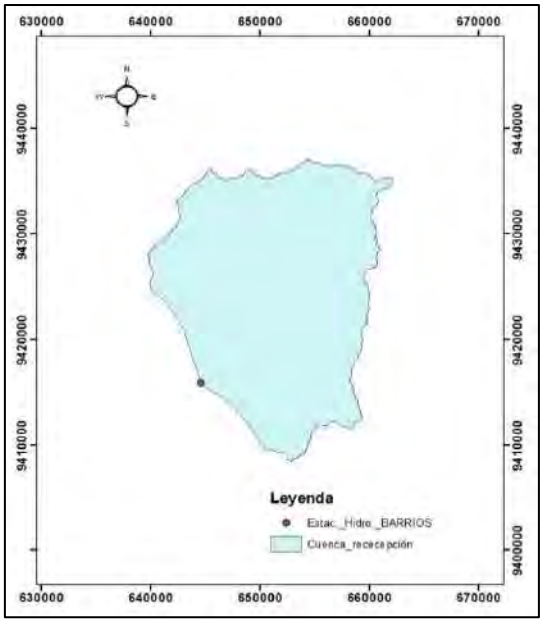


Figura N° 32 Cuenca de recepción desde la estación hidrométrica Barrios aguas arriba
Fuente: Elaboración propia

La red hídrica de la cuenca de recepción, se muestra en la Figura 33.

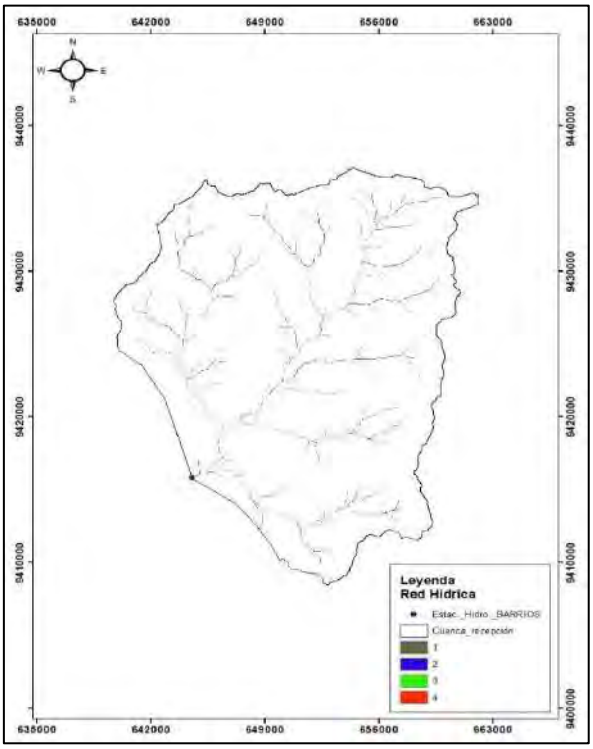


Figura N° 33 Red hídrica de la cuenca de recepción
Fuente: Elaboración propia

Las curvas a nivel de la cuenca de recepción, se muestran en la Figura 34, las cuales nos permiten determinar la pendiente del terreno.

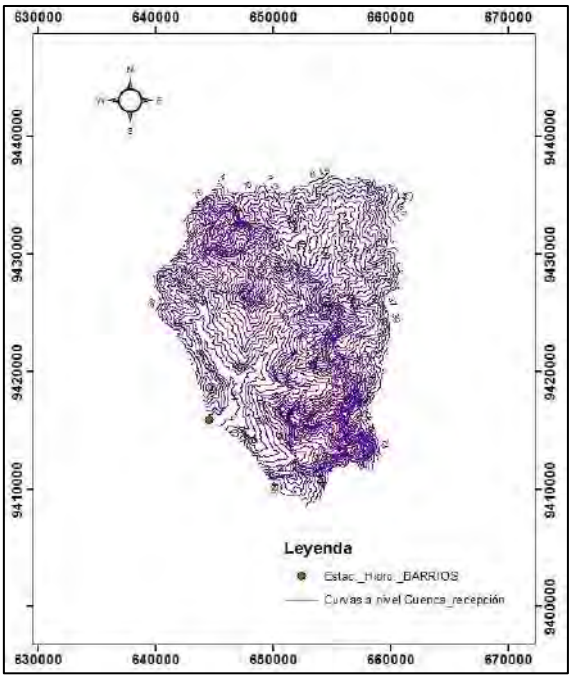


Figura N° 34 Curvas a nivel de la cuenca de recepción
Fuente: Elaboración propia

La altitud de la cuenca de recepción, se muestra en la Figura 35, donde se puede conocer la altura sobre el nivel del mar.

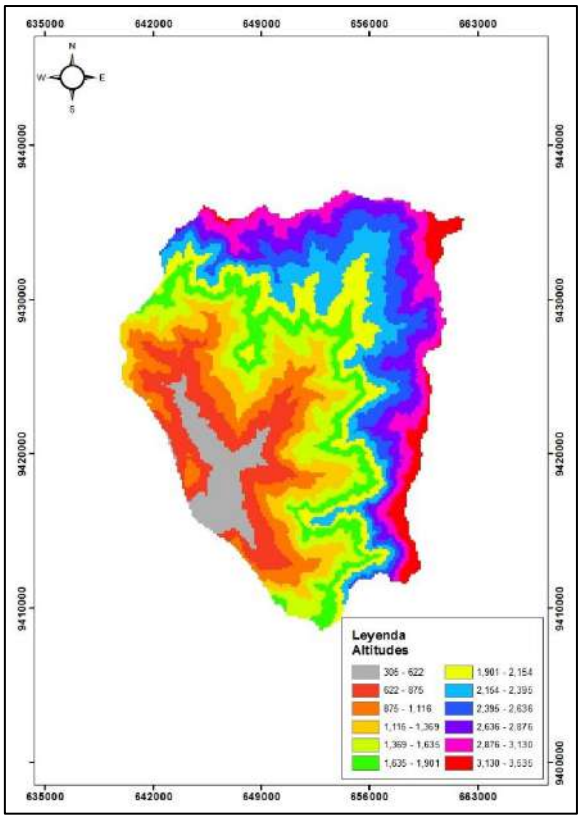


Figura N° 35 Altitud de la cuenca de recepción
Fuente: Elaboración propia

En la figura 36 se presenta la curva hipsomtrica de la cuenca de recepción.

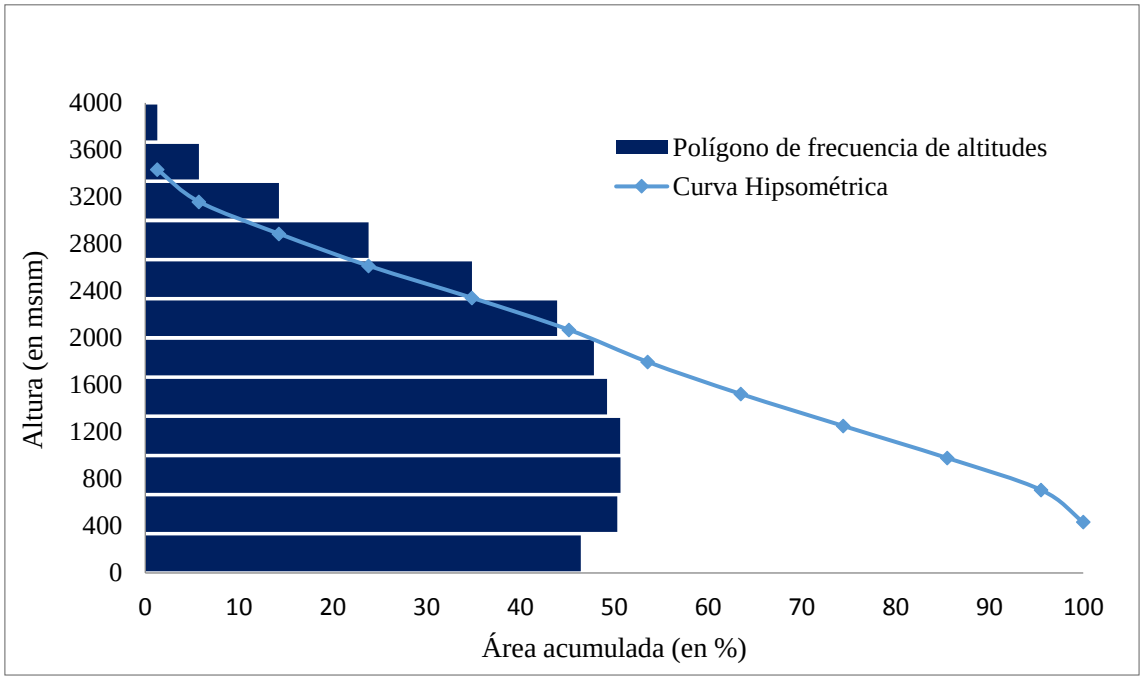


Figura N° 36 Curva: Hipsométrica - Frecuencia de altitudes de la cuenca de recepción
Fuente: Elaboración propia

3.3 Análisis climáticos de la subcuenca Bigote

Para aplicar los modelos hidrológicos que nos permita estimar los caudales mensuales en la subcuenca Bigote, es necesario conocer las variables climáticas tales como temperatura del aire, el contenido de humedad, el viento, la presión, la precipitación, la nubosidad, la insolación, la radiación y la evaporación, de tal manera que nos permita también caracterizar la atmosfera de la subcuenca Bigote.

Para realizar el presente estudio se tuvo en cuenta que las estaciones registren las variables antes mencionadas. Se realizó el estudio para un periodo de 20 años (1972-1992). El cálculo de los valores medios de las variables climáticas se efectuo con el Software Hydroacces.

No se ha considerado el año 83, dado que en este año se presentó el Fenómeno el Niño – FEN, cuyos valores son muy alto lo cual originaria valores muy elevados de caudales simulados.

Para efectuar el análisis de las variables climáticas se seleccionaron 05 estaciones meteorológicas de la cuenca Chira y 05 de la cuenca Piura.

Las estaciones analizadas se muestran en la Tabla 16. El relleno de datos de las variables se describe en el Anexo B. Y en la Tabla 17 se identifica el periodo de estudio.

Tabla N° 16 Estaciones consideradas para el estudio

Nº	**Estación**	**Coordenadas geográficas**		**Altitud (msnm)**	**Área influencia (Km^2)**	**Periodo de estudio**	**Años**
		Latitud	**Longitud**				
Cuenca Piura							
1	Chulucanas	05°06'	80°10'	95	440.0	1 972-1 992	21
2	Huarmaca	05°34'	79°31'	2,100	191.6	1 972-1 992	21
3	Miraflores	05°10'	80°37'	30	691.8	1 972-1 992	21
4	Morropón	05°11'	79°59'	140	461.0	1 972-1 992	21
5	San Miguel	05°14'	80°41'	29	503.0	1 972-1 992	21
Cuenca Chira							
6	Arenales	04°55'	79°51'	3,010	103.0	1 972-1 992	21
7	Ayabaca	04°38'	79°43'	2,700	114.0	1 972-1 992	21
8	Chilaco	04°42'	80°36'	90	400.8	1 972-1 992	21
9	Mallares	04°51'	80°44'	45	801.6	1 972-1 992	21
10	Sausal de Culucán	04°45'	79°46'	980	184.0	1 972-1 992	21

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 17 Identificación del periodo de estudio

ESTACIONES METEOROLOGICAS - PLUVIOMETRICAS DE LA CUENCA DEL RIO CHIRA Y PIURA

Nº	ESTACION	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
1	Chulucanas																																				
2	Huarmaca																																				
3	Miraflores																																				
4	Montegrande																																				
5	Morropón																																				
6	San Miguel																																				
7	Tejedores																																				
8	Arenales																																				
9	Ayabaca																																				
10	Chilaco																																				
11	Mallares																																				
12	Sausal de Culucán																																				

Fuente: Elaboración propia

Color amarillo = periodo de estudio

Las variables climatológicas determinadas por el software Hydroaccess, son precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa, horas de sol, velocidad de viento, evaporación, sus resultados se muestran a continuación:

3.2.2.1 Temperatura (°C)

a) **Temperatura máxima (°C)**, el valor máximo que se presentó durante el periodo de análisis fue de 22.6 °C, registrado en el mes de junio del año 1987, el valor mínimo fue de 18.1 °C registrado en el mes de febrero del año 1976, dichos valores se pueden corroborar en la Figura 37. Como promedio del periodo analizado se obtuvo 20.7 °C. Los valores obtenidos de temperatura máxima en la zona de estudio se detallan en la Tabla 18.

Tabla N° 18 Temperatura máxima (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	19.7	20.0	19.6	20.0	20.1	19.8	20.5	21.0	21.1	21.6	21.2	20.8
1973	20.7	20.1	21.4	20.2	20.3	19.7	20.4	20.9	21.1	20.3	20.6	19.2
1974	19.4	18.6	19.5	20.8	20.8	19.7	20.0	21.2	20.5	20.7	20.3	20.2
1975	19.9	18.9	19.4	19.5	19.3	19.8	19.7	20.5	20.3	19.8	19.9	19.8
1976	18.4	18.1	19.7	19.4	20.3	20.3	21.2	21.2	22.0	20.9	21.1	21.0
1977	19.5	20.1	20.3	19.7	20.9	20.8	21.4	20.6	21.9	21.7	21.1	21.2
1978	20.8	21.1	20.1	19.8	20.7	21.2	21.6	21.7	21.3	21.4	21.2	20.5
1979	19.0	19.7	19.6	20.8	20.7	21.1	21.1	21.4	21.3	21.5	21.1	21.0
1980	21.1	18.8	21.2	21.0	21.6	22.0	21.6	21.7	21.9	20.8	20.1	20.6
1981	19.9	19.4	20.0	20.3	21.1	21.0	21.3	21.1	22.1	21.0	20.9	20.6
1982	20.2	20.9	20.6	21.1	20.7	21.7	21.4	22.1	21.5	20.9	21.2	20.2
1984	20.0	19.0	19.2	19.9	20.1	20.1	20.1	21.2	21.0	20.6	20.0	20.3
1985	18.4	20.1	20.5	20.5	20.4	21.8	21.0	21.2	21.4	21.1	21.4	20.1
1986	19.5	19.2	20.2	19.8	20.8	21.3	21.6	21.4	22.1	21.1	20.9	20.7
1987	20.2	20.9	20.6	20.7	21.2	22.6	21.3	22.4	22.4	21.7	21.7	21.8
1988	19.9	20.0	21.1	20.4	21.2	21.3	21.4	21.6	21.4	21.0	20.2	20.1
1989	19.3	18.6	19.0	20.6	20.9	20.7	21.1	21.5	21.1	20.9	22.0	21.5
1990	21.3	20.0	21.7	20.3	20.8	21.3	21.7	22.3	22.4	20.8	21.7	21.4
1991	21.5	20.8	20.3	21.6	21.6	22.1	22.0	21.8	22.0	21.4	21.4	20.4
1992	20.7	20.7	21.5	21.4	20.7	21.9	21.9	22.5	21.6	22.4	21.6	21.1

Fuente: Elaboración propia

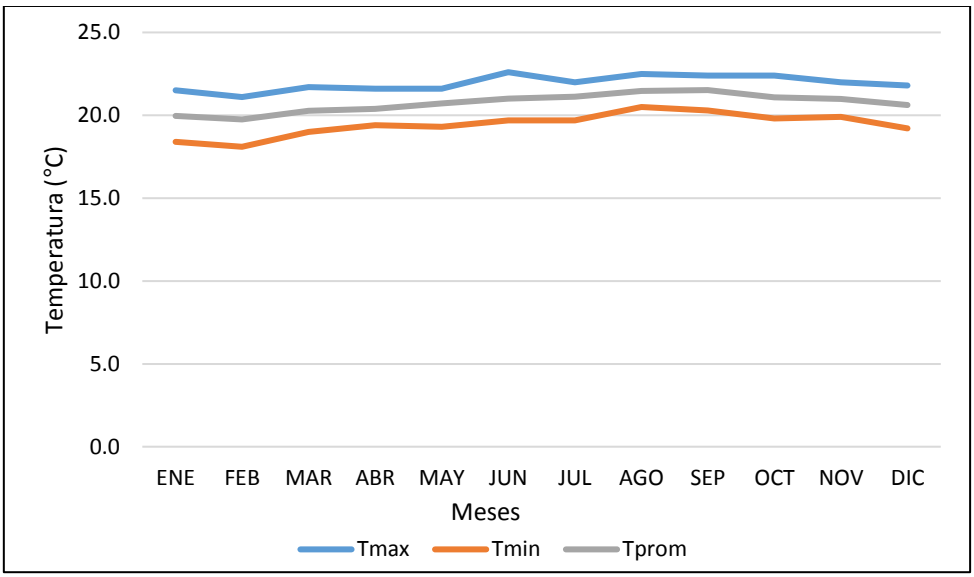


Figura N° 37 Comparativo temperatura máxima, mínima y promedio de la temperatura máxima
Fuente: Elaboración propia

b) Temperatura mínima (°C)

El año 1992 en el mes de abril se registró valor máximo de 14.4 °C, en el mes de setiembre del año 1973 se presentó el valor mínimo de 9.5 °C, como promedio del periodo analizado se registró 12.0 °C, dicho comportamiento se puede observar en la Figura 38 y los valores obtenidos se muestran en la Tabla 19.

Tabla N° 19 Temperatura mínima (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	11.8	12.5	13.0	12.9	12.8	12.0	11.6	11.4	11.6	11.7	12.0	12.7
1973	13.4	13.1	13.2	12.7	12.4	11.5	11.1	10.5	9.5	10.4	10.9	10.7
1974	11.3	12.0	11.5	12.1	11.7	11.6	10.2	10.7	10.6	10.9	11.4	11.5
1975	12.1	12.6	12.8	12.5	11.7	11.2	10.1	10.5	10.3	10.3	10.1	9.9
1976	11.7	11.5	12.6	12.2	12.2	11.6	11.2	11.0	11.3	11.3	11.5	12.2
1977	13.5	13.3	13.7	12.7	11.9	11.3	11.0	10.5	11.4	11.1	11.3	12.1
1978	12.2	13.3	12.4	12.7	12.2	11.0	11.8	11.1	11.2	11.0	11.8	11.8
1979	12.1	12.3	13.0	12.8	12.0	11.0	10.6	11.2	11.2	10.8	10.9	11.4
1980	12.6	12.1	13.6	13.1	13.0	12.7	11.6	11.8	11.2	11.9	11.5	12.1
1981	11.9	13.3	13.1	13.1	11.8	11.5	11.2	11.0	11.1	11.5	11.3	12.4
1982	12.1	12.9	12.9	12.6	12.6	12.2	11.6	12.1	12.0	12.3	13.0	13.9
1984	11.5	12.7	12.5	12.5	12.1	11.7	11.1	10.8	11.0	11.4	10.7	11.9
1985	11.7	12.1	12.5	12.3	11.6	11.5	10.8	10.9	11.0	11.1	10.7	12.1
1986	13.2	12.9	12.7	13.3	12.4	11.5	11.8	11.7	11.7	11.5	12.0	12.4
1987	13.6	13.9	13.4	13.6	12.7	12.2	11.8	11.7	11.8	11.9	12.1	12.3
1988	12.9	13.5	12.8	12.8	12.5	11.2	10.7	10.9	11.2	11.6	11.7	11.5
1989	12.9	13.0	12.8	13.0	11.9	12.1	11.1	11.3	11.4	12.0	11.5	11.5
1990	12.9	13.1	13.5	13.3	12.9	12.3	11.5	11.4	11.4	11.6	12.0	12.0
1991	12.8	13.5	13.8	13.2	12.9	12.9	11.6	11.7	11.9	11.9	11.8	12.6
1992	13.3	13.5	14.0	14.4	13.5	12.5	10.9	11.2	11.3	11.2	11.3	11.4

Fuente: Elaboración propia

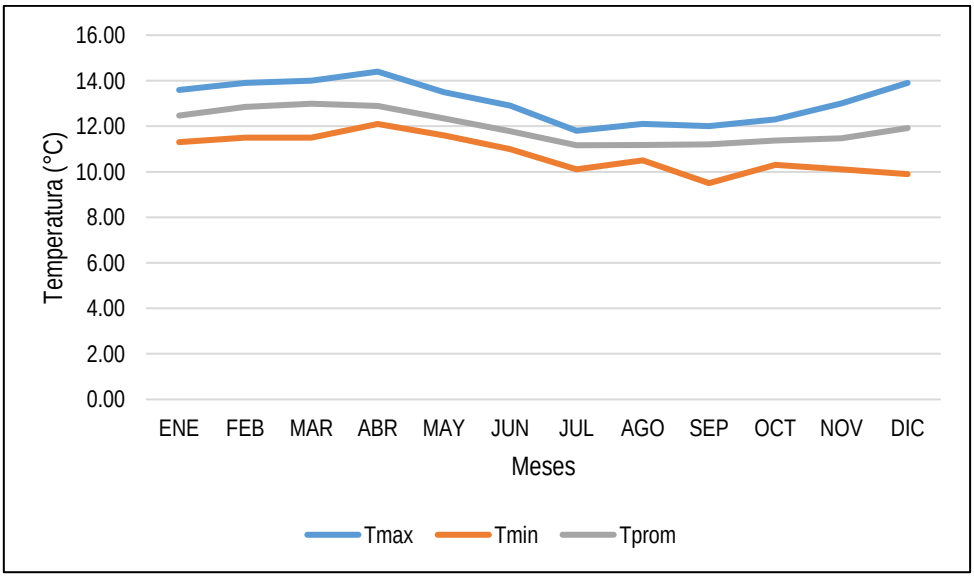


Figura N° 38 Comparativo temperatura máxima, mínima y promedio de la temperatura mínima
Fuente: Elaboración propia

c) Temperatura media (°)

En la Tabla 20 se detalla se presentan los valores de temperatura media obtenidos para el periodo de análisis, en el cual se puede apreciar que el valor máximo se presentó en el mes de abril en el año 1992 y el valor mínimo se registró en el mes de febrero en el año 1976, con un promedio de 16.4 °C, lo cual se puede apreciar en la Figura 39.

Tabla N° 20 Temperatura media (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	15.8	16.3	16.3	16.5	16.5	15.9	16.1	16.2	16.4	16.7	16.6	16.8
1973	17.1	16.6	17.3	16.5	16.4	15.6	15.8	15.7	15.3	15.4	15.8	15.0
1974	15.4	15.3	15.5	16.5	16.3	15.7	15.1	16.0	15.6	15.8	15.9	15.9
1975	16.0	15.8	16.1	16.0	15.5	15.5	14.9	15.5	15.3	15.1	15.0	14.9
1976	15.1	14.8	16.2	15.8	16.3	16.0	16.2	16.1	16.7	16.1	16.3	16.6
1977	16.5	16.7	17.0	16.2	16.4	16.1	16.2	15.6	16.7	16.4	16.2	16.7
1978	16.5	17.2	16.3	16.3	16.5	16.1	16.7	16.4	16.3	16.2	16.5	16.2
1979	15.6	16.0	16.3	16.8	16.4	16.1	15.9	16.3	16.3	16.2	16.0	16.2
1980	16.9	15.5	17.4	17.1	17.3	17.4	16.6	16.8	16.6	16.4	15.8	16.4
1981	15.9	16.4	16.6	16.7	16.5	16.3	16.3	16.1	16.6	16.3	16.1	16.5
1982	16.2	16.9	16.8	16.9	16.7	17.0	16.5	17.1	16.8	16.6	17.1	17.1
1984	15.8	15.9	15.9	16.2	16.1	15.9	15.6	16.0	16.0	16.0	15.4	16.1
1985	15.1	16.1	16.5	16.4	16.0	16.7	15.9	16.1	16.2	16.1	16.1	16.1
1986	16.4	16.1	16.5	16.6	16.6	16.4	16.7	16.6	16.9	16.3	16.5	16.6
1987	16.9	17.4	17.0	17.2	17.0	17.4	16.6	17.1	17.1	16.8	16.9	17.1
1988	16.4	16.8	17.0	16.6	16.9	16.3	16.1	16.3	16.3	16.3	16.0	15.8
1989	16.1	15.8	15.9	16.8	16.4	16.4	16.1	16.4	16.3	16.5	16.8	16.5
1990	17.1	16.6	17.6	16.8	16.9	16.8	16.6	16.9	16.9	16.2	16.9	16.7
1991	17.2	17.2	17.1	17.4	17.3	17.5	16.8	16.8	17.0	16.7	16.6	16.5
1992	17.0	17.1	17.8	17.9	17.1	17.2	16.4	16.9	16.5	16.8	16.5	16.3

Fuente: Elaboración propia

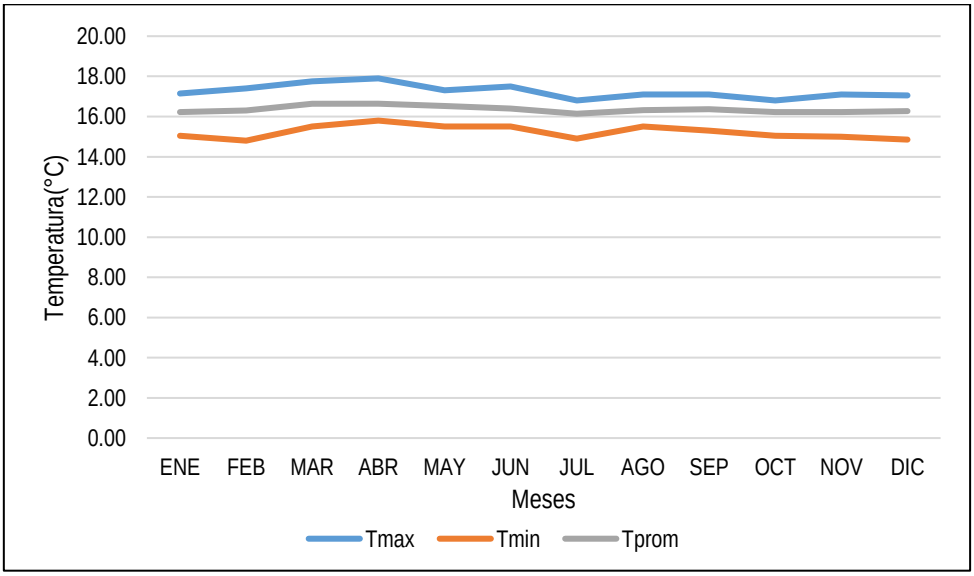


Figura N° 39 Comparativo temperatura máxima, mínima y promedio de la temperatura media
Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2 Humedad relativa (%)

a) **Humedad relativa máxima (%),** el valor máximo que se presentó durante el periodo de análisis fue de 100 %, registrado en el mes de marzo, abril y mayo del año 1975 así mismo en el mes de febrero del año 1977 se presentó dicho valor, el valor mínimo fue de 83 % registrado en el mes de setiembre del año 1990, dichos valores se pueden corroborar en la Figura 40 y como promedio del periodo analizado se obtuvo 96 %, los valores obtenidos de humedad relativa máxima en la zona de estudio se detallan en la Tabla 21.

Tabla N° 21 Humedad relativa máxima (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	97	97	98	98	97	95	92	92	94	96	96	96
1973	97	97	98	98	97	95	93	93	97	95	96	93
1974	96	96	99	98	99	98	94	93	96	97	96	97
1975	98	98	100	100	100	99	97	97	95	96	95	96
1976	96	97	98	98	96	96	87	95	95	95	98	98
1977	98	100	99	98	98	97	95	93	93	96	97	93
1978	99	98	98	99	97	96	95	90	96	95	97	99
1979	98	98	97	98	97	91	93	94	98	96	95	97
1980	97	98	97	98	98	95	95	93	92	97	98	97
1981	94	96	96	99	98	95	88	93	92	98	98	98
1982	99	99	99	96	96	92	91	87	96	98	98	98
1984	98	99	99	99	95	98	96	94	97	98	98	97
1985	97	97	98	97	97	94	94	94	96	95	94	96
1986	97	97	98	97	97	94	90	93	92	96	97	97
1987	97	96	96	96	94	90	94	90	94	96	97	96
1988	96	97	95	94	93	91	89	91	95	95	95	95
1989	95	97	97	97	96	96	91	93	93	96	95	96
1990	97	97	98	98	97	93	90	90	83	93	95	96
1991	96	96	98	95	96	92	89	86	90	91	94	97
1992	98	98	98	98	97	94	91	93	93	96	95	97

Fuente: Elaboración propia

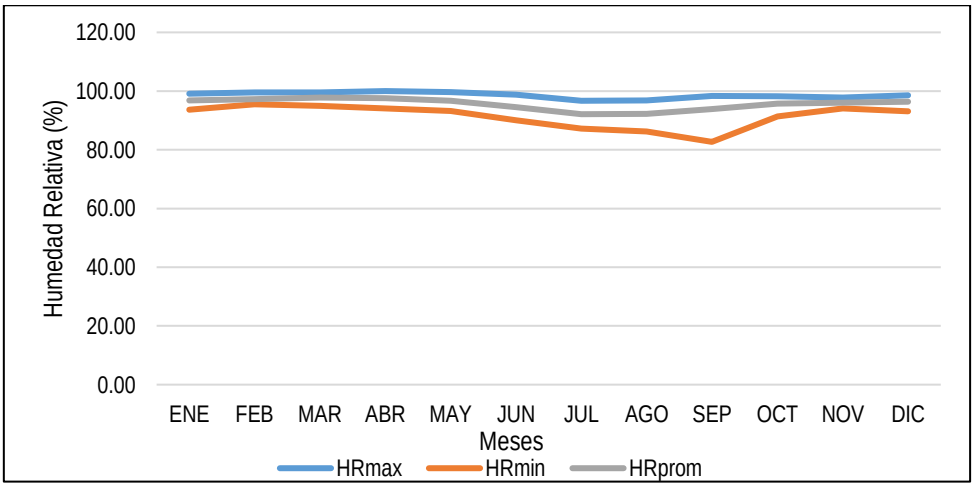


Figura N° 40 Comparativo humedad relativa máxima, mínima y promedio de la humedad relativa máxima
Fuente: Elaboración propia

b) Humedad relativa mínima (%)

El año 1989 en el mes de febrero se registró valor máximo de 79 %, en el mes de noviembre del año 1979 se presentó el valor mínimo de 39 %, como promedio del periodo analizado se registró 58 %, dicho comportamiento se puede observar en la Figura 41 y los valores obtenidos se muestran en la Tabla 22.

Tabla N° 22 Humedad relativa mínima (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	66	71	69	68	60	52	47	46	48	53	53	58
1973	65	71	71	70	63	54	49	47	50	65	65	53
1974	61	70	65	63	41	59	48	47	51	53	60	59
1975	55	78	72	72	68	57	56	52	50	54	53	52
1976	70	74	70	64	57	52	42	46	46	43	51	57
1977	71	68	70	70	58	54	45	44	47	51	50	60
1978	60	64	66	69	59	48	49	44	48	42	53	57
1979	68	64	74	65	59	46	48	51	51	51	39	47
1980	54	72	61	64	60	52	48	46	44	56	58	57
1981	65	72	69	71	53	49	41	43	42	56	49	62
1982	61	63	69	57	59	45	41	40	49	55	56	66
1984	60	74	75	70	63	61	54	45	50	57	49	59
1985	70	57	64	60	55	48	43	44	47	47	46	60
1986	70	74	63	73	60	47	44	48	44	48	52	63
1987	73	64	73	68	58	46	51	47	49	52	53	55
1988	74	76	61	71	63	48	44	43	50	52	60	59
1989	74	79	73	66	57	55	47	46	50	59	45	50
1990	64	76	65	75	65	57	49	46	49	62	61	63
1991	64	73	78	66	64	57	47	45	50	53	52	67
1992	70	75	74	77	69	57	48	47	52	52	58	60

Fuente: Elaboración propia

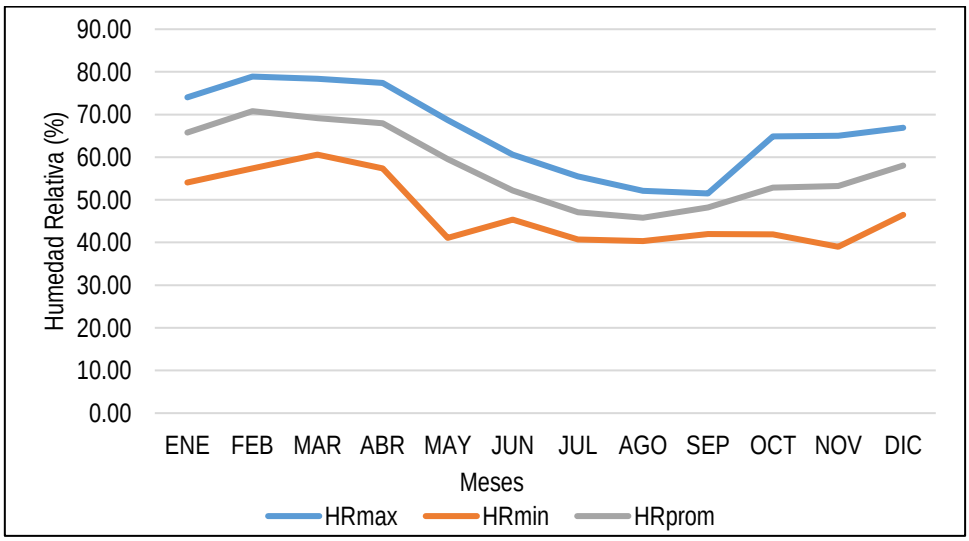


Figura N° 41 Comparativo humedad relativa máxima, mínima y promedio de la humedad relativa mínima
Fuente: Elaboración propia

c) Humedad relativa media (%)

En la Tabla 23 se presentan los valores de humedad relativa media obtenidos para el periodo de análisis, en el cual se puede apreciar que el valor máximo se presentó durante los años 1989,1991 y 1992 correspondiente a los meses de febrero, marzo y abril respectivamente; el mes de julio y agosto de los años 1981 y 1982 se registró el valor mínimo, con un promedio de 77 %, como se puede observar en la Figura 42.

Tabla N° 23 Humedad relativa media (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	81	84	84	83	78	73	70	69	71	74	74	77
1973	81	84	84	84	80	75	71	70	73	80	80	73
1974	78	83	82	81	70	79	71	70	73	75	78	78
1975	76	88	86	86	84	78	76	74	73	75	74	74
1976	83	86	84	81	77	74	64	71	71	69	74	77
1977	85	84	85	84	78	75	70	69	70	73	74	76
1978	79	81	82	84	78	72	72	67	72	68	75	78
1979	83	81	86	82	78	69	71	73	75	73	67	72
1980	75	85	79	81	79	73	72	70	68	77	78	77
1981	79	84	83	85	76	72	64	68	67	77	73	80
1982	80	81	84	77	78	69	66	64	72	76	77	82
1984	79	87	87	84	79	79	75	70	74	77	73	78
1985	83	77	81	78	76	71	68	69	71	71	70	78
1986	84	85	81	85	79	71	67	71	68	72	74	80
1987	85	80	85	82	76	68	72	68	71	74	75	75
1988	85	87	78	83	78	70	67	67	72	74	77	77
1989	84	88	85	82	76	75	69	69	72	78	70	73
1990	81	87	81	86	81	75	70	68	66	78	78	79
1991	80	84	88	81	80	74	68	66	70	72	73	82
1992	84	86	86	88	83	76	69	70	72	74	76	79

Fuente: Elaboración propia

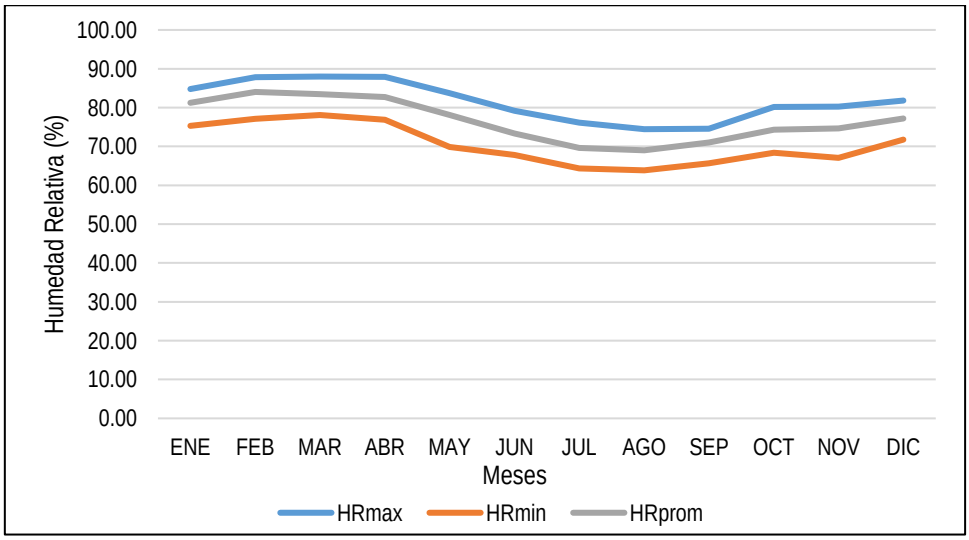


Figura N° 42 Comparativo humedad relativa máxima, mínima y promedio de la humedad relativa media
Fuente: Elaboración propia

3.2.2.3 Velocidad del viento (m/s)

La máxima velocidad de viento (10.3 m/s), se registró en el mes de julio del año 1986, la mínima (2.8 m/s), se presentó en marzo de 1984 y como promedio del periodo analizado se obtuvo (5.3 m/s), conforme se detalla en la Tabla 24 y la Figura 43.

Tabla N° 24 Velocidad del viento (m/s)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	3.4	3.2	3.3	3.4	3.9	4.1	5.7	5.3	4.4	3.7	3.5	3.3
1973	3.3	3.6	3.8	4.6	4.8	4.7	5.4	4.9	4.4	4.2	4.1	3.8
1974	3.0	3.2	3.9	5.0	4.1	3.6	7.2	7.9	4.3	5.0	5.1	4.3
1975	3.6	3.8	4.1	4.1	4.5	5.6	5.1	5.5	5.1	4.6	4.6	6.1
1976	3.9	4.3	5.1	5.2	5.9	7.0	10.2	6.7	8.3	4.3	6.2	5.4
1977	4.2	5.0	5.8	5.8	5.5	7.2	7.9	6.9	8.7	6.2	5.6	6.6
1978	6.1	5.6	5.2	4.9	6.0	6.2	6.1	10.2	5.5	6.0	5.7	4.8
1979	5.0	5.5	4.3	6.0	6.8	6.6	7.8	8.3	4.7	5.6	6.8	6.0
1980	5.6	3.9	6.0	5.8	4.7	7.9	8.0	8.6	7.8	5.4	4.7	4.3
1981	4.5	3.3	4.3	4.3	4.4	5.3	8.4	7.2	7.2	5.0	4.5	5.1
1982	4.8	4.8	4.7	4.7	4.0	6.5	7.3	8.7	5.8	5.4	4.6	4.0
1984	4.5	3.3	3.1	2.8	4.3	4.7	7.3	7.6	5.2	3.9	4.1	4.6
1985	4.4	4.5	4.9	4.2	5.2	8.0	7.3	6.8	6.4	5.5	4.8	5.1
1986	4.9	4.4	4.7	4.8	5.0	7.5	10.3	8.7	8.9	5.0	6.3	5.0
1987	4.0	4.9	4.5	3.9	5.5	7.5	5.6	8.2	5.5	4.3	4.1	4.1
1988	3.6	3.2	5.9	3.5	4.2	5.3	7.0	6.6	5.1	4.7	4.0	4.0
1989	3.9	3.9	3.5	4.9	5.1	5.3	8.6	5.4	5.5	4.6	4.6	4.7
1990	4.8	4.0	4.8	4.2	6.0	6.4	6.4	6.3	6.0	4.2	4.1	5.1
1991	4.5	4.6	3.5	4.1	4.9	5.7	6.2	7.7	5.6	4.3	4.2	3.5
1992	4.1	3.6	3.4	4.0	3.5	5.8	6.4	6.6	4.5	5.6	4.3	4.1

Fuente: Elaboración propia

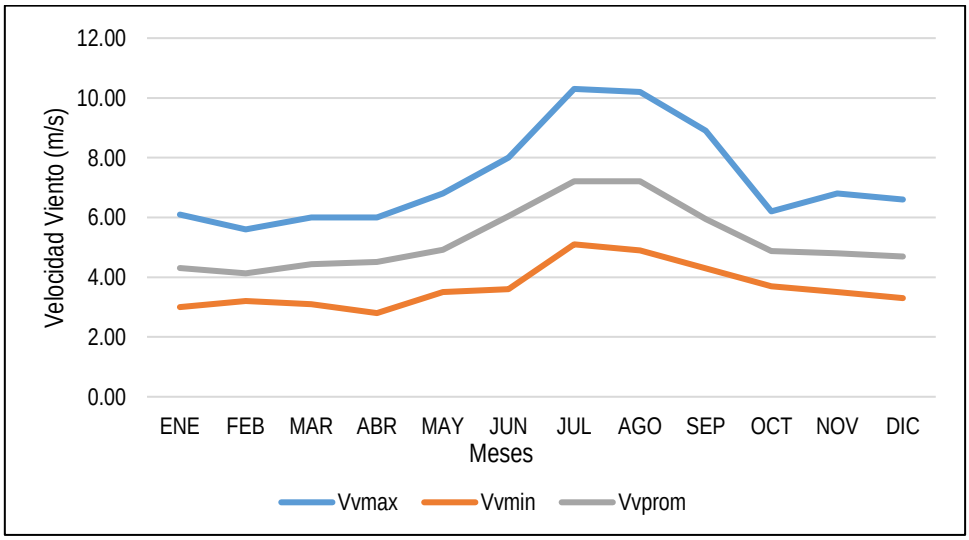


Figura N° 43 Comparativo Velocidad de viento, mínima y promedio
Fuente: Elaboración propia

3.2.2.4 Nubosidad (Horas de sol)

El valor máximo de horas de sol fue de 9.7, se registró en el mes de agosto del año 1990, la mínima horas de sol se presentó en febrero de 1975 y fue de 1.8, y como promedio del periodo analizado se obtuvo 5.4 horas de sol, conforme se detalla en la Tabla 25 y Figura 44.

Tabla N° 25 Horas de sol

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	3.7	3.4	3.4	4.2	5.2	5.4	6.8	7.1	6.4	5.9	5.5	4.5
1973	3.0	3.7	3.8	3.8	5.1	4.9	6.6	7.2	6.5	5.9	5.3	3.8
1974	4.1	2.2	4.0	5.5	5.4	4.3	7.2	8.5	6.0	5.3	4.7	4.3
1975	3.5	1.8	3.2	3.7	3.5	4.8	6.5	5.5	6.0	4.9	5.9	6.4
1976	2.4	3.1	3.6	4.3	4.6	5.4	8.4	6.4	6.6	6.0	5.5	4.9
1977	2.8	3.1	4.4	4.1	5.8	6.2	7.9	7.2	8.0	7.0	5.6	5.1
1978	5.3	4.0	4.1	3.8	4.9	7.7	7.3	9.2	6.3	7.5	5.9	4.6
1979	3.6	3.5	2.6	4.2	5.6	7.4	8.8	8.2	6.8	8.4	7.2	6.2
1980	5.3	3.2	3.8	5.1	5.8	8.0	8.3	8.1	7.8	5.3	5.1	5.4
1981	4.0	2.6	3.7	4.5	6.0	7.0	8.0	8.3	8.9	5.9	6.6	4.1
1982	4.3	4.4	3.7	5.2	5.0	6.3	7.7	8.9	6.7	4.8	5.5	3.0
1984	5.8	2.5	3.4	3.7	4.0	4.7	6.0	8.2	6.1	4.8	5.2	4.6
1985	2.4	4.4	4.8	4.7	5.1	8.6	8.3	6.9	7.5	6.7	7.7	5.0
1986	2.8	3.2	4.5	3.1	5.1	8.5	9.0	7.3	7.2	6.5	5.5	4.8
1987	3.1	4.1	4.2	3.3	6.3	7.8	6.3	7.7	6.6	6.6	6.0	5.5
1988	2.0	2.3	4.2	3.3	4.0	7.4	7.8	7.0	6.3	5.8	4.0	4.0
1989	2.0	2.1	3.1	3.8	5.1	4.2	7.2	7.8	5.4	3.6	7.8	5.6
1990	3.6	3.0	4.2	2.4	4.2	6.3	7.6	9.7	8.1	4.7	5.7	6.0
1991	5.4	3.4	2.5	4.9	5.1	7.2	7.3	7.0	6.8	5.9	5.9	4.0
1992	2.9	2.6	4.0	3.2	3.7	6.4	8.1	8.3	5.8	6.7	5.5	5.0

Fuente: Elaboración propia

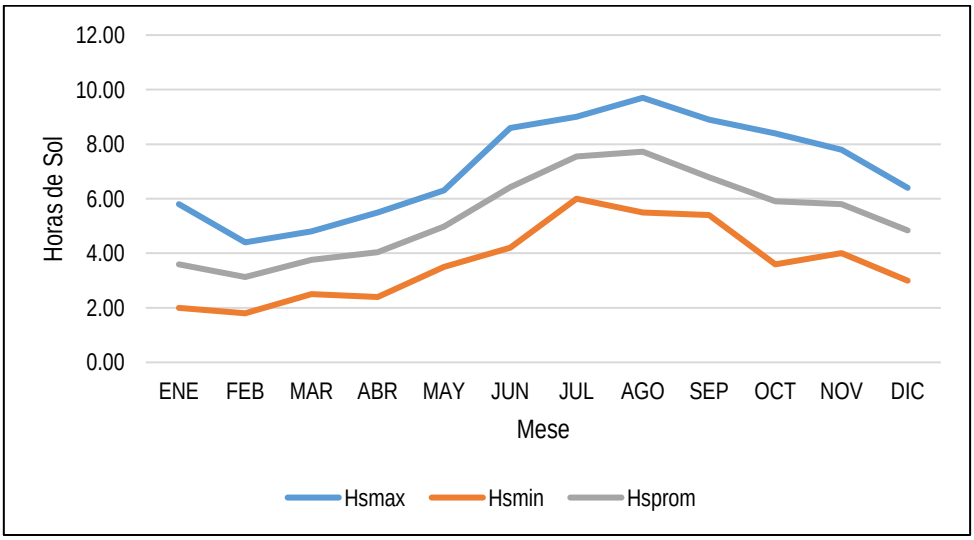


Figura N° 44 Comparativo horas de sol máxima, mínima y promedio
Fuente: Elaboración propia

3.2.2.5 Presión atmosférica

La altitud media de la cuenca de recepción (Z) es: 1789.6 msnm

Haciendo uso de la fórmula 21 obtenemos la presión atmosférica en la cuenca de recepción

P =101.3*(((293-0.0065*Z)/293))^5.26 (kPa)

P = 81.9 kPa = 819 mb.

Cuando la presión atmosférica es inferior a 1013 milibares, se tiene una baja presión en la cuenca en estudio.

3.2.2.6 Precipitación (mm)

Se denomina precipitación al agua que proviene de la humedad atmosférica y cae a la superficie terrestre, principalmente en estado líquido (llovizna y lluvia) o en estado sólido (escarcha, nieve y granizo). La precipitación es uno de los procesos meteorológicos más importantes para la hidrología, y junto a la evaporación constituyen la forma mediante la cual la atmósfera interactúa con el agua superficial en el ciclo hidrológico del agua (Farias de Reyes, 2008).

a) Procesamiento de datos

En todo estudio hidrológico es necesario contar con información consistente, con la finalidad de obtener resultados confiables. En esta fase del estudio se ha procedido a recopilar información de las estaciones hidrometereológicas de la zona de estudio y realizar el análisis de la data existente de tal manera que nos garantice la confiabilidad del estudio.

b) Estimación de datos faltantes

Los datos o valores faltantes de un registro de lluvias son bastantes frecuentes y se deben a una gran variedad de causas. Como por ejemplo, debido a desperfectos en el equipo de mediciones, por enfermedad o sustitución del encargado de las observaciones, por interrupciones debidas a limitaciones presupuéstales, etc. En general los datos faltantes son estimados en base a los registros de las estaciones.

Para calcular el volumen de agua precipitado sobre el área de la subcuenca Bigote, se ha determinado mensualmente. Existen métodos para determinar la precipitación media sobre la subcuenca como: Media Aritmética, Polígonos de Thiessen e Isohietas. Así mismo, existe software que permite determinar la precipitación media, para nuestro caso hemos empleado el software Hydroacces y el método Kriging.

Para este análisis se ha usado la base pluviométrica que existe en el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca Chira Piura, y se han escogido estaciones que se encuentren dentro de la cuenca Chira y Piura, con un periodo de información de 20 años (de 1972 a 1992), no se ha considerado el año 1983 por ser un año atípico.

Los métodos para completar los datos se explicaron en el item 1.2.9.2. En el Anexo B se presenta el cálculo de los datos faltantes.

En el periodo elegido para la evaluación, hay meses en los cuales no se han registrado datos mensuales, por ello se ha realizado la estimación de datos faltantes aplicando el método de promedios ponderados, método que se ha explicado en el Capítulo 1 Marco teórico.

Se ha dividido la subcuenca del río Bigote, en zona alta, media y baja conforme se muestra en el Tabla 26.

Las estaciones que se han tomado en cuenta para este análisis se muestran en la Tabla 26, donde se indica además la cuenca a la que pertenecen, así como el periodo de estudio y en la Figura 45 se muestran sus respectivas ubicaciones.

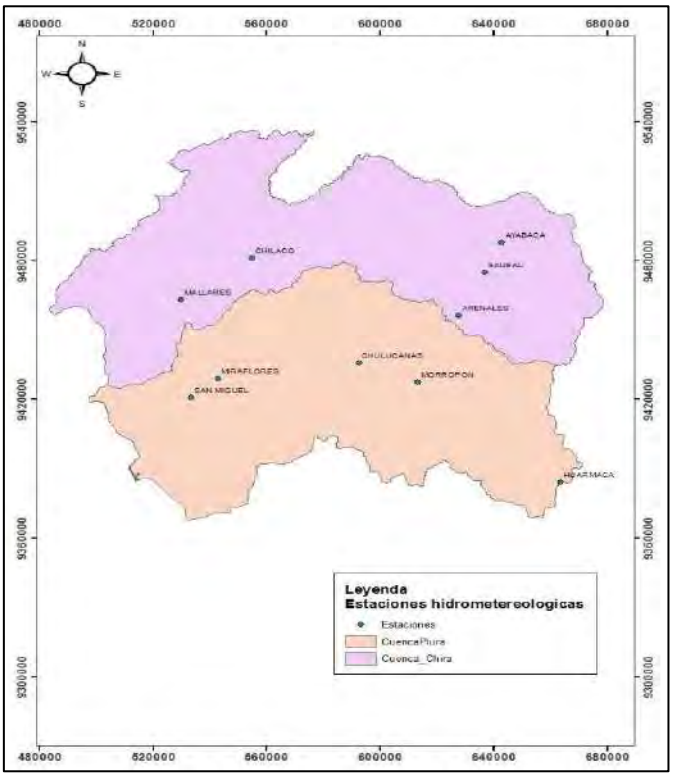


Figura N° 45 Ubicación de las estaciones hidrometereologicas
Fuente: Elaboración propia

c) Análisis de la Consistencia o Curvas Doble Acumulada (CDA)

En la Tabla 26 se presentan las estaciones clasificadas según zona de ubicación.

Tabla N° 26 Estaciones clasificadas según la zona de ubicación

Cuenca	Estación	Altitud (m.s.n.m)	Zona
Piura	SAN MIGUEL	29	Baja
Piura	MIRAFLORES	30	Baja
Chira	MALLARES	45	Baja
Chira	CHILACO	90	Media

Cuenca	Estación	Altitud (m.s.n.m)	Zona
Piura	CHULUCANAS	95	Media
Piura	MORROPON	140	Media
Chira	SAUSAL	980	Media
Piura	HUARMACA	2180	Alta
Chira	AYABACA	2700	Alta
Chira	ARENALES	3010	Alta

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo C se desarrolla el análisis de consistencia, en la Tabla 27, se detallan las precipitaciones totales anuales de las estaciones del presente estudio.

Tabla N° 27 Precipitación anual totales para las estaciones de análisis

AÑO	ARENAL	AYABACA	CHILACO	CHULUCANAS	HUARMACA	MALLARES	MIRAFLORES	MORROPON	SANMIGUEL	SAUSAL
1972	701.3	1394.9	492.4	660.8	1177.8	179.4	181.5	307.0	1.8	345.2
1973	924.1	1465.5	262.4	474.3	1119.8	105.3	140.1	569.8	62.0	310.8
1974	496.8	988.0	24.9	50.3	607.0	17.0	12.2	53.1	6.9	221.9
1975	752.4	1651.7	170.7	206.0	1176.9	45.2	41.2	394.8	29.1	408.8
1976	675.5	1415.2	299.7	291.4	1212.4	139.0	70.5	310.8	96.8	288.9
1977	583.1	1182.4	280.4	348.6	1070.5	61.4	60.8	402.9	57.5	345.7
1978	397.7	519.5	75.4	81.7	678.9	44.4	40.4	122.8	34.7	168.9
1979	518.6	1163.2	25.7	62.7	789.3	11.1	15.0	114.6	7.4	259.0
1980	448.8	853.4	80.1	146.8	610.2	46.2	60.8	147.2	48.1	162.1
1981	560.2	1085.2	84.9	268.7	837.3	25.9	32.3	618.0	32.9	376.9
1982	747.9	1261.2	87.1	118.8	1188.8	32.0	24.3	135.8	21.5	281.1
1984	831.2	1807.9	187.3	228.7	1187.1	92.8	43.2	360.3	23.9	378.1
1985	298.6	599.1	108.0	116.7	597.5	12.6	26.5	151.8	14.4	139.5
1986	585.2	1079.8	40.0	59.0	820.2	64.2	58.5	241.7	30.3	279.0
1987	537.4	1111.4	666.6	526.6	820.5	321.1	223.4	681.8	93.3	309.8
1988	474.6	1110.3	75.7	36.5	656.4	37.2	14.5	52.1	17.0	248.5
1989	605.2	1649.6	247.4	420.4	1252.0	138.3	73.5	417.2	71.4	382.2
1990	488.2	1072.1	34.6	90.0	712.3	12.5	10.1	25.8	14.1	280.9
1991	486.6	977.6	83.8	128.2	665.8	41.6	8.2	80.2	20.7	221.9
1992	562.6	1129.1	572.2	657.5	1135.1	491.6	343.8	855.7	266.7	289.1

Fuente: Elaboración propia

d) Determinación de la precipitación media

La precipitación promedio alcanzada para la zona de estudio durante el periodo (1972-1992 sin año 1983) es de 58.7 mm, la precipitación máxima se registró en marzo de 1972 con 531.2 mm, la precipitación mínima fue de 0 mm registrado durante los años de 1981,1986 en los meses de septiembre y junio respectivamente, conforme se puede apreciar en la Figura 46 y Tabla 28.

La precipitación media de la cuenca se calculó con el software Hydoracces, por el método kriging cuyos resultados se muestran en la Tabla 28.

Tabla N° 28 Precipitación media (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1972	67.4	81.0	531.2	113.7	58.8	22.7	5.2	14.1	7.5	7.9	33.2	83.6	1026.3
1973	115.3	235.1	233.1	184.8	47.5	18.1	4.5	8.2	22.8	8.0	12.2	59.6	949.2
1974	48.2	164.7	86.0	53.4	11.5	24.8	7.5	11.6	14.8	26.9	24.7	23.1	497.2
1975	48.3	219.4	278.5	120.7	65.9	25.2	13.1	35.3	3.4	64.2	11.3	8.4	893.7
1976	189.7	211.8	218.7	109.8	31.6	4.9	0.6	4.8	6.2	4.9	6.5	47.7	837.2
1977	120.1	195.7	215.8	138.6	14.7	21.7	0.3	1.0	14.7	7.7	7.8	38.5	776.6
1978	20.9	82.6	129.1	74.9	51.3	1.6	5.3	0.9	5.8	7.3	3.2	11.8	394.7
1979	92.7	86.2	268.2	93.1	26.0	1.6	0.6	15.9	15.7	1.5	1.2	4.7	607.4
1980	33.5	70.2	106.4	105.6	25.5	0.7	1.0	1.4	0.3	41.6	54.1	51.7	492.0
1981	36.5	132.8	310.7	90.6	16.5	7.6	2.5	7.2	0.0	32.4	17.2	50.6	704.6
1982	64.3	88.0	27.1	99.9	40.3	1.4	1.7	0.0	7.7	65.6	66.7	333.1	795.8
1984	86.9	340.1	235.8	113.6	35.0	18.8	17.1	3.8	19.5	55.5	25.2	29.9	981.2
1985	75.0	55.3	107.5	23.1	39.7	0.5	0.2	7.4	1.7	16.0	4.4	62.9	393.7
1986	106.1	119.0	45.5	159.8	23.6	0.0	0.2	9.0	5.4	14.4	29.9	83.1	596.0
1987	148.5	103.9	264.9	125.5	20.5	1.2	16.2	9.4	2.1	17.7	28.4	9.7	748.0
1988	137.1	131.7	23.1	95.2	46.3	1.8	0.5	1.3	7.7	11.2	36.6	31.0	523.5
1989	205.6	223.0	327.5	114.4	11.1	7.9	1.0	4.1	15.4	59.0	0.8	6.1	975.9
1990	24.7	82.7	104.3	137.3	44.6	10.3	4.8	1.2	0.5	35.4	46.5	51.4	543.7
1991	17.6	100.4	255.7	52.3	17.7	6.7	2.1	1.7	1.9	16.0	13.5	52.9	538.5
1992	51.8	93.4	231.5	213.4	89.8	16.3	2.2	10.2	17.4	17.6	25.8	43.6	813.0

Fuente: Elaboración propia

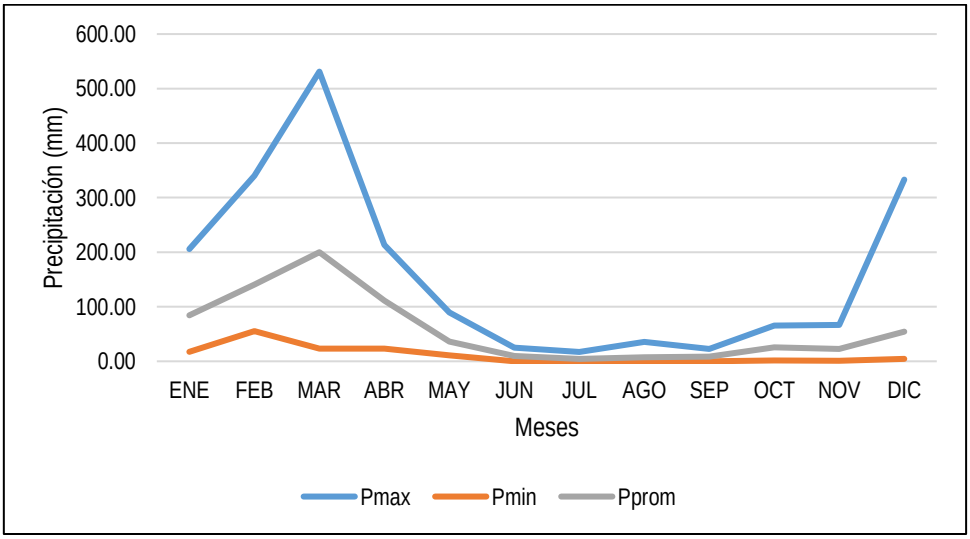


Figura N° 46 Comparativo Precipitación máxima, mínima y promedio
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 47, se puede observar la distribución de las estaciones y cuenca de recepción en el software Hydroacces.

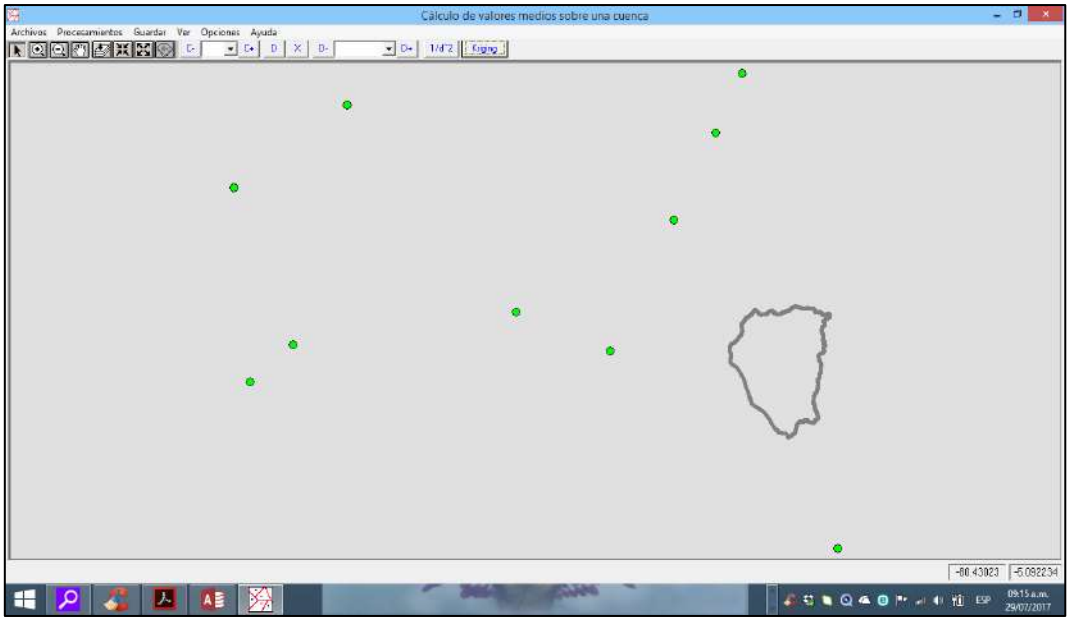


Figura N° 47 Distribución de las estaciones y subcuenca de recepción en Hydroacces
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 48 se muestra el resultado de la interpolación de la precipitación en la zona de estudio por el método kringing del software Hydroacces, del mes de diciembre de 1992.

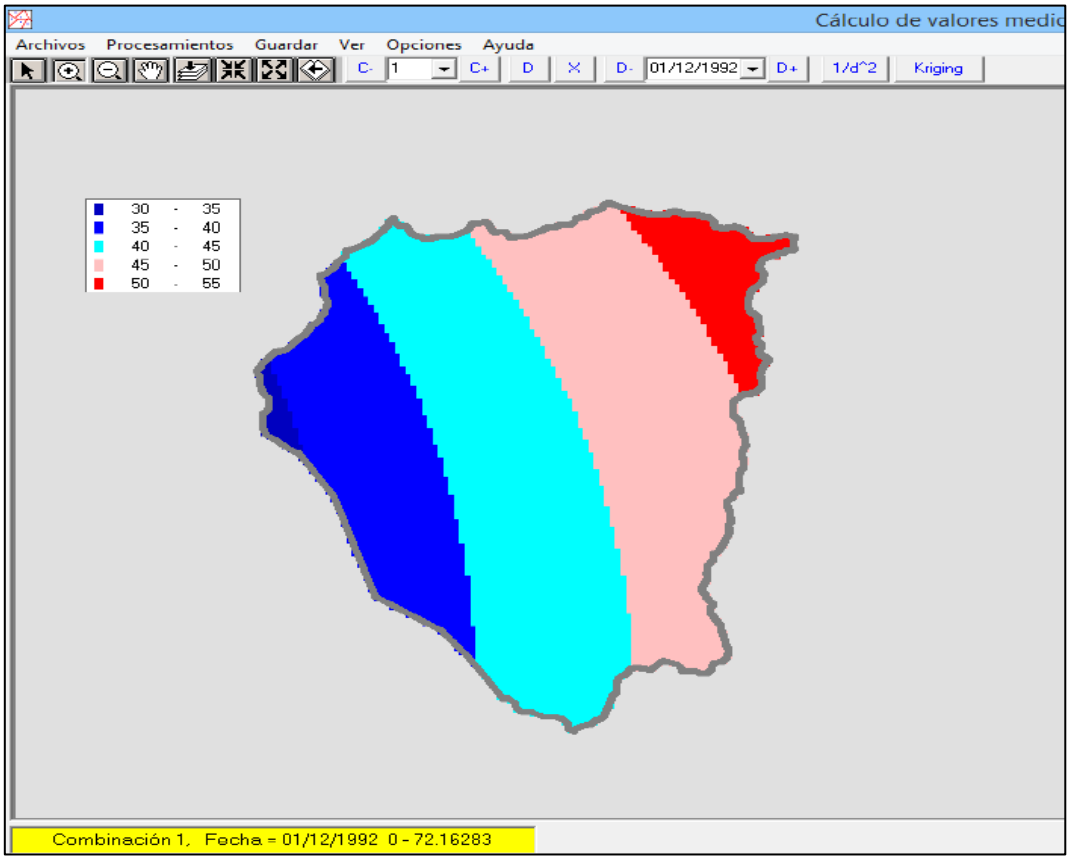


Figura N° 48 Resultados del 01/12/1992, método kriging en Hydroacces
Fuente: Elaboración propia

3.2.2.7 Calculo de la evapotranspiración potencial

El valor máximo de la ETmáx se presentó con el método de Penman-Monteith, el valor mínimo de la ETmin se presentó con el método de Hargreavers, el mayor valor de la ET promedio mensual y anual se presentó con el método de Penman-Monteith.

En el anexo D se desarrollan los métodos de: Hargreavers, Penman-Monteith y Thornthwaite.

a) Método de Hargreavers

La ETPmax se determinó en el mes de julio del año 1986 con 119.4 mm y la ETPmin se obtuvo en el mes de febrero del año 1975 con 35.3 mm, la ETP promedio para el periodo de estudio fue de 71.2 mm mes^{-1}, la ETP promedio anual es de 854.1 mm, conforme se describe en la Tabla 29.

Tabla N° 29 Valores de ETo mm mes-1, método de Hargreavers

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1972	52.5	47.6	46.8	53.1	63.1	74.8	92.2	87.1	88.3	76.9	77.2	65.4	824.9
1973	54.8	49.8	50.2	49.4	59.7	68.2	85.5	81.8	78.1	59.5	61.0	62.8	760.8
1974	57.7	42.7	49.0	62.9	81.2	57.7	87.0	92.5	76.2	69.9	63.7	60.3	800.7
1975	61.5	35.3	42.5	44.2	44.1	61.1	69.3	64.7	77.1	64.8	72.3	73.7	710.4
1976	42.6	40.4	47.1	55.5	63.6	74.5	119.3	80.3	94.5	87.4	77.5	67.2	849.8
1977	45.7	48.8	51.4	50.5	67.2	77.0	98.8	85.2	103.5	85.4	79.1	70.9	863.7
1978	66.9	59.6	53.0	49.3	63.6	92.6	92.7	107.5	85.1	98.4	79.2	62.7	910.3
1979	49.2	53.9	40.5	57.5	65.8	98.2	100.4	85.7	81.4	89.6	103.5	83.9	909.6
1980	76.8	43.6	61.0	63.7	67.7	97.9	99.9	95.2	107.4	68.3	65.0	68.2	914.7
1981	58.2	45.0	50.6	50.5	72.8	87.8	116.0	96.0	117.2	70.0	83.2	59.0	906.4
1982	59.4	60.4	49.1	70.7	64.5	96.5	110.2	117.4	89.9	68.0	74.2	51.5	911.8
1984	65.9	39.1	39.3	46.8	56.4	59.5	73.1	91.4	79.1	62.5	72.4	62.4	748.0
1985	42.8	64.5	57.3	63.2	66.1	102.8	103.3	86.1	93.9	86.9	97.0	64.7	928.6
1986	47.7	44.4	57.3	45.0	62.7	101.8	119.4	88.1	107.3	85.4	78.4	60.9	898.3
1987	47.9	62.8	50.0	53.4	77.1	111.9	85.3	97.9	93.4	82.3	79.9	75.2	917.1
1988	42.4	40.6	62.8	50.2	59.8	96.4	105.6	92.2	84.9	77.0	61.4	60.3	833.6
1989	42.3	36.0	41.7	54.6	67.1	66.9	98.5	91.1	82.0	59.0	102.9	79.0	821.1
1990	58.3	42.9	58.6	41.1	56.7	80.8	99.8	108.1	116.7	62.8	72.1	68.2	866.0
1991	68.7	50.1	38.0	63.6	62.7	89.7	104.5	98.1	97.7	82.1	83.0	53.4	891.5
1992	52.5	47.6	46.8	53.1	63.1	74.8	92.2	87.1	88.3	76.9	77.2	65.4	824.9

Fuente: Elaboración propia

b) Método Penman-Monteith

La ETPmax se determinó en el mes de agosto del año 1982 con 161.5 mm y la ETPmin se obtuvo en el mes de febrero del año 1975 con 62.7 mm, la ETP promedio para el periodo de estudio fue de 105.5 mm mes^{-1}, la ETP promedio anual es de 1266.6 mm conforme se presenta en la Tabla 30.

Tabla N° 30 Valores de ETo mm mes-1, método de Método Penman-Monteith

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1972	88.0	78.5	83.5	82.8	92.3	94.3	118.3	125.4	117.1	114.9	106.7	100.2	1202.1
1973	87.4	78.0	89.9	81.4	92.1	92.5	112.9	121.0	112.7	101.8	96.7	98.2	1164.6
1974	91.9	69.4	87.7	95.5	109.3	80.8	119.1	137.2	108.4	112.0	99.1	98.8	1209.4
1975	94.9	62.7	79.7	75.6	76.2	88.8	99.1	107.7	111.6	106.1	106.9	115.5	1124.8
1976	77.4	71.1	85.4	87.0	98.9	103.9	153.7	126.0	135.3	123.9	114.5	107.9	1284.9
1977	79.6	77.2	90.4	82.4	101.5	106.4	131.7	129.6	140.5	129.7	115.0	113.7	1297.7
1978	105.8	89.5	93.5	80.7	99.1	115.9	120.7	155.9	119.0	139.4	114.2	101.9	1335.5
1979	84.9	83.2	76.9	91.1	102.6	122.7	130.2	131.3	114.0	131.8	137.4	124.9	1331.1
1980	115.0	74.4	102.4	96.3	99.5	122.4	130.4	141.2	143.0	110.7	99.2	105.3	1339.8
1981	94.8	71.5	88.8	82.3	104.1	109.4	147.4	138.3	147.9	112.3	114.9	98.0	1309.8
1982	96.7	89.1	88.7	101.9	94.7	121.9	138.6	161.5	122.5	109.5	106.4	86.9	1318.5
1984	103.3	69.4	77.3	77.0	88.2	85.1	107.0	136.3	113.4	102.6	104.8	100.7	1165.0
1985	77.4	91.9	97.8	94.2	100.4	127.8	132.6	131.1	127.9	128.4	127.2	103.7	1340.4
1986	82.5	72.4	96.7	75.5	96.0	124.5	151.0	135.6	146.7	124.8	114.5	99.9	1320.0
1987	82.4	90.5	89.3	83.4	109.2	136.4	113.8	146.4	126.7	121.0	111.7	112.4	1323.1
1988	75.7	70.5	105.7	80.3	92.3	116.5	135.8	137.4	117.9	117.2	94.6	97.6	1241.5
1989	76.1	63.3	78.0	86.5	101.3	94.4	134.1	129.7	116.4	99.8	130.3	118.0	1227.8
1990	96.0	71.5	99.2	71.9	91.3	106.7	127.7	145.6	145.3	103.3	105.8	108.6	1272.9
1991	105.5	79.1	74.7	94.6	95.8	111.7	132.4	145.6	129.0	120.0	113.7	89.7	1291.9
1992	84.0	73.9	87.1	75.0	80.2	106.4	131.1	139.5	114.3	129.2	107.8	101.9	1230.4

Fuente: Elaboración propia

c) Método de Thornthwaite

La ETPmax se determinó en el mes de marzo del año 1973 con 70.6 mm y la ETPmin se obtuvo en el mes de febrero del año 1976 con 52.1 mm, la ETP promedio para el periodo de estudio fue de 62.15 mm mes^{-1}, la ETP promedio anual es de 744.7 mm conforme se detalla en la Tabla 31.

Tabla N° 31 Valores de ETo mm mes-1, método de Thornthwaite

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1972	60.9	59.4	63.1	61.2	62.6	57.0	60.0	61.5	61.1	65.9	64.1	67.5	744.1
1973	70.3	60.9	70.6	62.2	63.0	56.3	59.2	59.4	55.8	58.7	59.8	57.1	733.3
1974	60.6	54.4	60.3	63.2	63.4	57.6	56.4	62.0	58.3	62.6	61.5	63.9	724.2
1975	65.6	57.8	64.9	61.5	59.9	57.6	56.2	60.2	57.8	59.0	57.4	58.6	716.3
1976	57.7	52.1	63.3	58.4	62.4	58.4	62.0	61.9	64.0	63.5	63.3	67.6	734.4
1977	65.4	60.3	67.4	59.5	62.1	57.7	60.6	57.2	62.7	64.0	61.3	66.6	744.7
1978	65.3	63.2	62.4	59.7	62.3	57.8	63.6	62.3	60.1	62.6	63.1	63.2	745.4
1979	60.2	56.9	63.7	63.9	62.6	58.4	59.3	62.6	61.0	63.2	60.9	64.5	737.2
1980	66.7	53.5	69.0	63.7	66.8	64.6	62.2	63.7	61.1	62.7	57.9	63.6	755.4
1981	61.8	58.4	64.6	62.7	62.5	59.0	61.1	60.4	62.5	63.2	60.9	65.8	742.9
1982	61.7	60.2	64.3	62.1	62.2	61.7	61.1	65.5	61.9	63.8	65.6	67.8	757.7

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1984	62.4	58.5	61.8	61.1	61.9	58.4	58.7	61.7	60.4	63.2	57.9	64.8	730.9
1985	57.3	57.7	65.2	61.7	60.6	62.2	59.8	61.3	60.9	63.1	61.4	64.1	735.2
1986	64.1	56.1	63.4	61.2	62.9	59.4	63.4	63.0	63.8	62.9	62.5	65.5	748.2
1987	65.7	62.4	65.1	63.1	63.3	63.7	60.5	64.3	63.3	64.2	63.4	66.9	765.9
1988	64.8	62.2	67.0	61.9	64.9	58.9	59.8	61.5	60.6	63.4	59.8	61.1	745.8
1989	63.1	55.2	60.6	63.3	62.3	59.9	60.2	62.6	60.4	64.5	65.0	65.8	742.8
1990	67.8	57.9	69.8	61.6	63.3	60.7	61.6	63.7	62.7	61.1	63.8	65.3	759.4
1991	67.5	61.0	65.6	64.9	65.4	64.5	62.3	62.5	62.5	63.4	61.7	63.4	764.4
1992	66.7	62.4	70.3	68.2	64.5	62.7	59.9	63.3	59.5	64.5	60.9	61.9	764.9

Fuente: Elaboración propia

Capítulo IV: Modelamiento de la sub cuenca del río Bigote hasta la estación barrios

Con la finalidad de determinar los caudales promedios mensuales en la subcuenca del río Bigote hasta la estación barrios, se emplearán los modelos hidrológicos precipitación escorrentía que a continuación se presentan.

4.1 Modelo Lutz Scholz

La precipitación total mensual consistente y homogénea en la cuenca de recepción, se detalla en la Tabla 32, según se calcula en el Anexo D.

Tabla N° 32 Precipitación total mensual (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1972	67.4	81.0	531.2	113.7	58.8	22.7	5.2	14.1	7.5	7.9	33.2	83.6	1026.3
1973	115.3	235.1	233.1	184.8	47.5	18.1	4.5	8.2	22.8	8.0	12.2	59.6	949.2
1974	48.2	164.7	86.0	53.4	11.5	24.8	7.5	11.6	14.8	26.9	24.7	23.1	497.2
1975	48.3	219.4	278.5	120.7	65.9	25.2	13.1	35.3	3.4	64.2	11.3	8.4	893.7
1976	189.7	211.8	218.7	109.8	31.6	4.9	0.6	4.8	6.2	4.9	6.5	47.7	837.2
1977	120.1	195.7	215.8	138.6	14.7	21.7	0.3	1.0	14.7	7.7	7.8	38.5	776.6
1978	20.9	82.6	129.1	74.9	51.3	1.6	5.3	0.9	5.8	7.3	3.2	11.8	394.7
1979	92.7	86.2	268.2	93.1	26.0	1.6	0.6	15.9	15.7	1.5	1.2	4.7	607.4
1980	33.5	70.2	106.4	105.6	25.5	0.7	1.0	1.4	0.3	41.6	54.1	51.7	492.0
1981	36.5	132.8	310.7	90.6	16.5	7.6	2.5	7.2	0.0	32.4	17.2	50.6	704.6
1982	64.3	88.0	27.1	99.9	40.3	1.4	1.7	0.0	7.7	65.6	66.7	333.1	795.8
1984	86.9	340.1	235.8	113.6	35.0	18.8	17.1	3.8	19.5	55.5	25.2	29.9	981.2
1985	75.0	55.3	107.5	23.1	39.7	0.5	0.2	7.4	1.7	16.0	4.4	62.9	393.7

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1986	106.1	119.0	45.5	159.8	23.6	0.0	0.2	9.0	5.4	14.4	29.9	83.1	596.0
1987	148.5	103.9	264.9	125.5	20.5	1.2	16.2	9.4	2.1	17.7	28.4	9.7	748.0
1988	137.1	131.7	23.1	95.2	46.3	1.8	0.5	1.3	7.7	11.2	36.6	31.0	523.5
1989	205.6	223.0	327.5	114.4	11.1	7.9	1.0	4.1	15.4	59.0	0.8	6.1	975.9
1990	24.7	82.7	104.3	137.3	44.6	10.3	4.8	1.2	0.5	35.4	46.5	51.4	543.7
1991	17.6	100.4	255.7	52.3	17.7	6.7	2.1	1.7	1.9	16.0	13.5	52.9	538.5
1992	51.8	93.4	231.5	213.4	89.8	16.3	2.2	10.2	17.4	17.6	25.8	43.6	813.0
Prom	84.5	140.9	200.0	111.0	35.9	9.7	4.3	7.4	8.5	25.5	22.5	54.2	704.4

Fuente: Elaboración propia

4.1.1 Cálculo de la precipitación efectiva

La precipitación promedio mensual es de 58.7 mm, se utilizó la ecuación 61 y 62 descrita en el ítem 2.1, para el cálculo de la precipitación efectiva**,** por el método de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación) y así poder generar los caudales medios mensuales en la subcuenca Bigote, los valores de la precipitación efectiva se presentan en la Tabla 33.

Tabla N° 33 Valores de Precipitación efectiva mensual (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1972	30.4	39.8	400.0	66.0	25.3	3.6	0.0	2.0	0.0	0.0	9.9	41.9	619.0
1973	67.2	163.1	161.5	122.8	18.5	2.0	0.0	0.0	3.7	0.0	2.0	25.8	567.0
1974	18.9	106.8	43.8	22.0	2.0	4.9	0.0	2.0	2.0	6.1	4.8	3.9	217.0
1975	19.0	150.5	197.8	71.6	29.5	5.1	2.0	11.2	0.0	28.5	2.0	0.0	517.0
1976	126.8	144.4	150.0	62.8	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.6	512.0
1977	71.1	131.6	147.6	85.9	2.0	3.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	13.1	456.0
1978	2.5	41.1	78.3	34.9	20.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	180.0
1979	49.2	44.0	189.6	49.5	5.6	0.0	0.0	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	342.0
1980	10.1	32.1	60.1	59.5	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	22.5	21.0	226.0
1981	11.9	81.2	223.6	47.5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.4	2.0	20.4	398.0
1982	28.6	45.4	6.3	54.9	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	29.4	30.0	241.5	450.0
1984	44.5	247.1	163.6	65.9	11.0	2.0	2.0	0.0	2.0	23.3	5.1	7.9	574.0
1985	35.0	23.2	61.0	3.9	13.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	27.7	167.0
1986	59.9	70.2	17.3	102.8	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	7.9	41.5	306.0
1987	93.8	58.1	186.9	75.4	2.3	0.0	2.0	0.0	0.0	2.0	7.0	0.0	428.0
1988	84.7	80.4	3.9	51.2	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	12.0	8.6	260.0
1989	139.5	153.4	237.0	66.5	2.0	0.0	0.0	0.0	2.0	25.4	0.0	0.0	626.0
1990	4.8	41.2	58.4	84.8	16.8	2.0	0.0	0.0	0.0	11.2	17.9	20.8	258.0
1991	2.0	55.3	179.6	21.4	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	21.7	286.0
1992	21.1	49.7	160.2	145.7	46.8	2.0	0.0	2.0	2.0	2.0	5.5	16.2	453.0
Prom	46.1	87.9	136.3	64.8	11.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.3	3.5	22.5	377.9

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Cálculo del coeficiente de agotamiento

La subcuenca del río Bigote presenta una vegetación mezclada de pastos, bosques y terrenos cultivados. Se utilizará el valor de 0.026 como constante en la ecuación 67.

$a = - 0.00252 \text{ Ln } (A) + 0.026$

Donde :
a coeficiente de agotamiento.
A área de la subcuenca (km^2). $A = 418 \text{ km}^2$ $a = 0.0108$

4.1.3 Cálculo del abastecimiento de la retención

Para calcular el abastecimiento de la retención total de la cuenca, Ri, empleamos la ecuación 64.

$Ai = PEi - CMi$ y $Ai = R$

Dado que en la subcuenca del rio Bigote se da la estacionalidad, y en los meses de octubre a marzo existe abastecimiento y no gasto de la retención, por lo tanto Gi = 0. Por lo tanto el abastecimiento de la retención Ai, es lo que puede escurrir PEi menos lo que ha escurrido CMi, los caudales registrados en la estación barrios se presentan en la Tabla 34 en m^3/seg y en la Tabla 35 en mm/mes.

Tabla N° 34 Caudales medios mensuales estación barrios (m^3/seg)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	2.8	7.6	38.2	23.5	7.4	4.8	3.0	1.5	0.8	0.7	0.5	1.5
1973	4.9	44.7	28.2	26.8	9.3	4.5	2.6	2.0	1.0	0.6	0.8	0.9
1974	1.8	6.1	8.4	1.7	1.0	0.9	0.8	0.7	0.3	0.3	0.3	0.8
1975	2.6	8.5	18.9	16.1	6.4	3.1	1.5	1.1	1.2	0.9	0.9	0.7
1976	5.5	24.2	39.5	24.0	9.6	4.7	2.3	1.4	0.9	0.9	0.8	1.2
1977	3.6	13.5	18.5	22.4	7.8	2.1	1.9	0.9	0.6	0.5	0.5	0.5
1978	0.7	1.6	4.9	7.9	3.3	1.3	0.4	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1
1979	1.3	2.8	15.6	7.0	2.7	0.6	0.5	0.3	0.4	0.2	0.2	0.1
1980	0.1	1.1	1.7	3.3	1.9	0.7	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6
1981	0.3	3.2	21.1	6.0	1.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0
1982	0.4	1.4	0.9	2.8	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.8	19.5
1983	47.9	59.4	89.7	95.0	95.5	49.2	19.4	5.2	2.3	2.2	1.3	3.6
1984	6.4	33.8	40.0	24.2	11.1	6.5	3.4	2.8	1.7	1.6	1.2	1.8
1985	4.0	3.9	9.6	5.4	2.1	1.0	0.7	0.8	0.4	0.4	0.2	0.5
1986	3.1	9.1	9.4	10.6	4.6	0.9	0.5	0.3	0.3	0.2	0.4	0.9
1987	3.5	5.9	29.2	22.7	14.1	4.5	1.9	1.2	0.8	0.4	0.4	0.3
1988	2.2	6.9	3.8	3.2	1.4	0.7	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3
1989	5.4	41.6	57.1	34.1	10.6	3.7	2.5	1.2	0.7	1.0	0.8	0.5
1990	0.8	2.5	2.3	4.3	2.3	0.8	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
1991	0.2	3.3	19.0	9.0	2.1	0.7	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1992	1.9	12.7	32.2	27.5	14.7	5.0	1.8	1.1	0.9	0.7	0.5	0.6
Prom	4.7	14.0	23.2	18.0	10.0	4.6	2.1	1.1	0.6	0.5	0.5	1.7
Qmáx	47.9	59.4	89.7	95.0	95.5	49.2	19.4	5.2	2.3	2.2	1.3	19.5
Qmín	0.1	1.1	0.9	1.7	0.5	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Proyecto Especial Chira Piura

Tabla N° 35 Caudales medios mensuales estación barrios (mm/mes)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	17.6	45.5	244.8	145.8	47.3	29.9	19.3	9.5	5.2	4.4	3.2	9.7
1973	31.3	258.6	180.7	166.2	59.7	27.9	16.5	12.6	6.2	4.1	4.9	5.5
1974	11.2	35.4	53.7	10.7	6.7	5.3	5.3	4.6	2.0	1.9	2.1	5.2
1975	16.9	49.4	121.4	100.1	40.8	19.4	9.4	6.8	7.4	5.9	5.8	4.4
1976	35.1	145.2	252.9	148.8	61.2	29.0	14.4	9.2	5.9	5.6	5.1	7.8
1977	23.2	78.3	118.7	138.7	49.9	13.1	12.1	6.0	3.8	3.4	3.0	3.1
1978	4.7	9.4	31.2	49.2	21.4	7.9	2.9	2.4	0.9	0.9	0.6	0.6
1979	8.5	16.4	99.9	43.4	17.2	3.8	2.9	1.9	2.2	1.2	1.4	0.6
1980	0.4	6.8	10.9	20.4	12.2	4.2	1.4	0.6	0.0	0.0	0.0	4.1
1981	2.1	18.5	135.5	37.5	11.2	3.3	2.4	1.8	1.2	0.7	0.0	0.0
1982	2.8	8.3	5.6	17.1	3.1	1.3	1.2	0.9	0.6	0.8	4.9	125.1
1984	41.3	202.7	256.5	150.3	71.1	40.2	21.7	17.8	10.8	10.3	7.5	11.3
1985	25.4	22.5	61.2	33.4	13.7	6.5	4.4	4.9	2.6	2.3	1.4	3.1
1986	19.9	52.5	60.1	65.8	29.3	5.8	3.0	1.9	1.6	1.6	2.4	5.8
1987	22.5	34.2	187.0	140.9	90.3	28.2	12.0	7.9	4.8	2.3	2.2	2.1
1988	14.0	41.5	24.3	19.5	8.8	4.4	2.5	1.9	1.7	1.0	1.3	1.7
1989	34.8	240.8	365.6	211.2	67.7	22.7	16.1	8.0	4.2	6.7	4.8	3.5
1990	5.1	14.6	15.0	26.7	14.5	5.2	2.4	1.3	0.6	0.5	0.5	0.8
1991	1.0	19.3	121.7	55.7	13.2	4.3	2.5	1.6	1.1	0.8	0.6	0.6
1992	11.9	76.4	206.1	170.3	94.2	31.2	11.7	6.9	5.5	4.4	3.1	4.2
Prom	16.5	68.8	127.6	87.6	36.7	14.7	8.2	5.4	3.4	2.9	2.7	10.0

Fuente: Elaboración propia

Con los promedios mensuales de la precipitación efectiva menos los promedios mensuales de los caudales medios mensuales de la estación barrios determinamos el abastecimiento de la retención mensual conforme se detalla en la Tabla 36.

Tabla N° 36 Cálculo de la retención mensual (mm/mes)

(mm/mes)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
CM	16.5	68.8	127.6	87.6	36.7	14.7	8.2	5.4	3.4	2.9	2.7	10.0
PE	46.0	87.9	136.3	64.8	12.5	1.2	0.3	1.0	0.8	8.0	6.5	26.6
Ai	-29.6	-19.1	-8.7							-5.1	-3.8	-16.7

Fuente: Elaboración propia

De donde obtenemos que R es la sumatoria de los Ai obtenidos y es igual a 82.9 mm/año.

Aplicando la ecuación 71, obtenemos los coeficientes de abastecimiento:

$$a_i = \frac{A_i}{R}$$

Tabla N° 37 valores de coeficiente de agotamiento a_i

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
ai	0.36	0.23	0.10							0.06	0.05	0.20

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Cálculo del gasto de la retención (Gi)

Se realiza el cálculo para los meses de abril a septiembre con la ecuación 65, donde:

a es el coeficiente de agotamiento y la calculamos con la ecuación 66 obteniendo el valor de 0.0108.

Para el cálculo de la retención, de los meses de la estación seca (abril – setiembre) se aplica la siguiente relación:

$$gi = e^{-a * t}$$

gi = Relación de descarga del mes actual y del mes anterior
t = número de orden de los meses de la estación seca a partir de su inicio.

Para el cálculo del gasto de la retención, de los meses de la estación seca (abril - Setiembre) se aplica la siguiente relación:

$$Gi = \left(\frac{g_i}{\sum g_i}\right) * R \qquad (113)$$

Gi = Gasto de retención mensual (mm/mes)

En la Tabla 38 se pueden apreciar los valores del gasto de la retención mensual.

Tabla N° 38 Valores del gasto de retención mensual (mm/mes)

i	**gi**	**Gi**
1	0.7235	26.8
2	0.5234	19.4
3	0.3786	14.0
4	0.2739	10.1
5	0.1982	7.3
6	0.1434	5.3
suma	2.241	82.9

Fuente: Elaboración propia

4.1.5 Cálculo de la aportación año promedio

En la Tabla 39 se puede observar el cálculo del caudal de aportación para el año promedio.

Tabla N° 39 Caudal de aportación año promedio

Días	Mes	Precipitación media (mm)		Contribución de la retención		Caudal de aportación	
		Mensual	Efectiva	Gasto Gi (mm/mes)	Abastecimiento Ai (mm/mes)	CMi (mm/mes)	Qi (m^3/mes)
31	ENE	84.5	46.0		-29.6	75.6	11.8
28	FEB	140.9	87.9		-19.1	107.0	18.5
31	MAR	200.0	136.3		-8.7	145.0	22.6
30	ABR	111.0	64.8	26.8		91.5	14.8
31	MAY	35.9	12.5	19.4		31.9	5.0
30	JUN	9.7	1.2	14.0		15.2	2.5
31	JUL	4.3	0.3	10.1		10.4	1.6
31	AGO	7.4	1.0	7.3		8.3	1.3
30	SET	8.5	0.8	5.3		6.1	1.0
31	OCT	25.5	8.0		-5.1	13.1	2.0
30	NOV	22.5	6.5		-3.8	10.3	1.7
31	DIC	54.2	26.6		-16.7	43.3	6.8
TOTAL		704.4	392.0	82.9	-82.9	557.8	89.5

Fuente: Elaboración propia

Con los valores de obtenidos de caudal del mes, caudal del mes anterior y precipitación efectiva, se construye la Tabla 40, que nos permitirá determinar los valores del caudal base, constantes de regresión, desviación estándar y coeficiente de regresión, para efectuar la generación de caudales mensuales.

Tabla N° 40 Valores de Y, X1 y X2

Y	**X1**	**X2**
Qt (mm)	**Qt-1(mm)**	**PEt (mm)**
75.6	43.3	46.0
107.0	75.6	87.9
145.0	107.0	136.3
91.5	145.0	64.8
31.9	91.5	12.5
15.2	31.9	1.2
10.4	15.2	0.3
8.3	10.4	1.0
6.1	8.3	0.8
13.1	6.1	8.0
10.3	13.1	6.5
43.3	10.3	26.6
557.8	557.8	392.0

Fuente: Elaboración propia

4.1.5 Generación de caudales mensuales

La generación de caudales mensuales de la subcuenca en el punto de interés, se calcula mediante el modelo hidrológico que consiste en una combinación de un proceso MARKOVIANO de primer orden con una variable de impulso, que en este caso es la PRECIPITACION EFECTIVA, la ecuación es la siguiente:

$$Qt = B1 + (B2 * Qt\text{-}1) + (B3 * PEt) + (S * (1 - R2)1/2 * Z) \qquad (114)$$

Qt	caudal del mes t (mm/mes).
Qt-1	caudal del mes anterior (mm/mes).
Pet	precipitación efectiva del mes t (mm).
B1	factor constante (caudal base).
B2, B3	constante de la regresión.
S	desviación estándar.
R	coeficiente de regresión.
Z	variable aleatorio con media = 0 y variancia 2.

Los valores B1, B2, B3, S y R, se determinan a partir de la ecuación de regresión lineal múltiple con los valores de Qt, Qt-1 y Pet, mostrados en el Tabla 40, empleando Excel calculamos los valores de:

B1 = 8.957
B2 = 0.1303
B3 = 0.9633
S = 7.653
R = 0.9891

Con los valores obtenidos conformamos la ecuación general (115) para generar los caudales mensuales en la subcuenca del río Bigote, siendo la siguiente:

$$Qt = 8.957 + (0.1303 * Qt\text{-}1) + (0.9633 * PEt) + (1.126 * Z) \qquad (115)$$

4.1.6 Generación de números aleatorios normales

Los números aleatorios normales se han obtenido con Excel, con Media = 0 y Variancia = 1, cuyos valores se muestran en la Tabla 41.

Tabla N° 41 Valores de Números aleatorios

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1972	0.8	-0.2	0.2	0.3	0.7	-0.3	-1.2	0.1	1.8	1.6	0.9	0.2
1973	-1.7	1.8	-1.6	0.2	-0.5	2.3	0.0	1.5	-0.4	0.6	1.3	-1.2
1974	-0.5	-2.6	0.2	0.8	-1.3	0.8	-1.8	-0.6	-0.4	1.2	-0.5	0.1
1975	0.2	1.2	-0.5	0.5	0.8	0.3	-0.6	0.9	-1.4	-2.0	0.4	0.8
1976	-0.6	0.3	0.0	-2.3	-1.5	-0.2	1.5	0.5	-1.9	0.2	0.4	0.0
1977	0.9	-0.5	0.1	0.3	-0.3	-3.1	0.2	-0.2	0.9	-0.6	0.2	-0.8
1978	-0.3	-0.1	0.9	-0.9	0.1	-0.9	0.7	-1.5	0.0	-0.7	-1.4	-0.1

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1979	-1.1	0.9	0.6	-0.5	0.1	1.1	-1.1	1.3	-0.1	-1.2	-0.5	-0.2
1980	0.2	-1.5	0.7	0.0	-1.5	1.6	-1.2	-2.2	-1.0	-0.1	0.3	-0.1
1981	-0.2	0.5	1.3	-2.7	-0.2	1.1	0.0	0.9	-1.0	-0.6	0.0	0.0
1982	0.1	-1.1	0.3	0.2	0.1	0.9	0.0	-0.3	-1.1	0.8	1.4	0.3
1984	2.2	-1.0	-0.7	-0.7	-1.4	-1.2	0.2	-2.0	0.8	0.5	1.4	-0.4
1985	1.8	1.4	0.9	-0.7	0.9	2.1	0.9	2.1	-1.0	-1.8	-0.1	0.7
1986	0.3	-1.7	0.2	-0.5	0.7	-0.5	2.8	-0.6	-0.6	-1.2	0.3	-1.2
1987	0.2	-0.9	0.0	1.7	0.5	-0.8	1.4	-1.5	0.3	-0.9	0.8	0.4
1988	1.0	-1.1	-0.1	0.2	-0.8	0.2	0.7	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.7
1989	0.3	-1.4	0.5	0.6	0.3	1.5	-0.7	-1.5	0.5	2.3	0.9	1.8
1990	-0.8	-0.8	-0.6	-0.9	-0.3	1.3	3.0	0.0	1.4	0.8	0.1	-0.7
1991	1.5	-0.8	-0.3	0.8	-1.0	1.8	0.4	-0.5	0.2	-1.3	-0.1	0.6
1992	0.9	0.2	-0.6	0.5	1.3	-1.1	1.2	-0.2	0.0	0.2	0.5	2.5
										Media		0
										Desvest		1

Fuente: Elaboración propia

4.1.7 Generación de caudales medios mensuales

Empleando la ecuación (110) y los números aleatorios normales del Tabla 41, determinados con Media = 0 y Variancia = 1; generamos los caudales mensuales en la subcuenca Bigote (mm/mes), descritos en la Tabla 42 y 43.

Tabla N° 42 Generación de caudales mensuales (mm/mes)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
												43.3	
1972	44.9	52.9	401.3	125.1	50.5	18.6	10.0	12.3	12.6	12.3	21.1	52.3	814.0
1973	78.6	178.3	185.9	151.7	46.0	19.5	11.5	12.1	13.6	11.4	13.9	34.2	756.8
1974	31.1	112.9	66.1	39.7	14.6	16.4	9.1	11.4	11.9	17.8	15.4	14.8	361.0
1975	29.4	159.1	219.6	107.1	52.3	21.0	13.0	22.4	10.2	35.5	16.0	12.0	697.6
1976	131.9	165.6	174.9	89.7	27.6	12.3	12.3	11.1	8.3	10.2	10.7	28.3	682.9
1977	82.1	145.9	170.4	114.2	25.4	11.7	10.8	10.2	13.2	10.0	10.5	22.0	626.4
1978	13.9	50.2	92.0	53.6	36.0	12.7	11.4	8.8	10.1	9.5	8.6	11.9	318.7
1979	56.6	59.7	200.0	82.1	25.2	13.5	9.5	13.6	12.5	9.2	9.6	10.0	501.4
1980	20.3	40.9	73.0	75.8	22.2	13.7	9.4	7.7	8.9	24.4	34.1	33.5	363.7
1981	24.6	91.0	237.7	82.6	21.4	13.0	10.7	11.3	9.3	18.5	13.3	30.3	563.8
1982	40.5	56.8	22.8	65.0	31.2	14.0	10.8	10.0	9.1	39.4	44.6	247.7	591.7
1984	86.6	257.1	199.3	97.5	30.7	13.5	12.9	8.4	12.8	33.6	19.9	18.8	791.2
1985	47.2	39.0	73.8	21.5	26.1	14.8	11.9	12.9	9.5	10.1	10.2	37.7	314.8
1986	71.9	84.0	36.7	112.2	28.3	12.0	13.7	10.1	9.6	10.8	18.4	49.9	457.8
1987	106.0	77.8	199.1	109.4	25.9	11.4	14.0	9.1	10.5	11.2	18.1	11.7	604.3

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1988	93.2	97.3	25.3	61.7	33.2	13.5	11.5	9.9	9.6	11.5	21.3	19.2	407.1
1989	146.2	174.2	260.5	107.6	25.3	13.9	10.0	8.6	12.5	37.6	14.9	12.9	824.2
1990	14.4	49.6	71.1	99.0	37.7	17.3	14.6	10.8	12.0	22.3	29.2	32.0	409.8
1991	16.7	63.5	189.9	55.2	16.9	13.2	11.1	9.8	10.5	10.7	12.1	32.1	441.9
1992	34.4	61.6	170.7	172.1	77.9	19.8	12.9	12.3	12.5	12.7	16.4	29.5	633.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 43 Caudales generados en (m3/s)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
1972	7.0	9.1	62.6	20.2	7.9	3.0	1.6	1.9	2.0	1.9	3.4	8.2	10.7
1973	12.3	30.8	29.0	24.5	7.2	3.1	1.8	1.9	2.2	1.8	2.2	5.3	10.2
1974	4.8	19.5	10.3	6.4	2.3	2.6	1.4	1.8	1.9	2.8	2.5	2.3	4.9
1975	4.6	27.5	34.3	17.3	8.2	3.4	2.0	3.5	1.7	5.5	2.6	1.9	9.4
1976	20.6	28.6	27.3	14.5	4.3	2.0	1.9	1.7	1.3	1.6	1.7	4.4	9.2
1977	12.8	25.2	26.6	18.4	4.0	1.9	1.7	1.6	2.1	1.6	1.7	3.4	8.4
1978	2.2	8.7	14.4	8.6	5.6	2.0	1.8	1.4	1.6	1.5	1.4	1.9	4.3
1979	8.8	10.3	31.2	13.2	3.9	2.2	1.5	2.1	2.0	1.4	1.6	1.6	6.7
1980	3.2	7.1	11.4	12.2	3.5	2.2	1.5	1.2	1.4	3.8	5.5	5.2	4.8
1981	3.8	15.7	37.1	13.3	3.3	2.1	1.7	1.8	1.5	2.9	2.1	4.7	7.5
1982	6.3	9.8	3.6	10.5	4.9	2.3	1.7	1.6	1.5	6.1	7.2	38.7	7.8
1984	13.5	44.4	31.1	15.7	4.8	2.2	2.0	1.3	2.1	5.2	3.2	2.9	10.7
1985	7.4	6.7	11.5	3.5	4.1	2.4	1.9	2.0	1.5	1.6	1.6	5.9	4.2
1986	11.2	14.5	5.7	18.1	4.4	1.9	2.1	1.6	1.5	1.7	3.0	7.8	6.1
1987	16.5	13.4	31.1	17.6	4.0	1.8	2.2	1.4	1.7	1.8	2.9	1.8	8.0
1988	14.5	16.8	3.9	10.0	5.2	2.2	1.8	1.5	1.6	1.8	3.4	3.0	5.5
1989	22.8	30.1	40.7	17.4	3.9	2.2	1.6	1.3	2.0	5.9	2.4	2.0	11.0
1990	2.2	8.6	11.1	16.0	5.9	2.8	2.3	1.7	1.9	3.5	4.7	5.0	5.5
1991	2.6	11.0	29.6	8.9	2.6	2.1	1.7	1.5	1.7	1.7	2.0	5.0	5.9
1992	5.4	10.6	26.6	27.8	12.2	3.2	2.0	1.9	2.0	2.0	2.7	4.6	8.4
PROM	9.1	17.4	24.0	14.7	5.1	2.4	1.8	1.7	1.8	2.8	2.9	5.8	7.5
MAX	22.8	44.4	62.6	27.8	12.2	3.4	2.3	3.5	2.2	6.1	7.2	38.7	11.0
MIN	2.2	6.7	3.6	3.5	2.3	1.8	1.4	1.2	1.3	1.4	1.4	1.6	4.2

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 49 se puede observar el comportamiento de los caudales promedio, máximos y mínimos generados, el periodo de estiaje se inicia en junio hasta noviembre, comenzando la época de avenidas en diciembre hasta mayo.

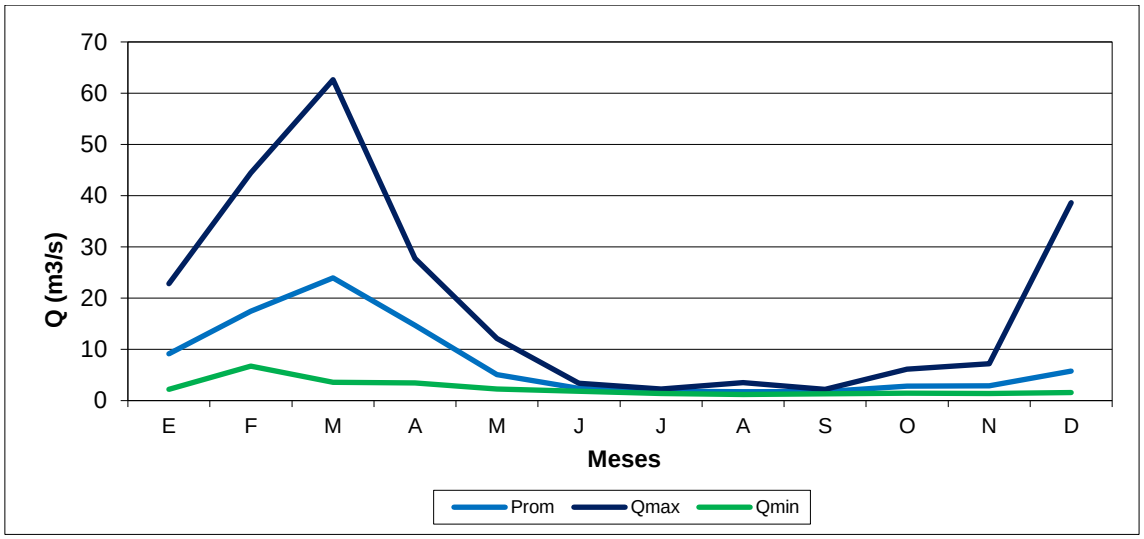


Figura N° 49 Comparación de caudales promedios
Fuente: Elaboración propia

4.1.8 Prueba de T student y Fisher

La bondad del ajuste de los caudales generados con los observados, se lleva a cabo mediante comparación de los promedios y desviaciones tipo de ambos valores siempre y cuando exista dicha información. Se prueba si los promedios salen de la misma población, es decir, son iguales mediante el test de Student.

De manera aleatoria se eligió el periodo 1980-1991, el grupo 1 corresponde a los caudales observados y el grupo 2 a los caudales generados conforme se muestran en las Tablas 44 y 45.

Tabla N° 44 Grupo 1 caudales medios mensuales registrados de un año calendario (m^3/seg)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1980	0.1	1.1	1.7	3.3	1.9	0.7	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.8
1981	0.3	3.2	21.1	6.0	1.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	2.8
1982	0.4	1.4	0.9	2.8	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.8	19.5	2.3
1984	6.4	33.8	40.0	24.2	11.1	6.5	3.4	2.8	1.7	1.6	1.2	1.8	11.2
1985	4.0	3.9	9.6	5.4	2.1	1.0	0.7	0.8	0.4	0.4	0.2	0.5	2.4
1986	3.1	9.1	9.4	10.6	4.6	0.9	0.5	0.3	0.3	0.2	0.4	0.9	3.4
1987	3.5	5.9	29.2	22.7	14.1	4.5	1.9	1.2	0.8	0.4	0.4	0.3	7.1
1988	2.2	6.9	3.8	3.2	1.4	0.7	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	1.6
1989	5.4	41.6	57.1	34.1	10.6	3.7	2.5	1.2	0.7	1.0	0.8	0.5	13.3
1990	0.8	2.5	2.3	4.3	2.3	0.8	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	1.2
1991	0.2	3.3	19.0	9.0	2.1	0.7	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	2.9
MAX	6.4	41.6	57.1	34.1	14.1	6.5	3.4	2.8	1.7	1.6	1.2	19.5	13.3
MIN	0.1	1.1	0.9	2.8	0.5	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
X_1	2.4	10.3	17.6	11.4	4.8	1.8	1.0	0.7	0.4	0.4	0.4	2.2	4.5
S_1	2.3	13.9	18.2	10.7	4.8	2.1	1.1	0.8	0.5	0.5	0.4	5.8	6.0
S_1^2	5.1	192.8	329.7	113.6	22.9	4.3	1.2	0.7	0.2	0.2	0.2	33.1	35.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 45 Grupo 2 caudales medios mensuales generados (m^3/seg)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Promedio
1980	3.2	7.1	11.4	12.2	3.5	2.2	1.5	1.2	1.4	3.8	5.5	5.2	4.8
1981	3.8	15.7	37.1	13.3	3.3	2.1	1.7	1.8	1.5	2.9	2.1	4.7	7.5
1982	6.3	9.8	3.6	10.5	4.9	2.3	1.7	1.6	1.5	6.1	7.2	38.7	7.8
1984	13.5	44.4	31.1	15.7	4.8	2.2	2.0	1.3	2.1	5.2	3.2	2.9	10.7
1985	7.4	6.7	11.5	3.5	4.1	2.4	1.9	2.0	1.5	1.6	1.6	5.9	4.2
1986	11.2	14.5	5.7	18.1	4.4	1.9	2.1	1.6	1.5	1.7	3.0	7.8	6.1
1987	16.5	13.4	31.1	17.6	4.0	1.8	2.2	1.4	1.7	1.8	2.9	1.8	8.0
1988	14.5	16.8	3.9	10.0	5.2	2.2	1.8	1.5	1.6	1.8	3.4	3.0	5.5
1989	22.8	30.1	40.7	17.4	3.9	2.2	1.6	1.3	2.0	5.9	2.4	2.0	11.0
1990	2.2	8.6	11.1	16.0	5.9	2.8	2.3	1.7	1.9	3.5	4.7	5.0	5.5
1991	2.6	11.0	29.6	8.9	2.6	2.1	1.7	1.5	1.7	1.7	2.0	5.0	5.9
MAX	22.8	44.4	40.7	18.1	5.9	2.8	2.3	2.0	2.1	6.1	7.2	38.7	11.0
MIN	2.2	6.7	3.6	3.5	2.6	1.8	1.5	1.2	1.4	1.6	1.6	1.8	4.2
X_2	9.5	16.2	19.7	13.0	4.2	2.2	1.9	1.5	1.7	3.3	3.5	7.5	7.1
S2	6.8	11.4	14.2	4.5	0.9	0.2	0.3	0.2	0.2	1.8	1.7	10.5	5.1
S_2^2	45.9	130.1	201.4	20.7	0.8	0.1	0.1	0.1	0.1	3.2	2.9	110.2	25.7

Fuente: Elaboración propia

Con las ecuación 77 calculamos el t de Student esta prueba se realiza para todos los meses y los resultados se muestran en el Tabla 46.

Tabla N° 46 Resultado de la prueba de t de Student

Prueba	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Promedio
$\hat{t}$	-1.38	-1.03	-1.32	-2.43	-1.03	-2.31	-3.47	-4.13	-8.19	-6.48	-9.95	-1.17	-1.06

Fuente: Elaboración propia

Con la ayuda de tablas para t de Student encontramos el valor:

T tabla (0.05, 10) 1.81

Con los valores encontrados en la tabla 46 podemos observar que los resultados son menores que t de tabla 1.81, donde los promedios salen de la misma población.
Con las varianzas se realizó la prueba de Fisher donde el F calculado es igual a 1.40 y el F Tabla (0.025, 10,10) es 3.72, con lo cual las desviaciones estándar de los caudales generados son estadísticamente iguales a las desviaciones estándar de los caudales observados.

4.1.9 Calibración

Para el proceso de calibración utilizó el año promedio generado y año promedio observado, obtniendo una curva de calibración bastante aceptable con un coeficiente de correlación 0.89 muy bueno, conforme se muestra en la Figuras 50 y 51.

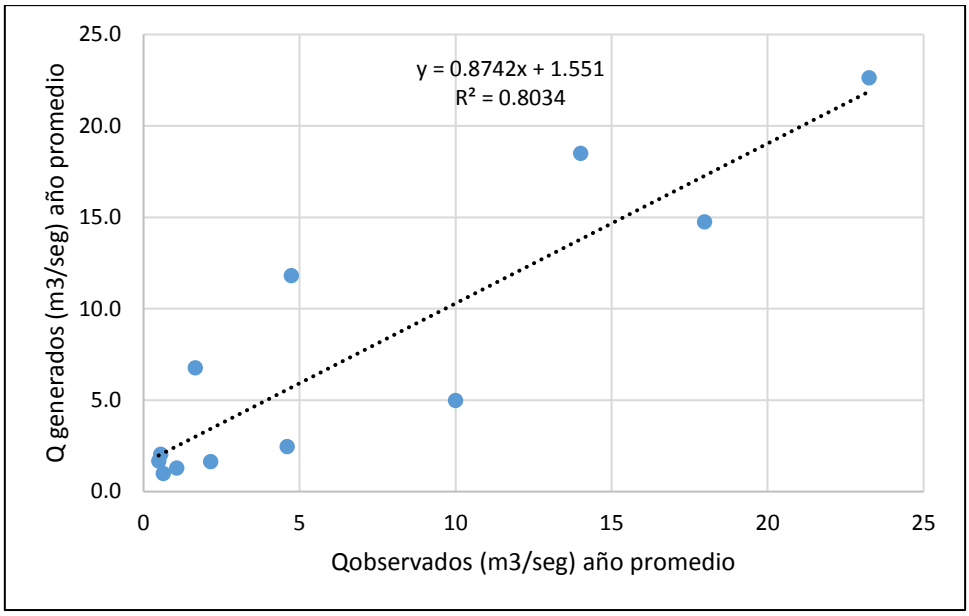


Figura N° 50 Línea de tendencia entre Q generado y observados para año promedio modelo Lutz Scholz
Fuente: Elaboración propia

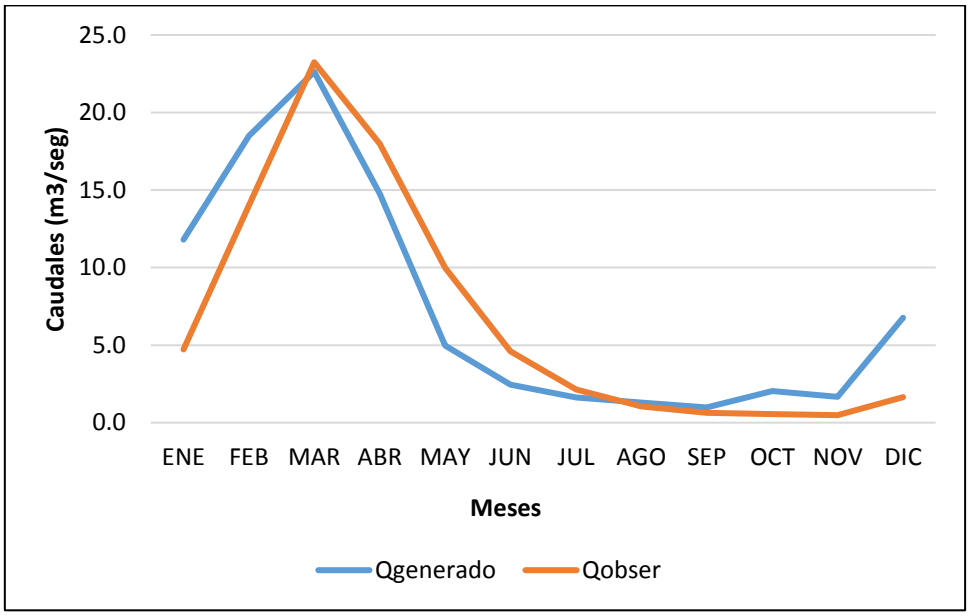


Figura N° 51 Comportamiento entre Q generado y observados para año promedio modelo Lutz Scholz
Fuente: Elaboración propia

4.1.9 Validación

Para la validación se ha tomado el periodo extendido 1972-1992, en el hidrograma de validación que se muestra en la Figura 52, se puede observar que se presentan 4 periodos no satisfactorios que son, marzo 1972, febrero 1973, marzo 1976 y marzo 1987; donde el primer periodo el Qsim 62.6 m^3/s es mayor que el Q observ 38.2 m^3/s, en el segundo periodo el Qsim 30.8 m^3/s es menor que el Qobserv 44.67 m^3/s, en el tercer periodo el Qsim 27.3 m^3/s es menor que el Qobserv 39.474 m^3/s y el cuarto periodo el Qsim 31.1 m^3/s es menor que el Qobserv 57.06 m^3/s , se puede definir que los Qsimulados tienen una buena correlación.

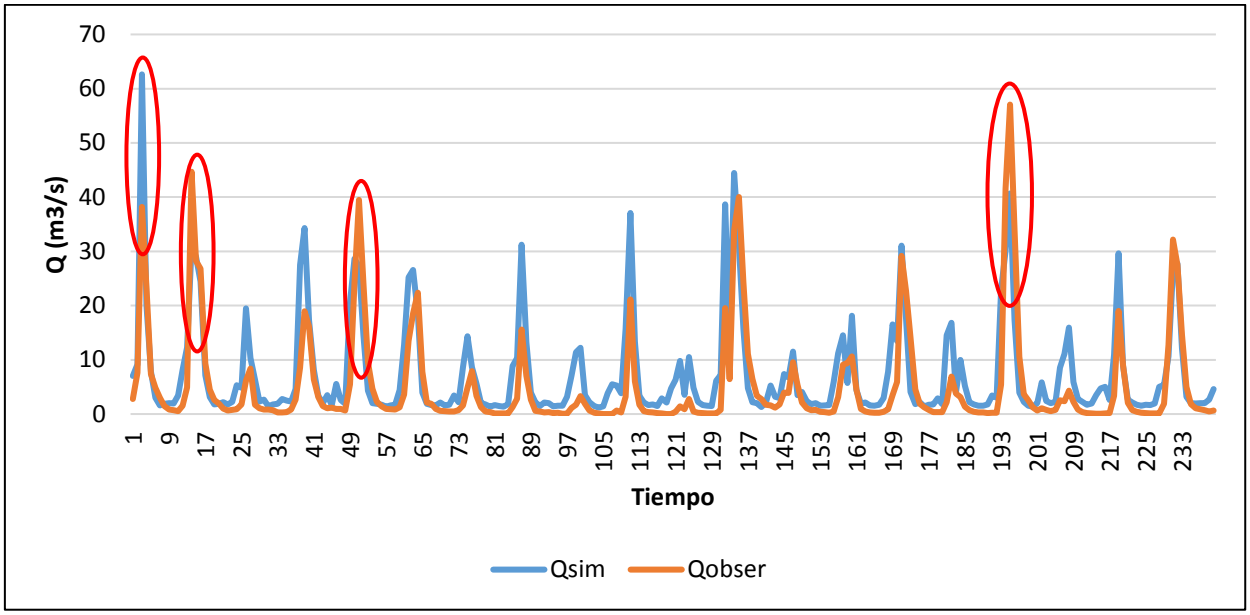


Figura N° 52 Hidrograma de calibración modelo Lutz Scholz
Fuente: Elaboración propia

En el proceso de validación, se obtuvo un coeficiente de determinación R^2 de 0.7097 y un coeficiente de correlación de 0.8424 muy buena, resultado aceptable generando una ecuación de la forma Qsim = 0.8541*Qobser + 3.074, conforme se puede apreciar en la Figura 53.

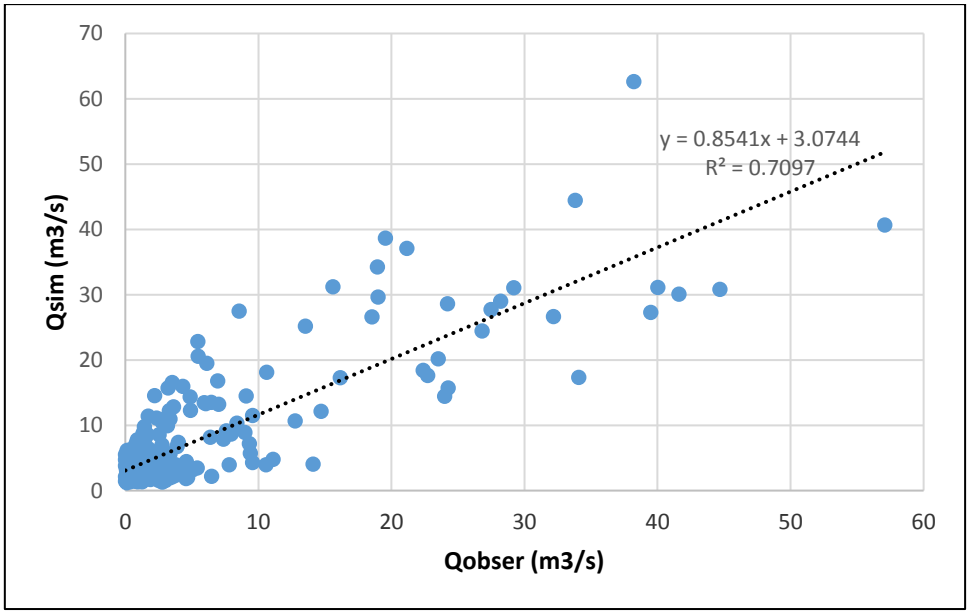


Figura N° 53 Línea de tendencia Qobservados y Qsimulados para el periodo extendido modelo Lutz Sholz
Fuente: Elaboración propia

4.2 Modelo GR2m

Para el desarrollo del modelo GR2m, utilizaremos las hojas excel definidas por (CEMAGREF, 2007).

Para el uso del modelo GR2m, a paso mensual, en el proceso de calibración se utilizó como datos el área de la cuenca de recepción 418 km^2, la precipitación media y evapotranspiración potencial por el método de Penman Monteith y el flujo, conforme se presenta en la Tabla 47, para un periodo de calentamiento de 12 meses y para un periodo de prueba de 119 meses, de los años 1972-1982. Para la calibración del modelo, se usó el programa Solver, incorporado dentro del programa Excel, conforme se muestran en las Tablas que a continuación se detalla:

4.2.1 Calibración

Para el proceso de calibración se usó el periodo 1972-1982. Los datos de entrada se muestran a continuación y en la Tabla 47.

Station name	Sub Cuenca del Río Bigote - Perú

Catchment area (km²)		418.00
Model parameters	Transformed	Real
x1: Capacity of the production store (mm)	5.86	350
x2: Water exchange coefficient (mm)	1.30	1.30

Initial values	
Initial level S0 in prod. store (max.: x1 mm)	174.85
Initial level R0 in routing store (max.: 60 mm)	30

Period	
Length of the warm-up period (months)	12
Length of the test period (months)	119
Start date	01/1973
End date	12/1982

Mean observed rainfall (mm/month)	55.6
Mean observed PE (mm/month)	106.1
Mean observed streamflow (mm/month)	26.3
Mean root square transformed streamflow	3.8
Mean logarithmic transformed streamflow	2.2

Efficiency criteria (%)	
Nash(Q)	80.9

Tabla N° 47 Datos de entrada al modelo para el proceso de calibración

Mes	Precipitación (mm)	ETP (mm)	Flujo (mm)
ene-72	67.4	88.0	17.6
feb-72	81.0	78.5	45.5
mar-72	531.2	83.5	244.8
abr-72	113.7	82.8	145.8
may-72	58.8	92.3	47.3

Mes	Precipitación (mm)	ETP (mm)	Flujo (mm)
jun-72	22.7	94.3	29.9
jul-72	5.2	118.3	19.3
ago-72	14.1	125.4	9.5
sep-72	7.5	117.1	5.2
oct-72	7.9	114.9	4.4
nov-72	33.2	106.7	3.2
dic-72	83.6	100.2	9.7
ene-73	115.3	87.4	31.3
feb-73	235.1	78.0	258.6
mar-73	233.1	89.9	180.7
abr-73	184.8	81.4	166.2
may-73	47.5	92.1	59.7
jun-73	18.1	92.5	27.9
jul-73	4.5	112.9	16.5
ago-73	8.2	121.0	12.6
sep-73	22.8	112.7	6.2
oct-73	8.0	101.8	4.1
nov-73	12.2	96.7	4.9
dic-73	59.6	98.2	5.5
ene-74	48.2	91.9	11.2
feb-74	164.7	69.4	35.4
mar-74	86.0	87.7	53.7
abr-74	53.4	95.5	10.7
may-74	11.5	109.3	6.7
jun-74	24.8	80.8	5.3
jul-74	7.5	119.1	5.3
ago-74	11.6	137.2	4.6
sep-74	14.8	108.4	2.0
oct-74	26.9	112.0	1.9
nov-74	24.7	99.1	2.1
dic-74	23.1	98.8	5.2
ene-75	48.3	94.9	16.9
feb-75	219.4	62.7	49.4
mar-75	278.5	79.7	121.4
abr-75	120.7	75.6	100.1
may-75	65.9	76.2	40.8
jun-75	25.2	88.8	19.4
jul-75	13.1	99.1	9.4
ago-75	35.3	107.7	6.8
sep-75	3.4	111.6	7.4
oct-75	64.2	106.1	5.9

Mes	Precipitación (mm)	ETP (mm)	Flujo (mm)
nov-75	11.3	106.9	5.8
dic-75	8.4	115.5	4.4
ene-76	189.7	77.4	35.1
feb-76	211.8	71.1	145.2
mar-76	218.7	85.4	252.9
abr-76	109.8	87.0	148.8
may-76	31.6	98.9	61.2
jun-76	4.9	103.9	29.0
jul-76	0.6	153.7	14.4
ago-76	4.8	126.0	9.2
sep-76	6.2	135.3	5.9
oct-76	4.9	123.9	5.6
nov-76	6.5	114.5	5.1
dic-76	47.7	107.9	7.8
ene-77	120.1	79.6	23.2
feb-77	195.7	77.2	78.3
mar-77	215.8	90.4	118.7
abr-77	138.6	82.4	138.7
may-77	14.7	101.5	49.9
jun-77	21.7	106.4	13.1
jul-77	0.3	131.7	12.1
ago-77	1.0	129.6	6.0
sep-77	14.7	140.5	3.8
oct-77	7.7	129.7	3.4
nov-77	7.8	115.0	3.0
dic-77	38.5	113.7	3.1
ene-78	20.9	105.8	4.7
feb-78	82.6	89.5	9.4
mar-78	129.1	93.5	31.2
abr-78	74.9	80.7	49.2
may-78	51.3	99.1	21.4
jun-78	1.6	115.9	7.9
jul-78	5.3	120.7	2.9
ago-78	0.9	155.9	2.4
sep-78	5.8	119.0	0.9
oct-78	7.3	139.4	0.9
nov-78	3.2	114.2	0.6
dic-78	11.8	101.9	0.6
ene-79	92.7	84.9	8.5
feb-79	86.2	83.2	16.4
mar-79	268.2	76.9	99.9

Mes	Precipitación (mm)	ETP (mm)	Flujo (mm)
abr-79	93.1	91.1	43.4
may-79	26.0	102.6	17.2
jun-79	1.6	122.7	3.8
jul-79	0.6	130.2	2.9
ago-79	15.9	131.3	1.9
sep-79	15.7	114.0	2.2
oct-79	1.5	131.8	1.2
nov-79	1.2	137.4	1.4
dic-79	4.7	124.9	0.6
ene-80	33.5	115.0	0.4
feb-80	70.2	74.4	6.8
mar-80	106.4	102.4	10.9
abr-80	105.6	96.3	20.4
may-80	25.5	99.5	12.2
jun-80	0.7	122.4	4.2
jul-80	1.0	130.4	1.4
ago-80	1.4	141.2	0.6
sep-80	0.3	143.0	0.0
oct-80	41.6	110.7	0.0
nov-80	54.1	99.2	0.0
dic-80	51.7	105.3	4.1
ene-81	36.5	94.8	2.1
feb-81	132.8	71.5	18.5
mar-81	310.7	88.8	135.5
abr-81	90.6	82.3	37.5
may-81	16.5	104.1	11.2
jun-81	7.6	109.4	3.3
jul-81	2.5	147.4	2.4
ago-81	7.2	138.3	1.8
sep-81	0.0	147.9	1.2
oct-81	32.4	112.3	0.7
nov-81	17.2	114.9	0.0
dic-81	50.6	98.0	0.0
ene-82	64.3	96.7	2.8
feb-82	88.0	89.1	8.3
mar-82	27.1	88.7	5.6
abr-82	99.9	101.9	17.1
may-82	40.3	94.7	3.1
jun-82	1.4	121.9	1.3
jul-82	1.7	138.6	1.2
ago-82	0.0	161.5	0.9

Mes	Precipitación (mm)	ETP (mm)	Flujo (mm)
sep-82	7.7	122.5	0.6
oct-82	65.6	109.5	0.8
nov-82	66.7	106.4	4.9
dic-82	333.1	86.9	125.1

Fuente: Elaboración propia

Para determinar los valores de las variables internas del modelo explicadas en el acápite 2.3.2, S1, P1, S2, S, P2, P3, R1, F, R2, R y el flujo simulado, utilizaremos la hoja excel definida por el (CEMAGREF, 2007), los valores de dichos datos se muestran en la Tabla 48.

Tabla N° 48 Variables internas del modelo proceso calibración

S1	**P1**	**S2**	**S**	**P2**	**P3**	**R1**	**F**	**R2**	**R**	**Simulated flow**
220.4	21.8	152.3	148.3	4.0	25.8	55.8	16.7	72.5	32.8	39.7
207.8	21.5	148.6	145.0	3.6	25.1	57.9	17.4	75.3	33.4	41.9
336.1	340.1	255.0	228.6	26.4	366.5	399.9	120.0	519.8	53.8	466.0
280.8	61.5	206.1	193.7	12.4	73.9	127.7	38.3	166.0	44.1	121.9
230.7	21.8	157.4	152.9	4.5	26.3	70.4	21.1	91.5	36.2	55.3
170.7	4.9	110.8	109.6	1.1	6.0	42.3	12.7	54.9	28.7	26.3
114.3	0.5	63.2	63.1	0.1	0.7	29.3	8.8	38.1	23.3	14.8
76.6	0.6	39.6	39.6	0.0	0.6	23.9	7.2	31.1	20.5	10.6
47.0	0.1	24.9	24.9	0.0	0.1	20.6	6.2	26.8	18.5	8.3
32.7	0.1	17.3	17.3	0.0	0.1	18.6	5.6	24.1	17.2	6.9
50.2	0.3	28.2	28.2	0.0	0.3	17.5	5.3	22.8	16.5	6.3
108.2	3.6	65.4	65.3	0.1	3.7	20.3	6.1	26.4	18.3	8.0
166.7	13.9	111.5	110.4	1.2	15.1	33.4	10.0	43.4	25.2	18.2
266.2	79.3	197.5	186.9	10.6	89.9	115.1	34.5	149.6	42.8	106.8
297.9	122.1	214.9	200.5	14.5	136.5	179.3	53.8	233.2	47.7	185.4
289.5	95.8	214.8	200.4	14.4	110.2	158.0	47.4	205.3	46.4	158.9
229.8	18.1	156.8	152.3	4.4	22.5	68.9	20.7	89.6	35.9	53.7
166.7	3.8	108.9	107.8	1.1	4.8	40.8	12.2	53.0	28.1	24.9
111.9	0.4	63.5	63.4	0.1	0.6	28.7	8.6	37.3	23.0	14.3
71.3	0.3	37.6	37.6	0.0	0.3	23.3	7.0	30.3	20.1	10.2
59.9	0.5	32.8	32.8	0.0	0.5	20.6	6.2	26.8	18.5	8.3
40.7	0.1	23.3	23.3	0.0	0.1	18.6	5.6	24.2	17.2	7.0
35.4	0.1	20.8	20.8	0.0	0.1	17.3	5.2	22.5	16.4	6.2
79.1	1.4	47.4	47.3	0.0	1.4	17.8	5.3	23.1	16.7	6.4
93.5	2.0	58.5	58.4	0.1	2.1	18.8	5.6	24.5	17.4	7.1
197.4	25.7	146.3	142.8	3.4	29.1	46.4	13.9	60.4	30.1	30.3
206.8	22.1	141.7	138.7	3.0	25.1	55.2	16.5	71.7	32.7	39.0
180.8	11.3	117.5	116.1	1.4	12.7	45.4	13.6	59.0	29.8	29.3
126.2	1.4	73.7	73.5	0.2	1.6	31.4	9.4	40.8	24.3	16.5
96.8	1.5	64.3	64.1	0.1	1.6	25.9	7.8	33.7	21.6	12.1
71.3	0.3	38.0	38.0	0.0	0.3	21.9	6.6	28.4	19.3	9.1
49.4	0.2	23.4	23.4	0.0	0.2	19.5	5.8	25.3	17.8	7.5
38.1	0.1	21.0	21.0	0.0	0.1	17.9	5.4	23.3	16.8	6.5

S1	P1	S2	S	P2	P3	R1	F	R2	R	Simulated flow
47.7	0.3	26.0	25.9	0.0	0.3	17.1	5.1	22.2	16.2	6.0
50.3	0.3	29.5	29.5	0.0	0.3	16.5	5.0	21.5	15.8	5.6
52.3	0.3	30.7	30.7	0.0	0.3	16.1	4.8	21.0	15.5	5.4
77.7	1.2	47.4	47.4	0.0	1.3	16.8	5.0	21.9	16.0	5.8
224.9	41.8	174.0	167.4	6.6	48.4	64.5	19.3	83.8	35.0	48.8
302.9	143.0	228.2	210.3	17.9	160.9	195.9	58.8	254.6	48.6	206.1
272.1	58.9	204.5	192.5	12.1	71.0	119.5	35.9	155.4	43.3	112.1
233.6	24.7	171.3	165.1	6.2	31.0	74.2	22.3	96.5	37.0	59.5
184.0	6.3	123.7	121.9	1.8	8.1	45.1	13.5	58.6	29.6	28.9
133.3	1.7	82.4	82.0	0.4	2.1	31.7	9.5	41.3	24.5	16.8
114.5	2.8	66.9	66.7	0.2	3.0	27.4	8.2	35.7	22.4	13.3
70.0	0.1	38.8	38.8	0.0	0.1	22.5	6.8	29.3	19.7	9.6
100.3	2.7	58.5	58.4	0.1	2.8	22.5	6.7	29.2	19.7	9.6
69.3	0.4	39.4	39.4	0.0	0.4	20.1	6.0	26.1	18.2	7.9
47.6	0.1	25.4	25.4	0.0	0.1	18.3	5.5	23.8	17.0	6.8
191.6	23.5	136.4	133.8	2.6	26.1	43.2	13.0	56.1	29.0	27.1
267.6	78.0	204.4	192.3	12.0	90.0	119.0	35.7	154.7	43.2	111.5
296.0	115.0	217.2	202.2	15.0	130.0	173.2	52.0	225.2	47.4	177.8
262.4	49.6	187.0	178.3	8.7	58.3	105.6	31.7	137.3	41.8	95.6
200.6	9.3	130.1	127.9	2.2	11.5	53.2	16.0	69.2	32.1	37.1
132.1	0.7	79.7	79.4	0.3	1.0	33.1	9.9	43.1	25.1	18.0
80.0	0.0	35.6	35.6	0.0	0.0	25.1	7.5	32.6	21.1	11.5
40.3	0.1	20.2	20.2	0.0	0.1	21.2	6.4	27.6	18.9	8.7
26.4	0.0	12.4	12.4	0.0	0.0	18.9	5.7	24.6	17.4	7.1
17.3	0.0	8.6	8.6	0.0	0.0	17.4	5.2	22.7	16.5	6.2
15.1	0.0	7.9	7.9	0.0	0.0	16.5	4.9	21.4	15.8	5.6
55.2	0.5	30.9	30.9	0.0	0.5	16.2	4.9	21.1	15.6	5.5
142.3	8.7	97.5	96.8	0.7	9.4	25.0	7.5	32.5	21.1	11.4
240.6	52.0	176.3	169.4	7.0	58.9	80.0	24.0	104.0	38.0	66.0
285.5	99.7	203.8	191.9	11.9	111.6	149.7	44.9	194.6	45.9	148.7
268.2	62.3	195.6	185.4	10.2	72.5	118.4	35.5	153.9	43.2	110.7
195.7	4.4	124.9	123.1	1.8	6.2	49.4	14.8	64.2	31.0	33.2
141.7	3.1	84.9	84.5	0.4	3.5	34.5	10.4	44.9	25.7	19.2
84.8	0.0	42.7	42.6	0.0	0.0	25.7	7.7	33.4	21.5	12.0
43.6	0.0	21.5	21.5	0.0	0.0	21.5	6.4	27.9	19.1	8.9
36.1	0.1	16.6	16.6	0.0	0.1	19.2	5.7	24.9	17.6	7.3
24.3	0.0	11.8	11.8	0.0	0.0	17.6	5.3	22.9	16.6	6.3
19.6	0.0	10.3	10.3	0.0	0.0	16.6	5.0	21.6	15.9	5.7
48.5	0.3	26.2	26.2	0.0	0.3	16.2	4.9	21.0	15.6	5.5
46.8	0.2	26.4	26.4	0.0	0.2	15.8	4.7	20.6	15.3	5.2
105.6	3.3	67.4	67.2	0.2	3.5	18.8	5.6	24.5	17.4	7.1
178.6	17.7	117.0	115.6	1.4	19.1	36.5	11.0	47.5	26.5	21.0
177.0	13.5	123.1	121.4	1.7	15.2	41.7	12.5	54.2	28.5	25.7
164.0	8.7	103.6	102.7	0.9	9.5	38.0	11.4	49.4	27.1	22.3
104.1	0.1	57.9	57.8	0.1	0.2	27.3	8.2	35.5	22.3	13.2
62.9	0.2	33.0	33.0	0.0	0.2	22.5	6.7	29.2	19.7	9.6

S1	P1	S2	S	P2	P3	R1	F	R2	R	Simulated flow
33.9	0.0	14.3	14.3	0.0	0.0	19.7	5.9	25.6	17.9	7.6
20.1	0.0	10.3	10.3	0.0	0.0	17.9	5.4	23.3	16.8	6.5
17.6	0.0	8.0	8.0	0.0	0.0	16.8	5.0	21.8	16.0	5.8
11.2	0.0	5.9	5.9	0.0	0.0	16.0	4.8	20.8	15.5	5.4
17.7	0.0	10.0	10.0	0.0	0.0	15.5	4.6	20.1	15.1	5.1
99.8	2.9	65.0	64.9	0.1	3.0	18.1	5.4	23.5	16.9	6.6
142.9	8.1	96.3	95.6	0.7	8.8	25.6	7.7	33.3	21.4	11.9
273.0	90.7	204.3	192.3	12.0	102.8	124.2	37.3	161.4	43.7	117.7
247.8	37.6	171.9	165.6	6.3	43.9	87.6	26.3	113.9	39.3	74.6
185.1	6.6	116.6	115.2	1.4	8.0	47.3	14.2	61.4	30.4	31.1
116.6	0.2	63.1	63.0	0.1	0.3	30.7	9.2	39.9	23.9	15.9
63.6	0.0	31.7	31.7	0.0	0.0	24.0	7.2	31.2	20.5	10.7
47.4	0.2	23.2	23.2	0.0	0.2	20.7	6.2	26.9	18.6	8.3
38.8	0.1	20.7	20.7	0.0	0.1	18.7	5.6	24.3	17.3	7.0
22.2	0.0	10.6	10.6	0.0	0.0	17.3	5.2	22.5	16.4	6.1
11.8	0.0	5.4	5.4	0.0	0.0	16.4	4.9	21.3	15.7	5.6
10.1	0.0	5.0	5.0	0.0	0.0	15.7	4.7	20.4	15.2	5.2
38.3	0.2	20.4	20.4	0.0	0.2	15.4	4.6	20.0	15.0	5.0
88.6	2.0	60.6	60.5	0.1	2.1	17.1	5.1	22.2	16.2	6.0
155.8	11.1	96.2	95.6	0.7	11.8	28.0	8.4	36.4	22.6	13.7
183.4	17.8	119.0	117.4	1.5	19.3	42.0	12.6	54.5	28.6	26.0
139.5	3.5	86.4	86.0	0.4	3.9	32.5	9.7	42.2	24.8	17.4
86.7	0.0	45.9	45.9	0.0	0.1	24.8	7.5	32.3	21.0	11.3
46.8	0.0	23.0	23.0	0.0	0.0	21.0	6.3	27.3	18.8	8.5
24.4	0.0	11.1	11.1	0.0	0.0	18.8	5.6	24.4	17.4	7.1
11.4	0.0	5.1	5.1	0.0	0.0	17.4	5.2	22.6	16.4	6.2
46.4	0.3	25.4	25.4	0.0	0.3	16.7	5.0	21.7	15.9	5.8
78.2	1.3	46.6	46.6	0.0	1.3	17.3	5.2	22.4	16.3	6.1
96.0	2.3	56.1	56.0	0.1	2.3	18.7	5.6	24.3	17.3	7.0
90.9	1.6	55.9	55.8	0.1	1.7	19.0	5.7	24.7	17.5	7.2
172.6	16.0	125.0	123.1	1.8	17.9	35.4	10.6	46.0	26.0	19.9
297.3	136.6	215.4	200.8	14.6	151.1	177.2	53.1	230.3	47.6	182.7
252.7	38.7	182.6	174.6	7.9	46.7	94.3	28.3	122.5	40.3	82.3
186.7	4.4	117.0	115.5	1.4	5.8	46.1	13.8	59.9	30.0	30.0
122.3	0.9	71.2	71.0	0.2	1.1	31.1	9.3	40.4	24.1	16.2
73.4	0.1	33.6	33.6	0.0	0.1	24.3	7.3	31.5	20.7	10.9
40.7	0.1	19.1	19.1	0.0	0.1	20.8	6.2	27.0	18.6	8.4
19.1	0.0	8.3	8.3	0.0	0.0	18.6	5.6	24.2	17.2	7.0
40.5	0.2	21.9	21.9	0.0	0.2	17.4	5.2	22.7	16.4	6.2
39.0	0.1	20.8	20.8	0.0	0.1	16.6	5.0	21.6	15.9	5.7
70.4	1.0	42.0	42.0	0.0	1.0	16.8	5.0	21.9	16.0	5.8
103.3	3.0	63.4	63.3	0.1	3.1	19.1	5.7	24.9	17.6	7.3
143.1	8.2	93.6	93.0	0.6	8.8	26.4	7.9	34.3	21.8	12.5
117.6	2.5	75.9	75.7	0.3	2.7	24.5	7.4	31.9	20.8	11.1
163.1	12.4	101.5	100.7	0.8	13.3	34.1	10.2	44.3	25.5	18.8
136.3	4.7	86.4	85.9	0.4	5.1	30.6	9.2	39.8	23.9	15.9

S1	P1	S2	S	P2	P3	R1	F	R2	R	Simulated flow
87.3	0.1	46.3	46.3	0.0	0.1	24.0	7.2	31.3	20.6	10.7
48.0	0.0	22.6	22.6	0.0	0.0	20.6	6.2	26.8	18.5	8.3
22.6	0.0	9.1	9.1	0.0	0.0	18.5	5.6	24.1	17.2	6.9
16.8	0.0	8.5	8.5	0.0	0.0	17.2	5.2	22.3	16.3	6.1
73.0	1.1	41.0	41.0	0.0	1.1	17.4	5.2	22.6	16.4	6.2
104.6	3.1	61.1	61.0	0.1	3.2	19.6	5.9	25.5	17.9	7.6
283.4	110.6	204.9	192.8	12.2	122.8	140.7	42.2	182.9	45.2	137.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 49 Criterios de cálculo proceso calibración

Qobs	VQ obs	Ln (Qobs +M/40)	Qcal	VQ cal	Ln (Qcal +M/40)	Delta $(Q)^2$	Delta $(VQ)^2$	Delta$(\ln (Q+M/40))^2$	Delta $2(Q)^2$	Delta $2(VQ)^2$	Delta $2(\ln(Q+M/40))^2$	Pobs	PEobs
17.6	4.2	2.9	39.7	6.3	3.7	486.1	4.4	0.6	75.6	0.2	0.5	67.4	88.0
45.5	6.7	3.8	41.9	6.5	3.8	12.9	0.1	0.0	367.4	8.7	2.7	81.0	78.5
244.8	15.6	5.5	466.0	21.6	6.1	48924.6	35.3	0.4	47745.7	140.6	11.0	531.2	83.5
145.8	12.1	5.0	121.9	11.0	4.8	571.1	1.1	0.0	14285.0	68.6	7.9	113.7	82.8
47.3	6.9	3.9	55.3	7.4	4.0	64.7	0.3	0.0	437.8	9.5	2.9	58.8	92.3
29.9	5.5	3.4	26.3	5.1	3.3	13.5	0.1	0.0	13.0	2.8	1.5	22.7	94.3
19.3	4.4	3.0	14.8	3.8	2.7	20.3	0.3	0.1	49.0	0.4	0.7	5.2	118.3
9.5	3.1	2.3	10.6	3.3	2.4	1.2	0.0	0.0	282.9	0.5	0.0	14.1	125.4
5.2	2.3	1.8	8.3	2.9	2.2	9.2	0.3	0.2	445.1	2.3	0.2	7.5	117.1
4.4	2.1	1.6	6.9	2.6	2.0	6.5	0.3	0.2	481.6	2.9	0.3	7.9	114.9
3.2	1.8	1.4	6.3	2.5	1.9	9.5	0.5	0.3	534.7	4.0	0.7	33.2	106.7
9.7	3.1	2.3	8.0	2.8	2.2	2.7	0.1	0.0	276.6	0.5	0.0	83.6	100.2
31.3	5.6	3.5	18.2	4.3	2.9	170.8	1.8	0.3	24.7	3.2	1.7	115.3	87.4
258.6	16.1	5.6	106.8	10.3	4.7	23043.0	33.0	0.8	53932.0	151.0	11.4	235.1	78.0
180.7	13.4	5.2	185.4	13.6	5.2	22.2	0.0	0.0	23836.3	93.2	9.1	233.1	89.9
166.2	12.9	5.1	158.9	12.6	5.1	53.2	0.1	0.0	19566.3	82.8	8.6	184.8	81.4
59.7	7.7	4.1	53.7	7.3	4.0	35.8	0.2	0.0	1112.0	15.5	3.7	47.5	92.1
27.9	5.3	3.4	24.9	5.0	3.2	9.2	0.1	0.0	2.5	2.2	1.4	18.1	92.5
16.5	4.1	2.8	14.3	3.8	2.7	4.7	0.1	0.0	96.7	0.1	0.4	4.5	112.9
12.6	3.6	2.6	10.2	3.2	2.4	5.9	0.1	0.0	188.2	0.1	0.2	8.2	121.0
6.2	2.5	1.9	8.3	2.9	2.2	4.1	0.1	0.1	403.4	1.7	0.1	22.8	112.7
4.1	2.0	1.6	7.0	2.6	2.0	7.9	0.4	0.2	492.5	3.1	0.4	8.0	101.8
4.9	2.2	1.7	6.2	2.5	1.9	1.7	0.1	0.0	460.9	2.5	0.2	12.2	96.7
5.5	2.4	1.8	6.4	2.5	2.0	0.8	0.0	0.0	432.1	2.1	0.1	59.6	98.2
11.2	3.4	2.5	7.1	2.7	2.0	17.3	0.5	0.2	227.5	0.2	0.1	48.2	91.9
35.4	6.0	3.6	30.3	5.5	3.4	26.4	0.2	0.0	82.5	4.7	2.0	164.7	69.4
53.7	7.3	4.0	39.0	6.2	3.7	214.8	1.2	0.1	749.3	12.5	3.3	86.0	87.7
10.7	3.3	2.4	29.3	5.4	3.4	344.4	4.6	0.9	244.0	0.3	0.1	53.4	95.5
6.7	2.6	2.0	16.5	4.1	2.8	96.0	2.2	0.7	385.3	1.4	0.0	11.5	109.3
5.3	2.3	1.8	12.1	3.5	2.5	46.6	1.4	0.6	443.3	2.2	0.2	24.8	80.8
5.3	2.3	1.8	9.1	3.0	2.3	15.1	0.5	0.3	444.2	2.3	0.2	7.5	119.1
4.6	2.2	1.7	7.5	2.7	2.1	8.3	0.3	0.2	470.7	2.7	0.3	11.6	137.2
2.0	1.4	1.0	6.5	2.6	2.0	20.5	1.3	1.0	592.5	5.7	1.5	14.8	108.4

Qobs	VQ obs	Ln (Qobs +M/40)	Qcal	VQ cal	Ln (Qcal +M/40)	Delta $(Q)^2$	Delta $(VQ)^2$	Delta$(\ln (Q+M/40))^2$	Delta $2(Q)^2$	Delta $2(VQ)^2$	Delta $2(\ln(Q+M/40))^2$	Pobs	PEobs
1.9	1.4	0.9	6.0	2.4	1.9	17.0	1.2	0.9	598.6	5.9	1.6	26.9	112.0
2.1	1.5	1.0	5.6	2.4	1.8	12.2	0.8	0.7	584.5	5.4	1.3	24.7	99.1
5.2	2.3	1.8	5.4	2.3	1.8	0.1	0.0	0.0	446.8	2.3	0.2	23.1	98.8
16.9	4.1	2.9	5.8	2.4	1.9	121.6	2.9	1.0	89.5	0.1	0.5	48.3	94.9
49.4	7.0	3.9	48.8	7.0	3.9	0.3	0.0	0.0	531.5	10.5	3.0	219.4	62.7
121.4	11.0	4.8	206.1	14.4	5.3	7180.2	11.2	0.3	9030.0	52.2	6.9	278.5	79.7
100.1	10.0	4.6	112.1	10.6	4.7	144.5	0.3	0.0	5440.1	38.6	5.9	120.7	75.6
40.8	6.4	3.7	59.5	7.7	4.1	350.1	1.8	0.1	209.5	6.7	2.4	65.9	76.2
19.4	4.4	3.0	28.9	5.4	3.4	91.7	1.0	0.2	48.4	0.4	0.7	25.2	88.8
9.4	3.1	2.3	16.8	4.1	2.9	54.3	1.1	0.3	285.0	0.5	0.0	13.1	99.1
6.8	2.6	2.0	13.3	3.6	2.6	41.9	1.1	0.4	380.5	1.4	0.0	35.3	107.7
7.4	2.7	2.1	9.6	3.1	2.3	4.8	0.1	0.1	358.2	1.1	0.0	3.4	111.6
5.9	2.4	1.9	9.6	3.1	2.3	13.6	0.4	0.2	417.6	1.9	0.1	64.2	106.1
5.8	2.4	1.9	7.9	2.8	2.1	4.5	0.2	0.1	422.7	1.9	0.1	11.3	106.9
4.4	2.1	1.6	6.8	2.6	2.0	5.8	0.3	0.2	482.5	2.9	0.3	8.4	115.5
35.1	5.9	3.6	27.1	5.2	3.3	63.0	0.5	0.1	76.6	4.5	2.0	189.7	77.4
145.2	12.0	5.0	111.5	10.6	4.7	1133.5	2.2	0.1	14122.4	68.2	7.9	211.8	71.1
252.9	15.9	5.5	177.8	13.3	5.2	5640.2	6.6	0.1	51352.3	146.7	11.3	218.7	85.4
148.8	12.2	5.0	95.6	9.8	4.6	2835.5	5.9	0.2	15005.4	70.7	8.0	109.8	87.0
61.2	7.8	4.1	37.1	6.1	3.6	583.2	3.0	0.2	1216.4	16.3	3.8	31.6	98.9
29.0	5.4	3.4	18.0	4.2	2.9	120.7	1.3	0.2	7.0	2.5	1.5	4.9	103.9
14.4	3.8	2.7	11.5	3.4	2.5	8.7	0.2	0.0	141.1	0.0	0.3	0.6	153.7
9.2	3.0	2.3	8.7	2.9	2.2	0.3	0.0	0.0	292.7	0.6	0.0	4.8	126.0
5.9	2.4	1.9	7.1	2.7	2.1	1.6	0.1	0.0	418.5	1.9	0.1	6.2	135.3
5.6	2.4	1.8	6.2	2.5	1.9	0.4	0.0	0.0	428.7	2.0	0.1	4.9	123.9
5.1	2.3	1.8	5.6	2.4	1.8	0.3	0.0	0.0	449.5	2.3	0.2	6.5	114.5
7.8	2.8	2.1	5.5	2.3	1.8	5.3	0.2	0.1	343.5	1.0	0.0	47.7	107.9
23.2	4.8	3.2	11.4	3.4	2.5	137.9	2.1	0.5	10.1	1.0	1.0	120.1	79.6
78.3	8.8	4.4	66.0	8.1	4.2	152.5	0.5	0.0	2701.0	25.6	4.8	195.7	77.2
118.7	10.9	4.8	148.7	12.2	5.0	897.9	1.7	0.1	8541.8	50.5	6.8	215.8	90.4
138.7	11.8	4.9	110.7	10.5	4.7	783.4	1.6	0.1	12635.9	63.8	7.6	138.6	82.4
49.9	7.1	3.9	33.2	5.8	3.5	280.1	1.7	0.2	556.5	10.7	3.0	14.7	101.5
13.1	3.6	2.6	19.2	4.4	3.0	37.1	0.6	0.1	174.3	0.0	0.2	21.7	106.4
12.1	3.5	2.5	12.0	3.5	2.5	0.0	0.0	0.0	203.8	0.1	0.1	0.3	131.7
6.0	2.5	1.9	8.9	3.0	2.3	8.2	0.3	0.1	412.6	1.8	0.1	1.0	129.6
3.8	2.0	1.5	7.3	2.7	2.1	12.3	0.6	0.3	507.3	3.4	0.5	14.7	140.5
3.4	1.9	1.4	6.3	2.5	1.9	8.4	0.4	0.3	524.2	3.8	0.6	7.7	129.7
3.0	1.7	1.3	5.7	2.4	1.9	7.6	0.4	0.3	546.2	4.3	0.8	7.8	115.0
3.1	1.8	1.3	5.5	2.3	1.8	5.6	0.3	0.2	539.5	4.1	0.7	38.5	113.7
4.7	2.2	1.7	5.2	2.3	1.8	0.4	0.0	0.0	469.8	2.7	0.3	20.9	105.8
9.4	3.1	2.3	7.1	2.7	2.0	5.2	0.2	0.1	287.7	0.5	0.0	82.6	89.5
31.2	5.6	3.5	21.0	4.6	3.1	104.3	1.0	0.1	23.5	3.2	1.6	129.1	93.5
49.2	7.0	3.9	25.7	5.1	3.3	550.2	3.8	0.4	522.9	10.4	3.0	74.9	80.7
21.4	4.6	3.1	22.3	4.7	3.1	0.8	0.0	0.0	24.1	0.7	0.8	51.3	99.1
7.9	2.8	2.1	13.2	3.6	2.6	28.0	0.7	0.2	338.9	1.0	0.0	1.6	115.9

Qobs	VQ obs	Ln (Qobs +M/40)	Qcal	VQ cal	Ln (Qcal +M/40)	Delta (Q)²	Delta (VQ)²	Delta(ln (Q+M/40))²	Delta 2(Q)²	Delta 2(VQ)²	Delta 2(ln(Q+ M/40))²	Pobs	PEobs
2.9	1.7	1.3	9.6	3.1	2.3	44.9	2.0	1.1	550.1	4.4	0.8	5.3	120.7
2.4	1.5	1.1	7.6	2.8	2.1	27.4	1.5	1.0	572.6	5.0	1.1	0.9	155.9
0.9	1.0	0.4	6.5	2.6	2.0	31.6	2.6	2.3	646.0	8.1	3.0	5.8	119.0
0.9	0.9	0.4	5.8	2.4	1.9	24.6	2.2	2.1	648.1	8.2	3.1	7.3	139.4
0.6	0.8	0.3	5.4	2.3	1.8	22.3	2.3	2.4	659.8	8.9	3.7	3.2	114.2
0.6	0.8	0.3	5.1	2.2	1.7	19.4	2.1	2.2	659.8	8.9	3.7	11.8	101.9
8.5	2.9	2.2	6.6	2.6	2.0	3.7	0.1	0.1	317.2	0.8	0.0	92.7	84.9
16.4	4.1	2.8	11.9	3.5	2.5	20.5	0.4	0.1	97.9	0.1	0.4	86.2	83.2
99.9	10.0	4.6	117.7	10.8	4.8	317.5	0.7	0.0	5409.6	38.5	5.9	268.2	76.9
43.4	6.6	3.8	74.6	8.6	4.3	974.3	4.2	0.3	291.7	7.8	2.6	93.1	91.1
17.2	4.1	2.9	31.1	5.6	3.5	192.8	2.0	0.3	83.3	0.1	0.5	26.0	102.6
3.8	2.0	1.5	15.9	4.0	2.8	146.4	4.2	1.7	507.3	3.4	0.5	1.6	122.7
2.9	1.7	1.3	10.7	3.3	2.4	59.6	2.4	1.3	547.2	4.3	0.8	0.6	130.2
1.9	1.4	0.9	8.3	2.9	2.2	41.5	2.3	1.6	596.6	5.8	1.5	15.9	131.3
2.2	1.5	1.0	7.0	2.6	2.0	23.3	1.4	1.0	582.5	5.3	1.3	15.7	114.0
1.2	1.1	0.6	6.1	2.5	1.9	24.0	1.9	1.6	629.3	7.2	2.4	1.5	131.8
1.4	1.2	0.7	5.6	2.4	1.8	17.7	1.4	1.3	623.1	6.9	2.2	1.2	137.4
0.6	0.7	0.2	5.2	2.3	1.8	21.4	2.3	2.5	664.0	9.3	3.9	4.7	124.9
0.4	0.6	0.1	5.0	2.2	1.7	21.1	2.5	2.8	671.5	9.9	4.5	33.5	115.0
6.8	2.6	2.0	6.0	2.4	1.9	0.6	0.0	0.0	382.1	1.4	0.0	70.2	74.4
10.9	3.3	2.5	13.7	3.7	2.7	7.8	0.2	0.0	236.9	0.2	0.1	106.4	102.4
20.4	4.5	3.0	26.0	5.1	3.3	31.0	0.3	0.1	35.1	0.5	0.8	105.6	96.3
12.2	3.5	2.6	17.4	4.2	2.9	27.7	0.5	0.1	200.9	0.1	0.1	25.5	99.5
4.2	2.0	1.6	11.3	3.4	2.5	50.5	1.7	0.8	489.8	3.0	0.4	0.7	122.4
1.4	1.2	0.7	8.5	2.9	2.2	50.4	3.0	2.2	619.0	6.7	2.1	1.0	130.4
0.6	0.8	0.2	7.1	2.7	2.0	41.5	3.5	3.2	660.8	9.0	3.7	1.4	141.2
0.0	0.0	-0.4	6.2	2.5	1.9	38.0	6.2	5.5	693.1	14.4	6.7	0.3	143.0
0.0	0.0	-0.4	5.8	2.4	1.9	33.1	5.8	5.2	693.1	14.4	6.7	41.6	110.7
0.0	0.0	-0.4	6.1	2.5	1.9	37.3	6.1	5.4	693.1	14.4	6.7	54.1	99.2
4.1	2.0	1.6	7.0	2.6	2.0	8.1	0.4	0.2	492.5	3.1	0.4	51.7	105.3
2.1	1.4	1.0	7.2	2.7	2.1	26.1	1.5	1.1	587.5	5.5	1.4	36.5	94.8
18.5	4.3	3.0	19.9	4.5	3.0	1.9	0.0	0.0	60.6	0.3	0.6	132.8	71.5
135.5	11.6	4.9	182.7	13.5	5.2	2228.2	3.5	0.1	11921.4	61.6	7.5	310.7	88.8
37.5	6.1	3.6	82.3	9.1	4.4	2006.4	8.7	0.6	124.3	5.4	2.1	90.6	82.3
11.2	3.3	2.5	30.0	5.5	3.4	353.3	4.5	0.9	230.0	0.2	0.1	16.5	104.1
3.3	1.8	1.4	16.2	4.0	2.8	168.5	4.9	2.1	531.8	3.9	0.7	7.6	109.4
2.4	1.6	1.1	10.9	3.3	2.4	70.9	3.0	1.7	570.6	5.0	1.1	2.5	147.4
1.8	1.3	0.9	8.4	2.9	2.2	42.9	2.4	1.7	600.6	6.0	1.6	7.2	138.3
1.2	1.1	0.6	7.0	2.6	2.0	33.3	2.4	2.0	632.4	7.3	2.5	0.0	147.9
0.7	0.8	0.3	6.2	2.5	1.9	30.3	2.7	2.6	656.6	8.7	3.5	32.4	112.3
0.0	0.0	-0.4	5.7	2.4	1.8	32.4	5.7	5.1	693.1	14.4	6.7	17.2	114.9
0.0	0.0	-0.4	5.8	2.4	1.9	34.2	5.8	5.2	693.1	14.4	6.7	50.6	98.0
2.8	1.7	1.2	7.3	2.7	2.1	20.0	1.0	0.7	553.0	4.5	0.9	64.3	96.7
8.3	2.9	2.2	12.5	3.5	2.6	17.4	0.4	0.1	325.4	0.8	0.0	88.0	89.1
5.6	2.4	1.8	11.1	3.3	2.5	29.5	0.9	0.4	427.8	2.0	0.1	27.1	88.7

Qobs	VQ obs	Ln (Qobs +M/40)	Qcal	VQ cal	Ln (Qcal +M/40)	Delta (Q)²	Delta (VQ)²	Delta(ln (Q+M/40))²	Delta 2(Q)²	Delta 2(VQ)²	Delta 2(ln(Q+ M/40))²	Pobs	PEobs
17.1	4.1	2.9	18.8	4.3	3.0	2.9	0.0	0.0	84.5	0.1	0.5	99.9	101.9
3.1	1.8	1.3	15.9	4.0	2.8	162.8	4.9	2.2	539.5	4.1	0.7	40.3	94.7
1.3	1.2	0.7	10.7	3.3	2.4	87.7	4.5	3.0	624.2	6.9	2.2	1.4	121.9
1.2	1.1	0.6	8.3	2.9	2.2	49.8	3.2	2.5	631.4	7.3	2.4	1.7	138.6
0.9	1.0	0.4	6.9	2.6	2.0	35.7	2.8	2.5	646.0	8.1	3.0	0.0	161.5
0.6	0.8	0.2	6.1	2.5	1.9	30.0	2.9	2.9	663.0	9.2	3.9	7.7	122.5
0.8	0.9	0.4	6.2	2.5	1.9	28.9	2.5	2.4	651.3	8.4	3.2	65.6	109.5
4.9	2.2	1.7	7.6	2.8	2.1	7.5	0.3	0.2	460.0	2.5	0.2	66.7	106.4
125.1	11.2	4.8	137.7	11.7	4.9	157.7	0.3	0.0	9763.2	54.7	7.1	333.1	86.9

Fuente: Elaboración propia

En el hidrograma de calibración que se muestra en la Figura 54, se puede observar que se presentan 4 periodos no satisfactorios que son, marzo 1972, febrero 1973, marzo 1975 y marzo 1976; donde el primer perido Qsim 75.1 m^3/s es mayor Qobserv 38.2 m^3/s, en el segundo periodo el Qsim 17.2 m^3/s es menor Q observ 44.6 m^3/s, en el tercer periodo el Qsim 33.2 m^3/s es mayor Qobserv 18.9 m^3/s y en el cuarto periodo el Qsim 28.6 m^3/s es menor Qobserv 39.4 m^3/s, se puede definir que los Qsimulados tienen una buena correlación.

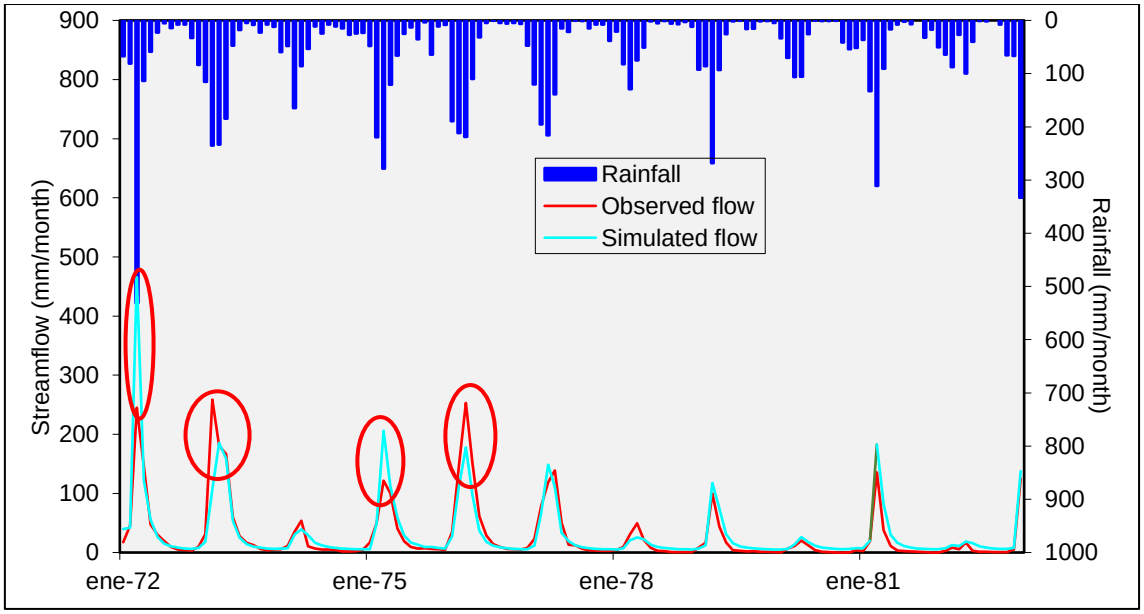


Figura N° 54 Hidrograma de calibración y precipitación modelo GR2m
Fuente: Elaboración propia

En el proceso de calibración, se obtuvo un coeficiente de determinación R^2 de 0.7943, y un coeficiente de correlación de 0.89 muy buena, resultado aceptable generando una ecuación de la forma Qsim = 0.8493*Qobser + 4.0634, conforme se puede apreciar en la Figura 55.

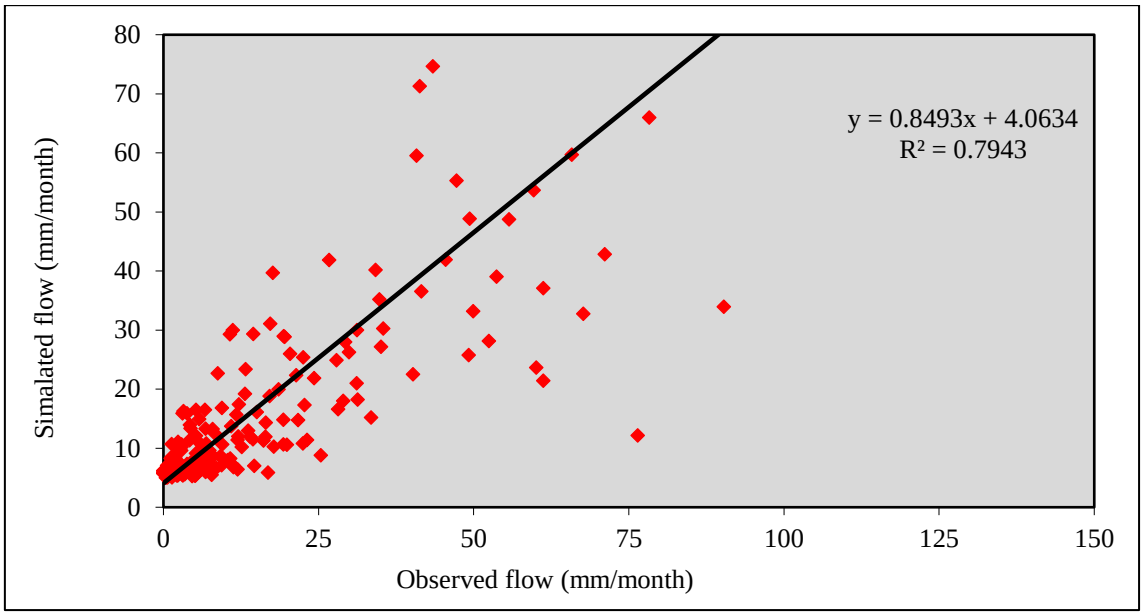


Figura N° 55 Línea de tendencia entre el flujo simulado y observado proceso calibración modelo GR2m
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 56, se considera la distribución a partir de 1972, donde se puede observar los cambios en la velocidad de llenado de la producción de tanques, siguen la misma tendencia de la precipitación, se observa la regularidad de la estabilidad en el modelo.

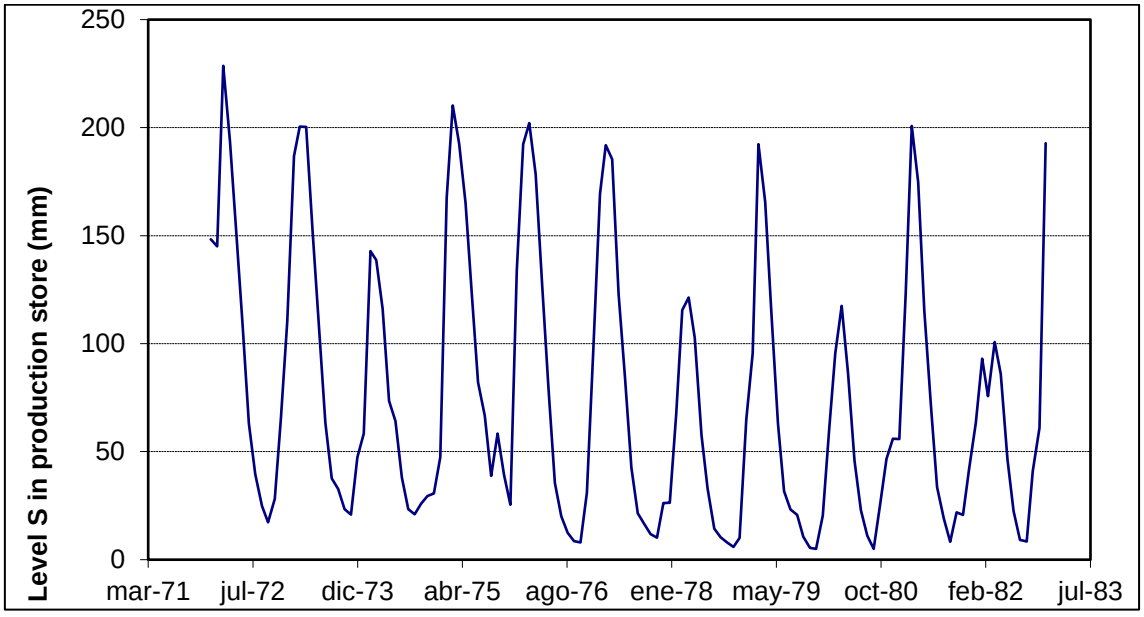


Figura N° 56 Avance del nivel "S" del reservorio de producción
Fuente: Elaboración propia

El avance del nivel R no presenta mucha dispersión, los datos varían de 14.99 a 53.79 mm, el mayor valor se presenta en marzo 1972 y el menor corresponde a diciembre 1978,

los mayores valores se dan en el mes de marzo, en la Figura 57, se puede observar el comportamiento mencionado.

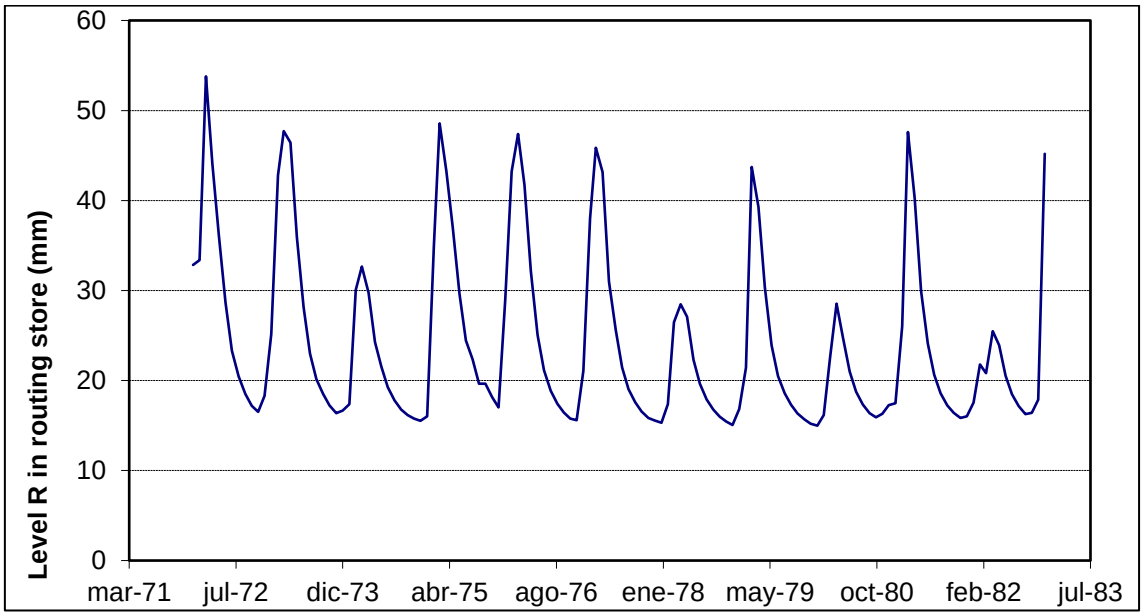


Figura N° 57 Avance del nivel "R" del reservorio de transferencia
Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Validación

En el proceso de validación del modelo GR2m, se empleó un periodo de calentamiento de 132 meses y para un periodo de prueba de 107 meses, se utilizó el periodo 1984-1992

Station name	SubCuenca del Río Bigote - Perú	
Catchment area (km²)		418.00
Model parameters	Transformed	Real
x1: Capacity of the production store (mm)	5.61	273
x2: Water exchange coefficient (mm)	1.38	1.38
Initial values		
Initial level S0 in prod. store (max.: x1 mm)		136.48
Initial level R0 in routing store (max.: 60 mm)		30
Period		
Length of the warm-up period (months)		132
Length of the test period (months)		107
Start date		01/1984
End date		12/1992

Mean observed rainfall (mm/month)	56.7
Mean observed PE (mm/month)	105.7
Mean observed streamflow (mm/month)	36.0
Mean root square transformed streamflow	4.5
Mean logarithmic transformed streamflow	2.5

Efficiency Nash(Q)	88.4

La precipitación, la evapotranspiración y el flujo son los datos de entrada al modelo conforme se muestra en la Tabla 50.

Tabla N° 50 Datos de entrada al modelo para el proceso validación

Mes	Precipitación (mm)	ETP (mm)	Flujo (mm)
ene-84	86.9	103.3	41.3
feb-84	340.1	69.4	202.7
mar-84	235.8	77.3	256.5
abr-84	113.6	77.0	150.3
may-84	35.0	88.2	71.1
jun-84	18.8	85.1	40.2
jul-84	17.1	107.0	21.7
ago-84	3.8	136.3	17.8
sep-84	19.5	113.4	10.8
oct-84	55.5	102.6	10.3
nov-84	25.2	104.8	7.5
dic-84	29.9	100.7	11.3
ene-85	75.0	77.4	25.4
feb-85	55.3	91.9	22.5
mar-85	107.5	97.8	61.2
abr-85	23.1	94.2	33.4
may-85	39.7	100.4	13.7
jun-85	0.5	127.8	6.5
jul-85	0.2	132.6	4.4
ago-85	7.4	131.1	4.9
sep-85	1.7	127.9	2.6
oct-85	16.0	128.4	2.3
nov-85	4.4	127.2	1.4
dic-85	62.9	103.7	3.1
ene-86	106.1	82.5	19.9
feb-86	119.0	72.4	52.5
mar-86	45.5	96.7	60.1
abr-86	159.8	75.5	65.8
may-86	23.6	96.0	29.3
jun-86	0.0	124.5	5.8
jul-86	0.2	151.0	3.0
ago-86	9.0	135.6	1.9
sep-86	5.4	146.7	1.6
oct-86	14.4	124.8	1.6
nov-86	29.9	114.5	2.4
dic-86	83.1	99.9	5.8
ene-87	148.5	82.4	22.5
feb-87	103.9	90.5	34.2
mar-87	264.9	89.3	187.0
abr-87	125.5	83.4	140.9
may-87	20.5	109.2	90.3
jun-87	1.2	136.4	28.2
jul-87	16.2	113.8	12.0

Mes	Precipitación (mm)	ETP (mm)	Flujo (mm)
ago-87	9.4	146.4	7.9
sep-87	2.1	126.7	4.8
oct-87	17.7	121.0	2.3
nov-87	28.4	111.7	2.2
dic-87	9.7	112.4	2.1
ene-88	137.1	75.7	14.0
feb-88	131.7	70.5	41.5
mar-88	23.1	105.7	24.3
abr-88	95.2	80.3	19.5
may-88	46.3	92.3	8.8
jun-88	1.8	116.5	4.4
jul-88	0.5	135.8	2.5
ago-88	1.3	137.4	1.9
sep-88	7.7	117.9	1.7
oct-88	11.2	117.2	1.0
nov-88	36.6	94.6	1.3
dic-88	31.0	97.6	1.7
ene-89	205.6	76.1	34.8
feb-89	223.0	63.3	240.8
mar-89	327.5	78.0	365.6
abr-89	114.4	86.5	211.2
may-89	11.1	101.3	67.7
jun-89	7.9	94.4	22.7
jul-89	1.0	134.1	16.1
ago-89	4.1	129.7	8.0
sep-89	15.4	116.4	4.2
oct-89	59.0	99.8	6.7
nov-89	0.8	130.3	4.8
dic-89	6.1	118.0	3.5
ene-90	24.7	96.0	5.1
feb-90	82.7	71.5	14.6
mar-90	104.3	99.2	15.0
abr-90	137.3	71.9	26.7
may-90	44.6	91.3	14.5
jun-90	10.3	106.7	5.2
jul-90	4.8	127.7	2.4
ago-90	1.2	145.6	1.3
sep-90	0.5	145.3	0.6
oct-90	35.4	103.3	0.5
nov-90	46.5	105.8	0.5
dic-90	51.4	108.6	0.8
ene-91	17.6	105.5	1.0
feb-91	100.4	79.1	19.3
mar-91	255.7	74.7	121.7
abr-91	52.3	94.6	55.7
may-91	17.7	95.8	13.2

Mes	Precipitación (mm)	ETP (mm)	Flujo (mm)
jun-91	6.7	111.7	4.3
jul-91	2.1	132.4	2.5
ago-91	1.7	145.6	1.6
sep-91	1.9	129.0	1.1
oct-91	16.0	120.0	0.8
nov-91	13.5	113.7	0.6
dic-91	52.9	89.7	0.6
ene-92	51.8	84.0	11.9
feb-92	93.4	73.9	76.4
mar-92	231.5	87.1	206.1
abr-92	213.4	75.0	170.3
may-92	89.8	80.2	94.2
jun-92	16.3	106.4	31.2
jul-92	2.2	131.1	11.7
ago-92	10.2	139.5	6.9
sep-92	17.4	114.3	5.5
oct-92	17.6	129.2	4.4
nov-92	25.8	107.8	3.1
dic-92	43.6	101.9	4.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 51 Variables internas del modelo para el proceso validación

S1	**P1**	**S2**	**S**	**P2**	**P3**	**R1**	**F**	**R2**	**R**	**Simulated flow**
201.3	37.3	117.4	114.4	3.0	40.2	88.0	33.5	121.5	40.2	81.3
255.1	199.5	188.5	171.5	17.1	216.5	256.7	97.5	354.2	51.3	302.9
251.7	155.6	178.4	164.4	14.1	169.7	221.0	84.0	304.9	50.1	254.8
219.7	58.2	151.2	143.5	7.7	65.9	116.1	44.1	160.2	43.7	116.5
167.1	11.4	102.5	100.8	1.7	13.1	56.8	21.6	78.4	34.0	44.4
116.6	3.0	69.4	69.0	0.4	3.4	37.3	14.2	51.5	27.7	23.8
84.7	1.4	42.2	42.2	0.1	1.4	29.1	11.1	40.2	24.1	16.1
45.9	0.1	17.9	17.9	0.0	0.1	24.2	9.2	33.4	21.4	11.9
37.1	0.2	16.8	16.8	0.0	0.2	21.6	8.2	29.9	19.9	9.9
70.7	1.6	35.8	35.8	0.0	1.7	21.6	8.2	29.8	19.9	9.9
60.2	0.8	29.7	29.7	0.0	0.8	20.7	7.9	28.6	19.4	9.2
58.7	0.8	29.8	29.8	0.0	0.8	20.2	7.7	27.9	19.0	8.8
100.0	4.8	61.6	61.4	0.2	5.0	24.0	9.1	33.1	21.4	11.8
111.0	5.7	62.8	62.6	0.3	6.0	27.3	10.4	37.7	23.2	14.6
151.8	18.3	86.5	85.6	0.9	19.2	42.3	16.1	58.4	29.6	28.8
105.8	2.9	58.7	58.5	0.2	3.0	32.6	12.4	45.1	25.7	19.3
95.0	3.2	50.1	50.0	0.1	3.3	29.1	11.0	40.1	24.0	16.1
50.5	0.0	21.0	21.0	0.0	0.0	24.1	9.1	33.2	21.4	11.8
21.2	0.0	8.2	8.2	0.0	0.0	21.4	8.1	29.5	19.8	9.7
15.6	0.0	6.1	6.1	0.0	0.0	19.8	7.5	27.3	18.8	8.5
7.8	0.0	3.1	3.1	0.0	0.0	18.8	7.1	25.9	18.1	7.8
19.0	0.0	7.6	7.6	0.0	0.0	18.1	6.9	25.0	17.7	7.4
12.0	0.0	4.8	4.8	0.0	0.0	17.7	6.7	24.4	17.3	7.0

S1	P1	S2	S	P2	P3	R1	F	R2	R	Simulated flow
66.3	1.4	33.2	33.2	0.0	1.4	18.7	7.1	25.8	18.0	7.8
128.4	10.8	78.6	78.0	0.6	11.4	29.5	11.2	40.7	24.2	16.4
170.0	26.9	114.7	112.0	2.7	29.6	53.9	20.5	74.4	33.2	41.2
147.1	10.4	83.9	83.1	0.8	11.2	44.4	16.9	61.3	30.3	31.0
195.5	47.4	132.7	127.9	4.7	52.1	82.4	31.3	113.8	39.3	74.5
145.6	5.9	83.3	82.5	0.8	6.7	46.0	17.5	63.5	30.8	32.6
82.5	0.0	36.4	36.4	0.0	0.0	30.9	11.7	42.6	24.9	17.7
36.6	0.0	12.7	12.7	0.0	0.0	24.9	9.5	34.4	21.9	12.5
21.6	0.0	8.2	8.2	0.0	0.0	21.9	8.3	30.2	20.1	10.1
13.6	0.0	4.7	4.7	0.0	0.0	20.1	7.6	27.7	19.0	8.8
19.1	0.0	7.8	7.8	0.0	0.0	19.0	7.2	26.2	18.2	8.0
37.5	0.2	16.9	16.9	0.0	0.2	18.5	7.0	25.5	17.9	7.6
95.7	4.2	50.7	50.6	0.1	4.3	22.2	8.4	30.7	20.3	10.4
170.3	28.8	108.5	106.3	2.2	30.9	51.2	19.5	70.7	32.5	38.2
180.0	30.2	110.4	108.1	2.3	32.5	65.0	24.7	89.7	35.9	53.7
241.0	131.9	159.0	149.7	9.3	141.2	177.2	67.3	244.5	48.2	196.3
216.1	59.1	143.2	136.9	6.3	65.4	113.6	43.2	156.7	43.4	113.4
151.7	5.7	80.5	79.8	0.7	6.4	49.8	18.9	68.7	32.0	36.7
80.9	0.1	32.8	32.8	0.0	0.1	32.2	12.2	44.4	25.5	18.9
48.7	0.4	22.2	22.2	0.0	0.4	25.9	9.8	35.7	22.4	13.3
31.6	0.1	11.2	11.2	0.0	0.1	22.5	8.5	31.0	20.4	10.6
13.3	0.0	5.3	5.3	0.0	0.0	20.5	7.8	28.2	19.2	9.0
23.0	0.1	9.7	9.7	0.0	0.1	19.2	7.3	26.6	18.4	8.2
37.9	0.2	17.4	17.4	0.0	0.2	18.7	7.1	25.7	18.0	7.7
27.0	0.1	12.2	12.2	0.0	0.1	18.1	6.9	25.0	17.6	7.3
136.0	13.3	87.4	86.4	0.9	14.2	31.9	12.1	44.0	25.4	18.6
182.8	35.3	126.1	122.2	3.9	39.2	64.6	24.5	89.1	35.9	53.2
140.0	5.3	74.9	74.4	0.5	5.9	41.7	15.8	57.6	29.4	28.2
152.0	17.6	96.3	95.0	1.4	18.9	48.3	18.4	66.7	31.6	35.1
133.0	8.2	76.9	76.3	0.6	8.8	40.4	15.3	55.7	28.9	26.8
78.0	0.1	36.2	36.1	0.0	0.2	29.1	11.0	40.1	24.0	16.1
36.6	0.0	14.1	14.1	0.0	0.0	24.0	9.1	33.2	21.4	11.8
15.4	0.0	5.7	5.7	0.0	0.0	21.4	8.1	29.5	19.8	9.7
13.4	0.0	5.7	5.7	0.0	0.0	19.8	7.5	27.3	18.8	8.5
16.9	0.0	7.3	7.3	0.0	0.0	18.8	7.1	25.9	18.1	7.8
43.5	0.4	22.7	22.7	0.0	0.4	18.5	7.0	25.5	17.9	7.6
53.0	0.6	27.3	27.3	0.0	0.6	18.5	7.0	25.6	17.9	7.6
189.1	43.7	127.1	123.1	4.0	47.8	65.7	25.0	90.7	36.1	54.6
235.4	110.7	176.3	162.8	13.5	124.2	160.3	60.9	221.2	47.2	174.0
260.7	229.6	185.8	169.6	16.2	245.8	293.0	111.4	404.4	52.2	352.1
222.9	61.1	146.3	139.4	6.8	67.9	120.2	45.7	165.9	44.1	121.8
147.5	3.1	81.8	81.1	0.7	3.8	47.8	18.2	66.0	31.4	34.6
88.2	0.8	48.1	48.0	0.1	0.8	32.3	12.3	44.6	25.6	19.0
49.0	0.0	19.4	19.4	0.0	0.0	25.6	9.7	35.3	22.2	13.1
23.5	0.0	9.3	9.3	0.0	0.0	22.3	8.5	30.7	20.3	10.4
24.7	0.1	10.8	10.8	0.0	0.1	20.4	7.7	28.1	19.1	9.0

S1	P1	S2	S	P2	P3	R1	F	R2	R	Simulated flow
68.3	1.5	35.2	35.1	0.0	1.5	20.7	7.8	28.5	19.3	9.2
35.9	0.0	14.4	14.4	0.0	0.0	19.3	7.3	26.7	18.5	8.2
20.5	0.0	8.8	8.8	0.0	0.0	18.5	7.0	25.5	17.9	7.6
33.4	0.2	17.0	17.0	0.0	0.2	18.1	6.9	24.9	17.6	7.3
95.5	4.2	60.9	60.7	0.2	4.4	22.0	8.4	30.4	20.2	10.2
148.2	16.8	83.3	82.5	0.8	17.6	37.8	14.3	52.1	27.9	24.2
183.5	36.3	125.7	121.9	3.8	40.1	68.0	25.9	93.9	36.6	57.3
154.9	11.6	92.1	90.9	1.1	12.7	49.3	18.8	68.1	31.9	36.2
100.0	1.3	50.8	50.7	0.1	1.4	33.3	12.6	45.9	26.0	19.9
55.3	0.2	23.1	23.1	0.0	0.2	26.2	10.0	36.1	22.6	13.6
24.3	0.0	8.6	8.6	0.0	0.0	22.6	8.6	31.1	20.5	10.6
9.1	0.0	3.2	3.2	0.0	0.0	20.5	7.8	28.3	19.2	9.1
38.3	0.3	18.7	18.7	0.0	0.3	19.5	7.4	26.9	18.6	8.3
64.0	1.2	31.5	31.5	0.0	1.2	19.8	7.5	27.3	18.8	8.5
80.5	2.3	39.5	39.5	0.0	2.4	21.1	8.0	29.1	19.6	9.5
56.5	0.6	27.6	27.6	0.0	0.6	20.2	7.7	27.8	19.0	8.8
119.5	8.6	74.0	73.5	0.5	9.0	28.1	10.7	38.7	23.5	15.2
228.6	100.6	160.6	151.0	9.6	110.3	133.8	50.8	184.6	45.3	139.3
183.5	19.8	110.2	107.9	2.3	22.2	67.4	25.6	93.1	36.5	56.6
122.5	3.2	68.4	68.1	0.4	3.5	40.0	15.2	55.2	28.7	26.4
74.3	0.5	35.5	35.4	0.0	0.5	29.2	11.1	40.3	24.1	16.2
37.5	0.0	14.9	14.9	0.0	0.0	24.2	9.2	33.3	21.4	11.9
16.5	0.0	5.8	5.8	0.0	0.0	21.4	8.1	29.6	19.8	9.8
7.7	0.0	3.0	3.0	0.0	0.0	19.8	7.5	27.3	18.8	8.6
19.0	0.0	8.0	8.0	0.0	0.0	18.8	7.1	26.0	18.1	7.8
21.5	0.0	9.6	9.6	0.0	0.0	18.2	6.9	25.1	17.7	7.4
61.4	1.1	33.6	33.6	0.0	1.1	18.8	7.1	25.9	18.1	7.8
82.9	2.5	48.2	48.1	0.1	2.6	20.7	7.9	28.6	19.4	9.2
130.4	11.0	84.3	83.5	0.8	11.9	31.2	11.9	43.1	25.1	18.0
224.5	90.5	147.1	140.2	7.0	97.5	122.6	46.6	169.1	44.3	124.8
238.5	115.0	168.9	157.3	11.6	126.6	170.9	64.9	235.8	47.8	188.0
206.3	40.9	137.7	132.3	5.4	46.3	94.1	35.8	129.9	41.0	88.9
144.4	4.2	77.3	76.7	0.6	4.8	45.8	17.4	63.2	30.8	32.4
78.7	0.2	33.1	33.0	0.0	0.2	31.0	11.8	42.8	25.0	17.8
43.0	0.2	16.3	16.3	0.0	0.2	25.2	9.6	34.7	22.0	12.7
33.6	0.2	15.0	15.0	0.0	0.2	22.1	8.4	30.6	20.2	10.3
32.5	0.1	13.1	13.1	0.0	0.1	20.4	7.7	28.1	19.2	9.0
38.6	0.3	18.2	18.2	0.0	0.3	19.4	7.4	26.8	18.5	8.3
60.8	1.0	30.6	30.6	0.0	1.0	19.5	7.4	27.0	18.6	8.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 52 Criterios de cálculo para el proceso validación

Qobs	VQ obs	Ln (Qobs +M/40)	Qcal	VQ cal	Ln (Qcal +M/40)	Delta $(Q)^2$	Delta $(VQ)^2$	Delta $(\ln (Q+M/40))^2$	Delta $2(Q)^2$	Delta $2(VQ)^2$	Delta2$(\ln (Q+M/40))^2$	Pobs	PEobs
41.3	6.4	3.7	81.3	9.0	4.4	1601.6	6.7	0.4	28.5	3.8	1.5	86.9	103.3
202.7	14.2	5.3	302.9	17.4	5.7	10045.8	10.0	0.2	27806.4	95.1	7.8	340.1	69.4
256.5	16.0	5.6	254.8	16.0	5.5	2.7	0.0	0.0	48617.6	132.9	9.2	235.8	77.3
150.3	12.3	5.0	116.5	10.8	4.8	1141.8	2.1	0.1	13081.6	60.4	6.3	113.6	77.0
71.1	8.4	4.3	44.4	6.7	3.8	715.6	3.1	0.2	1238.3	15.6	3.1	35.0	88.2
40.2	6.3	3.7	23.8	4.9	3.2	269.2	2.1	0.3	18.2	3.4	1.4	18.8	85.1
21.7	4.7	3.1	16.1	4.0	2.8	30.8	0.4	0.1	203.8	0.0	0.4	17.1	107.0
17.8	4.2	2.9	11.9	3.5	2.6	34.5	0.6	0.1	329.8	0.1	0.2	3.8	136.3
10.8	3.3	2.5	9.9	3.2	2.4	0.7	0.0	0.0	633.4	1.4	0.0	19.5	113.4
10.3	3.2	2.4	9.9	3.1	2.4	0.2	0.0	0.0	656.5	1.6	0.0	55.5	102.6
7.5	2.7	2.1	9.2	3.0	2.3	3.1	0.1	0.0	812.0	3.1	0.2	25.2	104.8
11.3	3.4	2.5	8.8	3.0	2.3	5.9	0.1	0.0	609.7	1.3	0.0	29.9	100.7
25.4	5.0	3.3	11.8	3.4	2.5	184.6	2.6	0.5	111.8	0.3	0.6	75.0	77.4
22.5	4.7	3.2	14.6	3.8	2.7	62.5	0.9	0.2	181.9	0.1	0.4	55.3	91.9
61.2	7.8	4.1	28.8	5.4	3.4	1048.9	6.0	0.5	637.4	11.1	2.6	107.5	97.8
33.4	5.8	3.5	19.3	4.4	3.0	199.4	1.9	0.3	6.3	1.7	1.0	23.1	94.2
13.7	3.7	2.7	16.1	4.0	2.8	5.6	0.1	0.0	496.1	0.6	0.0	39.7	100.4
6.5	2.5	2.0	11.8	3.4	2.5	28.7	0.8	0.3	869.5	3.8	0.3	0.5	127.8
4.4	2.1	1.7	9.7	3.1	2.4	28.5	1.0	0.5	997.0	5.7	0.7	0.2	132.6
4.9	2.2	1.8	8.5	2.9	2.2	13.0	0.5	0.2	962.0	5.1	0.6	7.4	131.1
2.6	1.6	1.3	7.8	2.8	2.2	26.9	1.4	0.8	1111.0	8.2	1.6	1.7	127.9
2.3	1.5	1.2	7.4	2.7	2.1	25.4	1.4	0.9	1131.8	8.8	1.8	16.0	128.4
1.4	1.2	0.8	7.0	2.7	2.1	31.9	2.2	1.6	1195.2	11.0	2.9	4.4	127.2
3.1	1.8	1.4	7.8	2.8	2.2	21.5	1.0	0.6	1078.2	7.4	1.3	62.9	103.7
19.9	4.5	3.0	16.4	4.1	2.9	12.0	0.2	0.0	257.7	0.0	0.3	106.1	82.5
52.5	7.2	4.0	41.2	6.4	3.7	127.9	0.7	0.1	272.4	7.6	2.1	119.0	72.4
60.1	7.8	4.1	31.0	5.6	3.5	847.7	4.8	0.4	581.3	10.6	2.5	45.5	96.7
65.8	8.1	4.2	74.5	8.6	4.3	75.4	0.3	0.0	891.4	13.1	2.8	159.8	75.5
29.3	5.4	3.4	32.6	5.7	3.5	11.1	0.1	0.0	44.2	0.9	0.8	23.6	96.0
5.8	2.4	1.9	17.7	4.2	2.9	141.7	3.2	1.0	910.2	4.3	0.4	0.0	124.5
3.0	1.7	1.3	12.5	3.5	2.6	91.6	3.3	1.6	1089.1	7.7	1.4	0.2	151.0
1.9	1.4	1.0	10.1	3.2	2.4	67.2	3.2	1.9	1158.4	9.6	2.2	9.0	135.6
1.6	1.3	0.9	8.8	3.0	2.3	51.3	2.9	1.8	1179.6	10.4	2.5	5.4	146.7
1.6	1.3	0.9	8.0	2.8	2.2	41.0	2.5	1.6	1182.4	10.5	2.6	14.4	124.8
2.4	1.6	1.2	7.6	2.8	2.1	27.0	1.4	0.9	1124.8	8.6	1.7	29.9	114.5
5.8	2.4	1.9	10.4	3.2	2.4	21.3	0.7	0.3	911.4	4.4	0.4	83.1	99.9
22.5	4.7	3.2	38.2	6.2	3.7	247.4	2.1	0.3	180.8	0.1	0.4	148.5	82.4
34.2	5.8	3.6	53.7	7.3	4.0	381.2	2.2	0.2	3.1	1.9	1.1	103.9	90.5
187.0	13.7	5.2	196.3	14.0	5.3	85.8	0.1	0.0	22826.6	84.4	7.4	264.9	89.3
140.9	11.9	5.0	113.4	10.6	4.7	756.8	1.5	0.0	11005.7	54.5	5.9	125.5	83.4
90.3	9.5	4.5	36.7	6.1	3.6	2876.0	11.9	0.8	2956.1	25.2	4.0	20.5	109.2
28.2	5.3	3.4	18.9	4.3	3.0	86.2	0.9	0.1	60.9	0.7	0.7	1.2	136.4
12.0	3.5	2.6	13.3	3.7	2.7	1.8	0.0	0.0	575.5	1.1	0.0	16.2	113.8
7.9	2.8	2.2	10.6	3.3	2.4	7.0	0.2	0.1	785.1	2.8	0.1	9.4	146.4
4.8	2.2	1.7	9.0	3.0	2.3	18.1	0.7	0.3	972.3	5.3	0.6	2.1	126.7
2.3	1.5	1.2	8.2	2.9	2.2	34.3	1.8	1.1	1133.2	8.8	1.8	17.7	121.0

Qobs	VQ obs	Ln (Qobs +M/40)	Qcal	VQ cal	Ln (Qcal +M/40)	Delta $(Q)^2$	Delta $(VQ)^2$	Delta $(\ln (Q+M/40))^2$	Delta $2(Q)^2$	Delta $2(VQ)^2$	Delta2$(\ln (Q+M/40))^2$	Pobs	PEobs
2.2	1.5	1.1	7.7	2.8	2.2	30.5	1.7	1.0	1138.7	9.0	1.9	28.4	111.7
2.1	1.5	1.1	7.3	2.7	2.1	26.8	1.5	1.0	1142.9	9.1	2.0	9.7	112.4
14.0	3.7	2.7	18.6	4.3	3.0	21.3	0.3	0.1	483.3	0.6	0.0	137.1	75.7
41.5	6.4	3.7	53.2	7.3	4.0	136.7	0.7	0.1	31.2	3.8	1.5	131.7	70.5
24.3	4.9	3.2	28.2	5.3	3.4	15.3	0.1	0.0	136.7	0.2	0.5	23.1	105.7
19.5	4.4	3.0	35.1	5.9	3.6	242.2	2.3	0.3	269.7	0.0	0.3	95.2	80.3
8.8	3.0	2.3	26.8	5.2	3.3	325.7	4.9	1.1	739.5	2.3	0.1	46.3	92.3
4.4	2.1	1.7	16.1	4.0	2.8	136.9	3.7	1.4	998.3	5.8	0.7	1.8	116.5
2.5	1.6	1.2	11.8	3.4	2.5	86.0	3.4	1.7	1116.5	8.4	1.6	0.5	135.8
1.9	1.4	1.0	9.7	3.1	2.4	61.1	3.0	1.8	1159.8	9.7	2.2	1.3	137.4
1.7	1.3	1.0	8.5	2.9	2.2	46.8	2.6	1.7	1173.9	10.1	2.4	7.7	117.9
1.0	1.0	0.6	7.8	2.8	2.2	46.6	3.2	2.3	1222.5	12.2	3.5	11.2	117.2
1.3	1.1	0.8	7.6	2.8	2.1	39.7	2.6	1.8	1200.9	11.2	3.0	36.6	94.6
1.7	1.3	1.0	7.6	2.8	2.1	35.2	2.1	1.4	1172.5	10.1	2.4	31.0	97.6
34.8	5.9	3.6	54.6	7.4	4.0	390.7	2.2	0.2	1.4	2.0	1.1	205.6	76.1
240.8	15.5	5.5	174.0	13.2	5.2	4462.2	5.4	0.1	41953.8	121.7	8.8	223.0	63.3
365.6	19.1	5.9	352.1	18.8	5.9	181.8	0.1	0.0	108683.8	214.2	11.5	327.5	78.0
211.2	14.5	5.4	121.8	11.0	4.8	7994.9	12.2	0.3	30711.8	100.9	8.1	114.4	86.5
67.7	8.2	4.2	34.6	5.9	3.6	1095.4	5.5	0.4	1007.2	14.0	2.9	11.1	101.3
22.7	4.8	3.2	19.0	4.4	3.0	14.1	0.2	0.0	174.8	0.1	0.4	7.9	94.4
16.1	4.0	2.8	13.1	3.6	2.6	9.2	0.2	0.0	393.4	0.2	0.1	1.0	134.1
8.0	2.8	2.2	10.4	3.2	2.4	5.9	0.2	0.1	782.8	2.8	0.1	4.1	129.7
4.2	2.0	1.6	9.0	3.0	2.3	22.9	0.9	0.4	1008.8	5.9	0.8	15.4	116.4
6.7	2.6	2.0	9.2	3.0	2.3	6.4	0.2	0.1	858.6	3.6	0.2	59.0	99.8
4.8	2.2	1.7	8.2	2.9	2.2	11.4	0.4	0.2	968.5	5.2	0.6	0.8	130.3
3.5	1.9	1.5	7.6	2.8	2.1	17.2	0.8	0.4	1055.2	6.9	1.1	6.1	118.0
5.1	2.3	1.8	7.3	2.7	2.1	4.9	0.2	0.1	951.8	5.0	0.5	24.7	96.0
14.6	3.8	2.7	10.2	3.2	2.4	19.4	0.4	0.1	454.7	0.4	0.1	82.7	71.5
15.0	3.9	2.8	24.2	4.9	3.2	84.2	1.1	0.2	437.2	0.4	0.1	104.3	99.2
26.7	5.2	3.3	57.3	7.6	4.1	933.1	5.8	0.6	85.2	0.5	0.6	137.3	71.9
14.5	3.8	2.7	36.2	6.0	3.6	471.3	4.9	0.8	460.8	0.5	0.0	44.6	91.3
5.2	2.3	1.8	19.9	4.5	3.0	215.2	4.7	1.5	944.2	4.8	0.5	10.3	106.7
2.4	1.5	1.2	13.6	3.7	2.7	125.7	4.6	2.2	1127.6	8.7	1.8	4.8	127.7
1.3	1.2	0.8	10.6	3.3	2.4	86.8	4.5	2.7	1199.5	11.1	2.9	1.2	145.6
0.6	0.8	0.4	9.1	3.0	2.3	71.3	4.9	3.5	1248.7	13.7	4.4	0.5	145.3
0.5	0.7	0.3	8.3	2.9	2.2	61.9	4.9	3.7	1260.4	14.5	4.9	35.4	103.3
0.5	0.7	0.3	8.5	2.9	2.2	64.1	4.8	3.6	1256.0	14.2	4.7	46.5	105.8
0.8	0.9	0.6	9.5	3.1	2.3	75.3	4.7	3.2	1232.7	12.7	3.8	51.4	108.6
1.0	1.0	0.6	8.8	3.0	2.3	61.7	3.9	2.7	1224.0	12.3	3.6	17.6	105.5
19.3	4.4	3.0	15.2	3.9	2.8	17.1	0.2	0.1	276.6	0.0	0.2	100.4	79.1
121.7	11.0	4.8	139.3	11.8	4.9	310.3	0.6	0.0	7356.1	42.8	5.3	255.7	74.7
55.7	7.5	4.0	56.6	7.5	4.1	0.8	0.0	0.0	390.0	8.9	2.3	52.3	94.6
13.2	3.6	2.6	26.4	5.1	3.3	174.2	2.3	0.4	515.6	0.7	0.0	17.7	95.8
4.3	2.1	1.6	16.2	4.0	2.8	142.5	3.8	1.4	1003.5	5.8	0.8	6.7	111.7
2.5	1.6	1.2	11.9	3.5	2.6	87.7	3.4	1.7	1116.5	8.4	1.6	2.1	132.4
1.6	1.3	0.9	9.8	3.1	2.4	66.9	3.5	2.1	1181.0	10.4	2.6	1.7	145.6

Qobs	VQ obs	Ln (Qobs +M/40)	Qcal	VQ cal	Ln (Qcal +M/40)	Delta $(Q)^2$	Delta $(VQ)^2$	Delta $(\ln (Q+M/40))^2$	Delta $2(Q)^2$	Delta $2(VQ)^2$	Delta2$(\ln (Q+M/40))^2$	Pobs	PEobs
1.1	1.0	0.7	8.6	2.9	2.2	55.7	3.5	2.4	1215.3	11.8	3.3	1.9	129.0
0.8	0.9	0.6	7.8	2.8	2.2	48.9	3.5	2.6	1232.7	12.7	3.8	16.0	120.0
0.6	0.8	0.4	7.4	2.7	2.1	45.8	3.7	2.9	1248.7	13.7	4.4	13.5	113.7
0.6	0.8	0.4	7.8	2.8	2.2	51.4	4.0	3.0	1247.2	13.6	4.3	52.9	89.7
11.9	3.5	2.6	9.2	3.0	2.3	7.5	0.2	0.1	576.5	1.1	0.0	51.8	84.0
76.4	8.7	4.3	18.0	4.2	2.9	3412.2	20.2	2.0	1637.0	18.1	3.4	93.4	73.9
206.1	14.4	5.3	124.8	11.2	4.8	6595.1	10.1	0.2	28934.3	97.4	7.9	231.5	87.1
170.3	13.1	5.1	188.0	13.7	5.2	310.8	0.4	0.0	18058.9	73.3	6.9	213.4	75.0
94.2	9.7	4.6	88.9	9.4	4.5	28.6	0.1	0.0	3393.8	27.2	4.2	89.8	80.2
31.2	5.6	3.5	32.4	5.7	3.5	1.6	0.0	0.0	22.7	1.2	0.9	16.3	106.4
11.7	3.4	2.5	17.8	4.2	2.9	36.6	0.6	0.2	586.4	1.1	0.0	2.2	131.1
6.9	2.6	2.1	12.7	3.6	2.6	34.2	0.9	0.3	845.3	3.5	0.2	10.2	139.5
5.5	2.3	1.9	10.3	3.2	2.4	23.0	0.7	0.3	926.5	4.6	0.4	17.4	114.3
4.4	2.1	1.7	9.0	3.0	2.3	21.2	0.8	0.4	997.0	5.7	0.7	17.6	129.2
3.1	1.8	1.4	8.3	2.9	2.2	26.7	1.2	0.7	1079.5	7.4	1.3	25.8	107.8
4.2	2.0	1.6	8.4	2.9	2.2	17.7	0.7	0.4	1011.4	6.0	0.8	43.6	101.9
41.3	6.4	3.7	81.3	9.0	4.4	1601.6	6.7	0.4	28.5	3.8	1.5	86.9	103.3
202.7	14.2	5.3	302.9	17.4	5.7	10045.8	10.0	0.2	27806.4	95.1	7.8	340.1	69.4
256.5	16.0	5.6	254.8	16.0	5.5	2.7	0.0	0.0	48617.6	132.9	9.2	235.8	77.3
150.3	12.3	5.0	116.5	10.8	4.8	1141.8	2.1	0.1	13081.6	60.4	6.3	113.6	77.0
71.1	8.4	4.3	44.4	6.7	3.8	715.6	3.1	0.2	1238.3	15.6	3.1	35.0	88.2
40.2	6.3	3.7	23.8	4.9	3.2	269.2	2.1	0.3	18.2	3.4	1.4	18.8	85.1
21.7	4.7	3.1	16.1	4.0	2.8	30.8	0.4	0.1	203.8	0.0	0.4	17.1	107.0
17.8	4.2	2.9	11.9	3.5	2.6	34.5	0.6	0.1	329.8	0.1	0.2	3.8	136.3
10.8	3.3	2.5	9.9	3.2	2.4	0.7	0.0	0.0	633.4	1.4	0.0	19.5	113.4
10.3	3.2	2.4	9.9	3.1	2.4	0.2	0.0	0.0	656.5	1.6	0.0	55.5	102.6
7.5	2.7	2.1	9.2	3.0	2.3	3.1	0.1	0.0	812.0	3.1	0.2	25.2	104.8
11.3	3.4	2.5	8.8	3.0	2.3	5.9	0.1	0.0	609.7	1.3	0.0	29.9	100.7
25.4	5.0	3.3	11.8	3.4	2.5	184.6	2.6	0.5	111.8	0.3	0.6	75.0	77.4
22.5	4.7	3.2	14.6	3.8	2.7	62.5	0.9	0.2	181.9	0.1	0.4	55.3	91.9
61.2	7.8	4.1	28.8	5.4	3.4	1048.9	6.0	0.5	637.4	11.1	2.6	107.5	97.8
33.4	5.8	3.5	19.3	4.4	3.0	199.4	1.9	0.3	6.3	1.7	1.0	23.1	94.2
13.7	3.7	2.7	16.1	4.0	2.8	5.6	0.1	0.0	496.1	0.6	0.0	39.7	100.4
6.5	2.5	2.0	11.8	3.4	2.5	28.7	0.8	0.3	869.5	3.8	0.3	0.5	127.8
4.4	2.1	1.7	9.7	3.1	2.4	28.5	1.0	0.5	997.0	5.7	0.7	0.2	132.6
4.9	2.2	1.8	8.5	2.9	2.2	13.0	0.5	0.2	962.0	5.1	0.6	7.4	131.1
2.6	1.6	1.3	7.8	2.8	2.2	26.9	1.4	0.8	1111.0	8.2	1.6	1.7	127.9
2.3	1.5	1.2	7.4	2.7	2.1	25.4	1.4	0.9	1131.8	8.8	1.8	16.0	128.4
1.4	1.2	0.8	7.0	2.7	2.1	31.9	2.2	1.6	1195.2	11.0	2.9	4.4	127.2
3.1	1.8	1.4	7.8	2.8	2.2	21.5	1.0	0.6	1078.2	7.4	1.3	62.9	103.7

Fuente: Elaboración propia

En el hidrograma de validación que se muestra en la Figura 58, se puede observar que se presentan 3 periodos no satisfactorios que son, marzo 1985, marzo 1986 y marzo 1992; donde el primer periodo el Qsim 3.62 m^3/s es menor que el Q observ 9.55 m^3/s, en el segundo periodo el Qsim 3.84 m^3/s es menor que el Qobserv 9.37 m^3/s y en el tercer

periodo el Qsim 13.89 m^3/s es menor que el Qobserv 32.15 m3/s, se puede definir que los Qsimulados tienen una buena correlación.

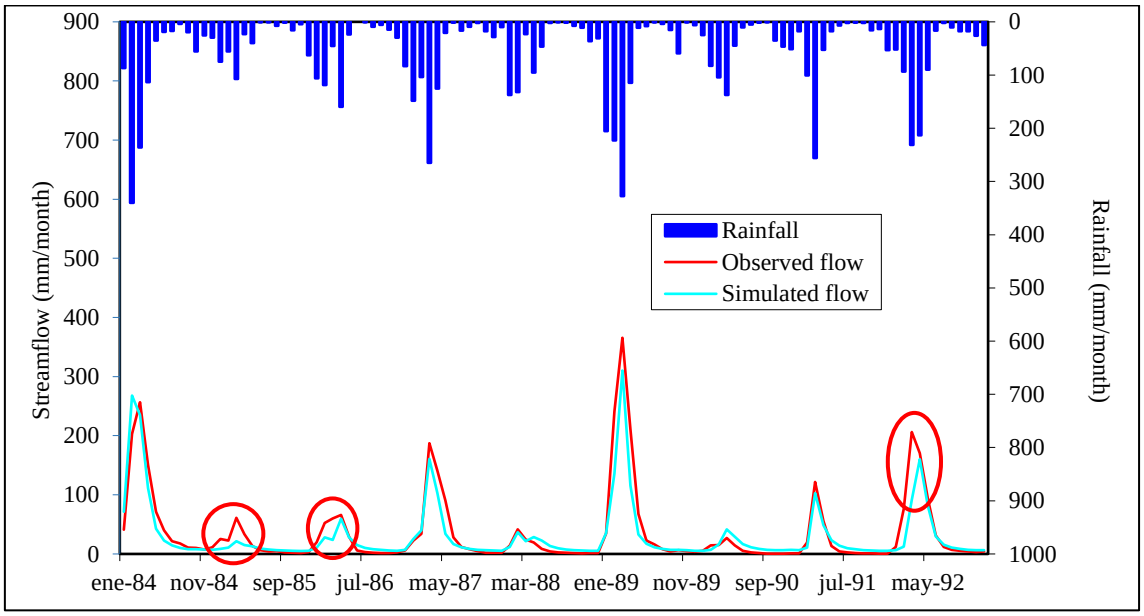


Figura N° 58 Hidrograma de validación y precipitación modelo GR2m
Fuente: Elaboración propia

En el proceso de validación, se obtuvo un coeficiente de determinación R^2 de 0.7525, y un coeficiente de correlación de 0.87, teniendo una correlación muy buena, resultado aceptable generando una ecuación de la forma Qsim = 0.1254*Qobser + 21.497, conforme se puede apreciar en la Figura 59.

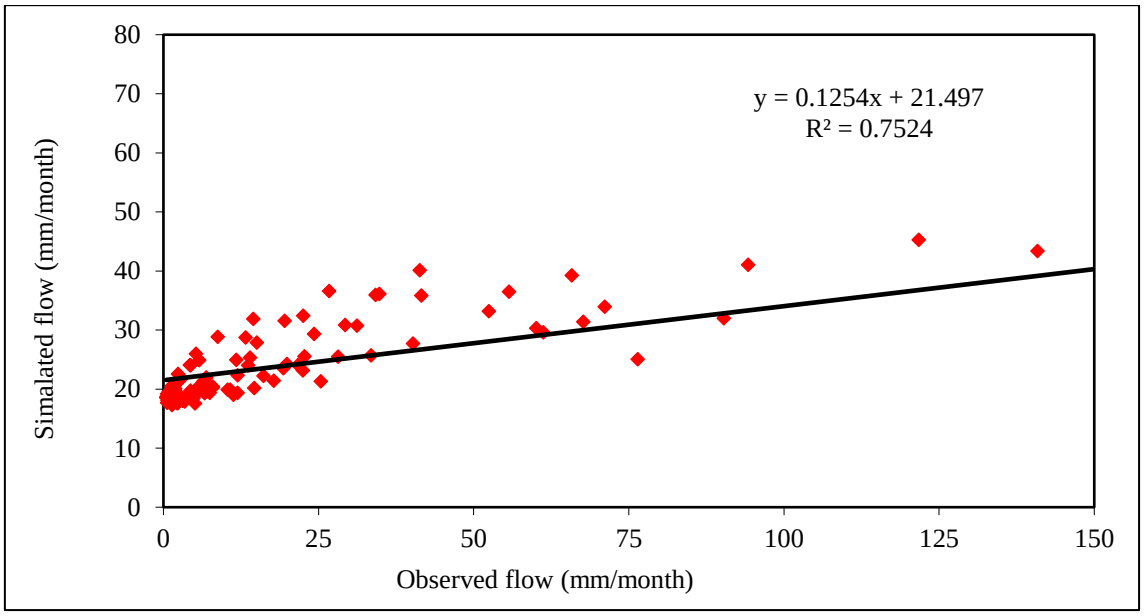


Figura N° 59 Línea de tendencia entre el flujo simulado y observado proceso validación modelo GR2m
Fuente: Elaboración propia

4.3 Modelo abc

Con el modelo hidrológico abc, se desarrolló la fase de calibración y validación, con la finalidad asegurar que el modelo funcione satisfactoriamente para un escenario futuro.

Según el acápite 2.3.3 se presenta el desarrollo del modelo.

4.3.1 Calibración

En el proceso de calibración se utilizó datos del periodo 1972-1982 y para la optimización del modelo se utilizó el programa solver incorporado dentro del programa Excel.
Los parámetros del modelo hidrológico se presentan en la Tabla 53.

Tabla N° 53 Parámetros del modelo hidrológico

a	0.2261
b	0.4146
c	0.8212
Valor Inicial	
Almacenamiento inicial de agua almacenada (mm)	6

Fuente: Elaboración propia

La variable de entrada al modelo es la precipitación, conforme se muestra en la Tabla 54.

Tabla N° 54 Datos de entrada, variables intermedias y de salida

Datos de Entrada		Variables intermedias			Variables de salida		
Fecha	Precipitación (mm)	Infiltración (mm)	Evapotranspiración (mm)	Almacenamiento de Agua Subterránea (mm)	Caudal (mm)	Caudal Simulado (m3/s)	Caudal Observado (m3/s)
	Pi	Ii	Ei	Gi	Qi	Qsim i	Qoi
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
01/01/1972	67.4	15.2	27.9	16.3	29.1	4.5	2.8
01/02/1972	81	18.3	33.6	21.2	42.5	7.1	7.6
01/03/1972	531.2	120.1	220.2	123.9	208.3	32.5	38.2
01/04/1972	113.7	25.7	47.1	47.9	142.6	23.0	23.5
01/05/1972	58.8	13.3	24.4	21.9	60.4	9.4	7.4
01/06/1972	22.7	5.1	9.4	9.0	26.1	4.2	4.8
01/07/1972	5.2	1.2	2.2	2.8	9.3	1.5	3.0
01/08/1972	14.1	3.2	5.8	3.7	7.4	1.1	1.5
01/09/1972	7.5	1.7	3.1	2.4	5.7	0.9	0.8
01/10/1972	7.9	1.8	3.3	2.2	4.8	0.7	0.7
01/11/1972	33.2	7.5	13.8	7.9	13.7	2.2	0.5
01/12/1972	83.6	18.9	34.7	20.3	36.5	5.7	1.5
01/01/1973	115.3	26.1	47.8	29.7	58.1	9.1	4.9
01/02/1973	235.1	53.2	97.5	58.5	108.9	18.8	44.7

Datos de Entrada		Variables intermedias			Variables de salida		
Fecha	Precipitación (mm)	Infiltración (mm)	Evapotranspiración (mm)	Almacenamiento de Agua Subterránea (mm)	Caudal (mm)	Caudal Simulado (m3/s)	Caudal Observado (m3/s)
	Pi	Ii	Ei	Gi	Qi	Qsim i	Qoi
01/03/1973	233.1	52.7	96.6	63.2	131.8	20.6	28.2
01/04/1973	184.8	41.8	76.6	53.1	118.3	19.1	26.8
01/05/1973	47.5	10.7	19.7	20.2	60.7	9.5	9.3
01/06/1973	18.1	4.1	7.5	7.7	23.1	3.7	4.5
01/07/1973	4.5	1.0	1.9	2.4	7.9	1.2	2.6
01/08/1973	8.2	1.9	3.4	2.3	4.9	0.8	2.0
01/09/1973	22.8	5.2	9.5	5.6	10.1	1.6	1.0
01/10/1973	8	1.8	3.3	2.8	7.4	1.2	0.6
01/11/1973	12.2	2.8	5.1	3.3	6.7	1.1	0.8
01/12/1973	59.6	13.5	24.7	14.1	24.1	3.8	0.9
01/01/1974	48.2	10.9	20.0	13.4	28.9	4.5	1.8
01/02/1974	164.7	37.2	68.3	39.6	70.2	12.1	6.1
01/03/1974	86	19.4	35.7	26.5	63.4	9.9	8.4
01/04/1974	53.4	12.1	22.1	16.8	41.0	6.6	1.7
01/05/1974	11.5	2.6	4.8	5.6	17.9	2.8	1.0
01/06/1974	24.8	5.6	10.3	6.6	13.5	2.2	0.9
01/07/1974	7.5	1.7	3.1	2.9	8.1	1.3	0.8
01/08/1974	11.6	2.6	4.8	3.1	6.5	1.0	0.7
01/09/1974	14.8	3.3	6.1	3.9	7.9	1.3	0.3
01/10/1974	26.9	6.1	11.2	6.8	12.9	2.0	0.3
01/11/1974	24.7	5.6	10.2	6.8	14.4	2.3	0.3
01/12/1974	23.1	5.2	9.6	6.4	13.9	2.2	0.8
01/01/1975	48.3	10.9	20.0	12.1	22.6	3.5	2.6
01/02/1975	219.4	49.6	91.0	51.8	88.7	15.3	8.5
01/03/1975	278.5	63.0	115.5	72.2	142.6	22.2	18.9
01/04/1975	120.7	27.3	50.0	40.2	102.7	16.6	16.1
01/05/1975	65.9	14.9	27.3	22.1	56.7	8.8	6.4
01/06/1975	25.2	5.7	10.4	9.6	27.2	4.4	3.1
01/07/1975	13.1	3.0	5.4	4.7	12.6	2.0	1.5
01/08/1975	35.3	8.0	14.6	8.8	16.5	2.6	1.1
01/09/1975	3.4	0.8	1.4	2.3	8.5	1.4	1.2
01/10/1975	64.2	14.5	26.6	14.9	25.0	3.9	0.9
01/11/1975	11.3	2.6	4.7	5.2	16.3	2.6	0.9
01/12/1975	8.4	1.9	3.5	2.8	7.3	1.1	0.7
01/01/1976	189.7	42.9	78.7	43.4	70.5	11.0	5.5
01/02/1976	211.8	47.9	87.8	55.6	111.7	18.6	24.2
01/03/1976	218.7	49.4	90.7	59.4	124.3	19.4	39.5
01/04/1976	109.8	24.8	45.5	35.4	88.2	14.2	24.0
01/05/1976	31.6	7.1	13.1	13.5	40.5	6.3	9.6
01/06/1976	4.9	1.1	2.0	3.5	12.8	2.1	4.7

Datos de Entrada		Variables intermedias			Variables de salida		
Fecha	Precipitación (mm)	Infiltración (mm)	Evapotranspiración (mm)	Almacenamiento de Agua Subterránea (mm)	Caudal (mm)	Caudal Simulado (m3/s)	Caudal Observado (m3/s)
	Pi	Ii	Ei	Gi	Qi	Qsim i	Qoi
01/07/1976	0.6	0.1	0.2	0.8	3.1	0.5	2.3
01/08/1976	4.8	1.1	2.0	1.2	2.4	0.4	1.4
01/09/1976	6.2	1.4	2.6	1.6	3.2	0.5	0.9
01/10/1976	4.9	1.1	2.0	1.4	3.1	0.5	0.9
01/11/1976	6.5	1.5	2.7	1.7	3.5	0.6	0.8
01/12/1976	47.7	10.8	19.8	11.1	18.5	2.9	1.2
01/01/1977	120.1	27.2	49.8	29.1	52.3	8.2	3.6
01/02/1977	195.7	44.2	81.1	49.5	94.2	16.3	13.5
01/03/1977	215.8	48.8	89.5	57.6	118.1	18.4	18.5
01/04/1977	138.6	31.3	57.5	41.6	97.1	15.7	22.4
01/05/1977	14.7	3.3	6.1	10.8	39.5	6.2	7.8
01/06/1977	21.7	4.9	9.0	6.8	16.6	2.7	2.1
01/07/1977	0.3	0.1	0.1	1.3	5.7	0.9	1.9
01/08/1977	1	0.2	0.4	0.5	1.4	0.2	0.9
01/09/1977	14.7	3.3	6.1	3.4	5.7	0.9	0.6
01/10/1977	7.7	1.7	3.2	2.3	5.6	0.9	0.5
01/11/1977	7.8	1.8	3.2	2.2	4.7	0.8	0.5
01/12/1977	38.5	8.7	16.0	9.1	15.6	2.4	0.5
01/01/1978	20.9	4.7	8.7	6.4	15.0	2.3	0.7
01/02/1978	82.6	18.7	34.2	19.8	34.9	6.0	1.6
01/03/1978	129.1	29.2	53.5	32.7	62.7	9.8	4.9
01/04/1978	74.9	16.9	31.1	22.8	53.8	8.7	7.9
01/05/1978	51.3	11.6	21.3	15.7	37.1	5.8	3.3
01/06/1978	1.6	0.4	0.7	3.2	13.4	2.2	1.3
01/07/1978	5.3	1.2	2.2	1.8	4.5	0.7	0.4
01/08/1978	0.9	0.2	0.4	0.5	1.8	0.3	0.4
01/09/1978	5.8	1.3	2.4	1.4	2.5	0.4	0.1
01/10/1978	7.3	1.7	3.0	1.9	3.8	0.6	0.1
01/11/1978	3.2	0.7	1.3	1.1	2.7	0.4	0.1
01/12/1978	11.8	2.7	4.9	2.9	5.1	0.8	0.1
01/01/1979	92.7	21.0	38.4	21.5	35.7	5.6	1.3
01/02/1979	86.2	19.5	35.7	23.3	48.6	8.4	2.8
01/03/1979	268.2	60.6	111.2	64.8	115.5	18.0	15.6
01/04/1979	93.1	21.0	38.6	32.6	86.7	14.0	7.0
01/05/1979	26	5.9	10.8	11.7	36.1	5.6	2.7
01/06/1979	1.6	0.4	0.7	2.5	10.2	1.6	0.6
01/07/1979	0.6	0.1	0.2	0.6	2.2	0.3	0.5
01/08/1979	15.9	3.6	6.6	3.7	6.2	1.0	0.3
01/09/1979	15.7	3.5	6.5	4.2	8.7	1.4	0.4
01/10/1979	1.5	0.3	0.6	1.1	4.0	0.6	0.2

Datos de Entrada		Variables intermedias			Variables de salida		
Fecha	Precipitación (mm)	Infiltración (mm)	Evapotranspiración (mm)	Almacenamiento de Agua Subterránea (mm)	Caudal (mm)	Caudal Simulado (m3/s)	Caudal Observado (m3/s)
	Pi	Ii	Ei	Gi	Qi	Qsim i	Qoi
01/11/1979	1.2	0.3	0.5	0.5	1.3	0.2	0.2
01/12/1979	4.7	1.1	1.9	1.1	2.1	0.3	0.1
01/01/1980	33.5	7.6	13.9	7.8	13.0	2.0	0.1
01/02/1980	70.2	15.9	29.1	17.3	31.6	5.3	1.1
01/03/1980	106.4	24.1	44.1	27.1	52.4	8.2	1.7
01/04/1980	105.6	23.9	43.8	28.7	60.2	9.7	3.3
01/05/1980	25.5	5.8	10.6	10.9	32.8	5.1	1.9
01/06/1980	0.7	0.2	0.3	2.1	9.2	1.5	0.7
01/07/1980	1	0.2	0.4	0.6	2.1	0.3	0.2
01/08/1980	1.4	0.3	0.6	0.4	1.0	0.2	0.1
01/09/1980	0.3	0.1	0.1	0.1	0.5	0.1	0.0
01/10/1980	41.6	9.4	17.2	9.4	15.1	2.4	0.0
01/11/1980	54.1	12.2	22.4	13.9	27.2	4.4	0.0
01/12/1980	51.7	11.7	21.4	14.2	30.0	4.7	0.6
01/01/1981	36.5	8.3	15.1	10.8	24.8	3.9	0.3
01/02/1981	132.8	30.0	55.1	32.0	56.6	9.8	3.2
01/03/1981	310.7	70.2	128.8	76.0	137.9	21.5	21.1
01/04/1981	90.6	20.5	37.6	34.1	94.9	15.3	6.0
01/05/1981	16.5	3.7	6.8	9.8	33.9	5.3	1.7
01/06/1981	7.6	1.7	3.2	3.5	10.8	1.7	0.5
01/07/1981	2.5	0.6	1.0	1.2	3.8	0.6	0.4
01/08/1981	7.2	1.6	3.0	1.8	3.6	0.6	0.3
01/09/1981	0	0.0	0.0	0.3	1.5	0.2	0.2
01/10/1981	32.4	7.3	13.4	7.4	11.9	1.9	0.1
01/11/1981	17.2	3.9	7.1	5.2	12.2	2.0	0.0
01/12/1981	50.6	11.4	21.0	12.4	22.5	3.5	0.0
01/01/1982	64.3	14.5	26.7	16.8	33.3	5.2	0.4
01/02/1982	88	19.9	36.5	22.9	45.4	7.8	1.4
01/03/1982	27.1	6.1	11.2	10.2	28.5	4.5	0.9
01/04/1982	99.9	22.6	41.4	24.4	44.3	7.1	2.8
01/05/1982	40.3	9.1	16.7	13.5	34.5	5.4	0.5
01/06/1982	1.4	0.3	0.6	2.7	11.6	1.9	0.2
01/07/1982	1.7	0.4	0.7	0.9	2.8	0.4	0.2
01/08/1982	0	0.0	0.0	0.2	0.7	0.1	0.1
01/09/1982	7.7	1.7	3.2	1.8	2.9	0.5	0.1
01/10/1982	65.6	14.8	27.2	15.1	25.0	3.9	0.1
01/11/1982	66.7	15.1	27.7	17.8	36.4	5.9	0.8
01/12/1982	333.1	75.3	138.1	78.5	134.3	21.0	19.5

Fuente: Elaboración propia

Parámetro de calibración	
Nash	0.74

En el hidrograma de calibración que se muestra en la Figura 60, se puede observar que se presentan 4 periodos no satisfactorios que son, febrero 1973 (Qsim 18.4 m^3/s es menor Qobser 44.7 m^3/s), marzo 1976(Qsim 19.4m^3/s es menor Qobser 44.675 m^3/s), abril 1980 (Qsim 9.7 m^3/s es mayor Qobser 3.3 m^3/s) y en el cuarto periodo lo podemos definir a los meses de febrero, marzo y abril 1982(Qsim 7.8 m^3/s , 4.5 m^3/s, 7.1 m^3/s es mayor Qobser 1.4 m^3/s, 0.9 m^3/s y 2.8 m^3/s respectivamente), se puede definir que los Qsimulados tienen una buena correlación.

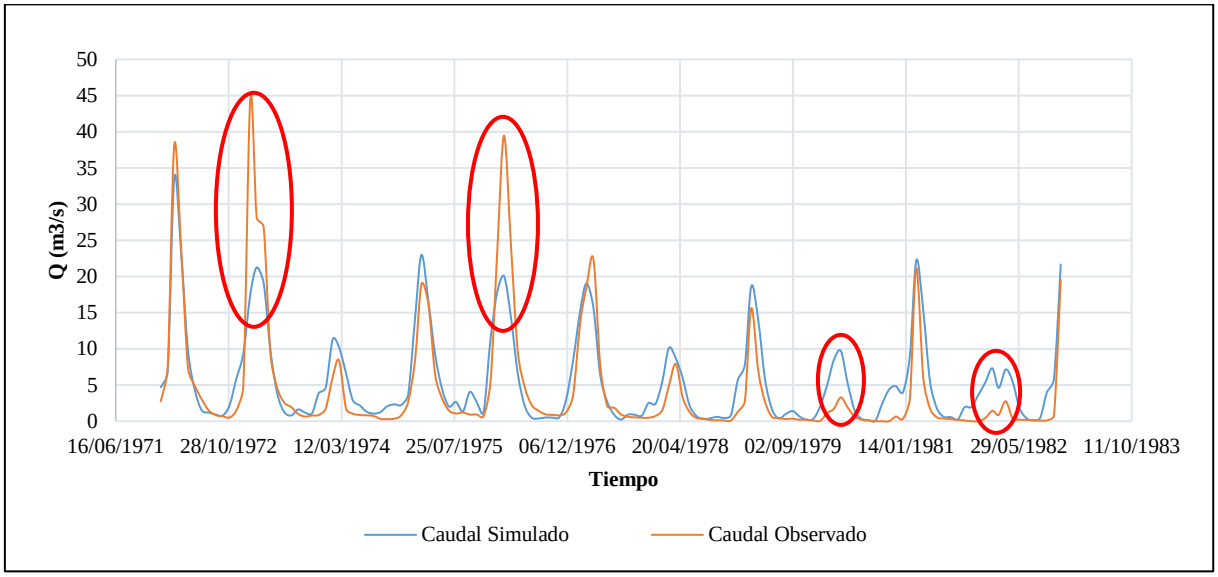


Figura N° 60 Hidrograma proceso calibración modelo abc
Fuente: Elaboración propia

En el proceso de calibración, se obtuvo un coeficiente de determinación R^2 de 0.7637, y un coeficiente de correlación de 0.87, teniendo una correlación muy buena, resultado aceptable generando una ecuación de la forma Qsim = 0.668*Qobser + 2.4566, conforme se puede apreciar en la Figura 61.

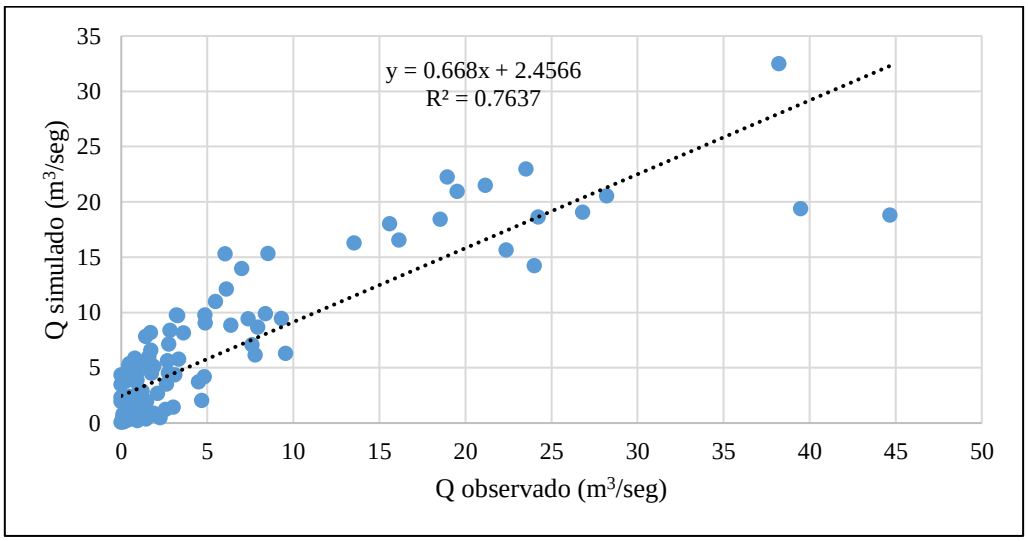


Figura N° 61 Línea de tendencia entre el Qsimulado y Qobservado proceso calibración modelo abc
Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Validación

Para el proceso de validación empleamos el periodo 1984-1992, y en la Tabla 55 se presentan los parámetros del modelo.

Tabla N° 55 Parámetros del modelo hidrológico

a	0.2261
b	0.4146
c	0.8211
Valores Iniciales	
Agua Sub Inicial	1

Fuente: Elaboración propia

Como variable de entrada tenemos la precipitación del periodo 1984-1992, conforme se muestra en la Tabla 56.

Tabla N° 56 Datos de entrada, variables intermedias y de salida

Datos de Entrada		Variables intermedias			Variables de salida		
Fecha	Precipitación (mm)	Infiltración (mm)	Evapotranspiración (mm)	Almacenamiento de Agua Subterránea (mm)	Caudal (mm)	Caudal Simulado (m3/s)	Caudal Observado (m3/s)
	Pi	Ii	Ei	Gi	Qi	Qsim i	Qoi
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
01/01/1984	86.9	19.6	36.0	19.8	32.0	5.0	6.4
01/02/1984	340.1	76.9	141.0	80.4	138.5	23.1	33.8
01/03/1984	235.8	53.3	97.8	67.7	150.8	23.5	40.0
01/04/1984	113.6	25.7	47.1	37.8	96.4	15.5	24.2
01/05/1984	35	7.9	14.5	14.7	43.6	6.8	11.1
01/06/1984	18.8	4.3	7.8	6.9	18.8	3.0	6.5
01/07/1984	17.1	3.9	7.1	5.1	11.8	1.8	3.4
01/08/1984	3.8	0.9	1.6	1.8	5.5	0.9	2.8
01/09/1984	19.5	4.4	8.1	4.7	8.5	1.4	1.7
01/10/1984	55.5	12.5	23.0	13.4	23.8	3.7	1.6
01/11/1984	25.2	5.7	10.4	8.1	20.1	3.2	1.2
01/12/1984	29.9	6.8	12.4	8.2	17.4	2.7	1.8
01/01/1985	75	17.0	31.1	18.4	33.7	5.3	4.0
01/02/1985	55.3	12.5	22.9	15.8	35.0	6.0	3.9
01/03/1985	107.5	24.3	44.6	27.1	51.6	8.1	9.6
01/04/1985	23.1	5.2	9.6	10.1	30.6	4.9	5.4
01/05/1985	39.7	9.0	16.5	10.8	22.5	3.5	2.1
01/06/1985	0.5	0.1	0.2	2.0	9.0	1.5	1.0
01/07/1985	0.2	0.0	0.1	0.4	1.7	0.3	0.7
01/08/1985	7.4	1.7	3.1	1.7	3.0	0.5	0.8
01/09/1985	1.7	0.4	0.7	0.7	2.0	0.3	0.4
01/10/1985	16	3.6	6.6	3.7	6.3	1.0	0.4

Datos de Entrada		Variables intermedias			Variables de salida		
Fecha	Precipitación (mm)	Infiltración (mm)	Evapotranspiración (mm)	Almacenamiento de Agua Subterránea (mm)	Caudal (mm)	Caudal Simulado (m3/s)	Caudal Observado (m3/s)
	Pi	Ii	Ei	Gi	Qi	Qsim i	Qoi
01/11/1985	4.4	1.0	1.8	1.7	4.7	0.8	0.2
01/12/1985	62.9	14.2	26.1	14.5	24.0	3.7	0.5
01/01/1986	106.1	24.0	44.0	26.6	50.0	7.8	3.1
01/02/1986	119	26.9	49.3	31.7	64.6	11.2	9.1
01/03/1986	45.5	10.3	18.9	15.9	42.3	6.6	9.4
01/04/1986	159.8	36.1	66.3	39.0	70.5	11.4	10.6
01/05/1986	23.6	5.3	9.8	12.3	40.5	6.3	4.6
01/06/1986	0	0.0	0.0	2.2	10.1	1.6	0.9
01/07/1986	0.2	0.0	0.1	0.4	1.9	0.3	0.5
01/08/1986	9	2.0	3.7	2.1	3.6	0.6	0.3
01/09/1986	5.4	1.2	2.2	1.6	3.7	0.6	0.3
01/10/1986	14.4	3.3	6.0	3.5	6.5	1.0	0.2
01/11/1986	29.9	6.8	12.4	7.4	13.7	2.2	0.4
01/12/1986	83.1	18.8	34.5	20.1	35.9	5.6	0.9
01/01/1987	148.5	33.6	61.6	37.2	69.9	10.9	3.5
01/02/1987	103.9	23.5	43.1	30.1	67.9	11.7	5.9
01/03/1987	264.9	59.9	109.8	65.3	119.9	18.7	29.2
01/04/1987	125.5	28.4	52.0	40.0	98.7	15.9	22.7
01/05/1987	20.5	4.6	8.5	11.8	40.3	6.3	14.1
01/06/1987	1.2	0.3	0.5	2.4	10.1	1.6	4.5
01/07/1987	16.2	3.7	6.7	4.1	7.8	1.2	1.9
01/08/1987	9.4	2.1	3.9	2.9	6.7	1.1	1.2
01/09/1987	2.1	0.5	0.9	1.0	3.1	0.5	0.8
01/10/1987	17.7	4.0	7.3	4.2	7.2	1.1	0.4
01/11/1987	28.4	6.4	11.8	7.2	13.6	2.2	0.4
01/12/1987	9.7	2.2	4.0	3.5	9.4	1.5	0.3
01/01/1988	137.1	31.0	56.8	31.6	52.1	8.1	2.2
01/02/1988	131.7	29.8	54.6	35.4	73.3	12.2	6.9
01/03/1988	23.1	5.2	9.6	11.6	37.4	5.8	3.8
01/04/1988	95.2	21.5	39.5	23.6	43.7	7.0	3.2
01/05/1988	46.3	10.5	19.2	14.7	36.0	5.6	1.4
01/06/1988	1.8	0.4	0.7	3.0	12.7	2.0	0.7
01/07/1988	0.5	0.1	0.2	0.7	2.7	0.4	0.4
01/08/1988	1.3	0.3	0.5	0.4	1.0	0.2	0.3
01/09/1988	7.7	1.7	3.2	1.8	3.1	0.5	0.3
01/10/1988	11.2	2.5	4.6	2.9	5.5	0.9	0.2
01/11/1988	36.6	8.3	15.2	8.8	15.5	2.5	0.2
01/12/1988	31	7.0	12.9	8.6	18.4	2.9	0.3

Datos de Entrada		Variables intermedias			Variables de salida		
Fecha	Precipitación (mm)	Infiltración (mm)	Evapotranspiración (mm)	Almacenamiento de Agua Subterránea (mm)	Caudal (mm)	Caudal Simulado (m3/s)	Caudal Observado (m3/s)
	Pi	Ii	Ei	Gi	Qi	Qsim i	Qoi
01/01/1989	205.6	46.5	85.2	48.0	80.9	12.6	5.4
01/02/1989	223	50.4	92.5	59.0	119.6	20.7	41.6
01/03/1989	327.5	74.0	135.8	84.6	166.1	25.9	57.1
01/04/1989	114.4	25.9	47.4	41.0	110.6	17.8	34.1
01/05/1989	11.1	2.5	4.6	9.8	37.7	5.9	10.6
01/06/1989	7.9	1.8	3.3	3.5	10.9	1.8	3.7
01/07/1989	1	0.2	0.4	0.9	3.3	0.5	2.5
01/08/1989	4.1	0.9	1.7	1.1	2.2	0.3	1.2
01/09/1989	15.4	3.5	6.4	3.7	6.4	1.0	0.7
01/10/1989	59	13.3	24.5	14.0	24.2	3.8	1.0
01/11/1989	0.8	0.2	0.3	2.7	11.8	1.9	0.8
01/12/1989	6.1	1.4	2.5	1.9	4.4	0.7	0.5
01/01/1990	24.7	5.6	10.2	5.9	10.4	1.6	0.8
01/02/1990	82.7	18.7	34.3	19.8	34.6	6.0	2.5
01/03/1990	104.3	23.6	43.2	27.1	53.7	8.4	2.3
01/04/1990	137.3	31.0	56.9	35.9	71.6	11.5	4.3
01/05/1990	44.6	10.1	18.5	16.5	45.5	7.1	2.3
01/06/1990	10.3	2.3	4.3	5.3	17.3	2.8	0.8
01/07/1990	4.8	1.1	2.0	2.0	6.1	0.9	0.4
01/08/1990	1.2	0.3	0.5	0.6	2.1	0.3	0.2
01/09/1990	0.5	0.1	0.2	0.2	0.7	0.1	0.1
01/10/1990	35.4	8.0	14.7	8.0	12.9	2.0	0.1
01/11/1990	46.5	10.5	19.3	12.0	23.3	3.8	0.1
01/12/1990	51.4	11.6	21.3	13.8	28.3	4.4	0.1
01/01/1991	17.6	4.0	7.3	6.4	17.6	2.8	0.2
01/02/1991	100.4	22.7	41.6	23.9	41.4	7.1	3.3
01/03/1991	255.7	57.8	106.0	62.1	111.5	17.4	19.0
01/04/1991	52.3	11.8	21.7	22.9	69.8	11.3	9.0
01/05/1991	17.7	4.0	7.3	8.1	25.2	3.9	2.1
01/06/1991	6.7	1.5	2.8	3.0	9.1	1.5	0.7
01/07/1991	2.1	0.5	0.9	1.0	3.2	0.5	0.4
01/08/1991	1.7	0.4	0.7	0.6	1.4	0.2	0.2
01/09/1991	1.9	0.4	0.8	0.5	1.1	0.2	0.2
01/10/1991	16	3.6	6.6	3.7	6.2	1.0	0.1
01/11/1991	13.5	3.1	5.6	3.7	7.9	1.3	0.1
01/12/1991	52.9	12.0	21.9	12.6	22.1	3.4	0.1
01/01/1992	51.8	11.7	21.5	14.0	29.0	4.5	1.9
01/02/1992	93.4	21.1	38.7	23.6	45.0	7.5	12.7

Datos de Entrada		Variables intermedias			Variables de salida		
Fecha	Precipitación (mm)	Infiltración (mm)	Evapotranspiración (mm)	Almacenamiento de Agua Subterránea (mm)	Caudal (mm)	Caudal Simulado (m3/s)	Caudal Observado (m3/s)
	Pi	Ii	Ei	Gi	Qi	Qsim i	Qoi
01/03/1992	231.5	52.3	96.0	56.6	102.6	16.0	32.2
01/04/1992	213.4	48.2	88.5	58.4	123.1	19.9	27.5
01/05/1992	89.8	20.3	37.2	30.7	80.2	12.5	14.7
01/06/1992	16.3	3.7	6.8	9.2	31.1	5.0	5.0
01/07/1992	2.2	0.5	0.9	2.1	8.3	1.3	1.8
01/08/1992	10.2	2.3	4.2	2.7	5.4	0.8	1.1
01/09/1992	17.4	3.9	7.2	4.4	8.5	1.4	0.9
01/10/1992	17.6	4.0	7.3	4.8	9.9	1.6	0.7
01/11/1992	25.8	5.8	10.7	6.7	13.2	2.1	0.5
01/12/1992	43.6	9.9	18.1	11.1	21.2	3.3	0.6

Fuente: Elaboración propia

Parámetro de validación	
Nash	0.70

En el hidrograma de validación que se muestra en la Figura 62, se puede observar que se presentan 5 periodos no satisfactorios que son, marzo 1984 (Qsim 23.5 m^3/s es menor Qobser 40.0 m^3/s), marzo 1987 (Qsim 18.7 m^3/s es menor Qobser 29.2 m^3/s), marzo 1989 (Qsim 25.9 m^3/s es menor Qobser 57.1 m^3/s), el cuarto periodo abril 1990 (Qsim 11.5 m^3/s es mayor Qobserv 4.3 m^3/s) y en el quinto periodo (Qsim 19.9 m^3/s es menor Qobser 27.5 m^3/s), se puede definir que los Qsimulados tienen una muy buena correlación.

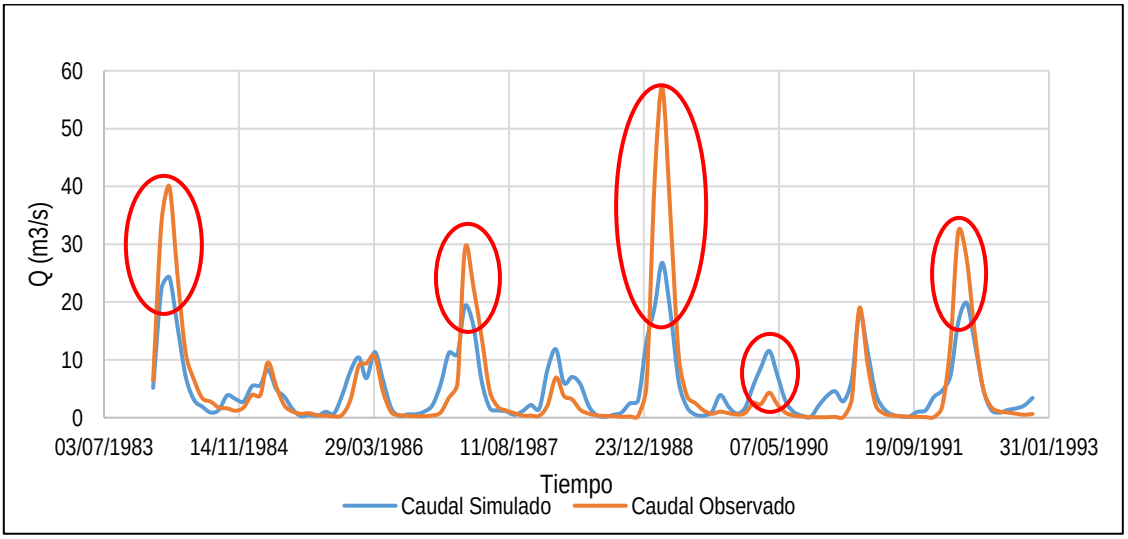


Figura N° 62 Hidrograma proceso de validación modelo abc
Fuente: Elaboración propia

En el proceso de validación, se obtuvo un coeficiente de determinación R^2 de 0.8046,y un coeficiente de correlación de 0.897, teniendo una correlación muy buena, resultado

aceptable generando una ecuación de la forma Qsim = 0.517*Qobser + 2.3354, conforme se puede apreciar en la Figura 63.

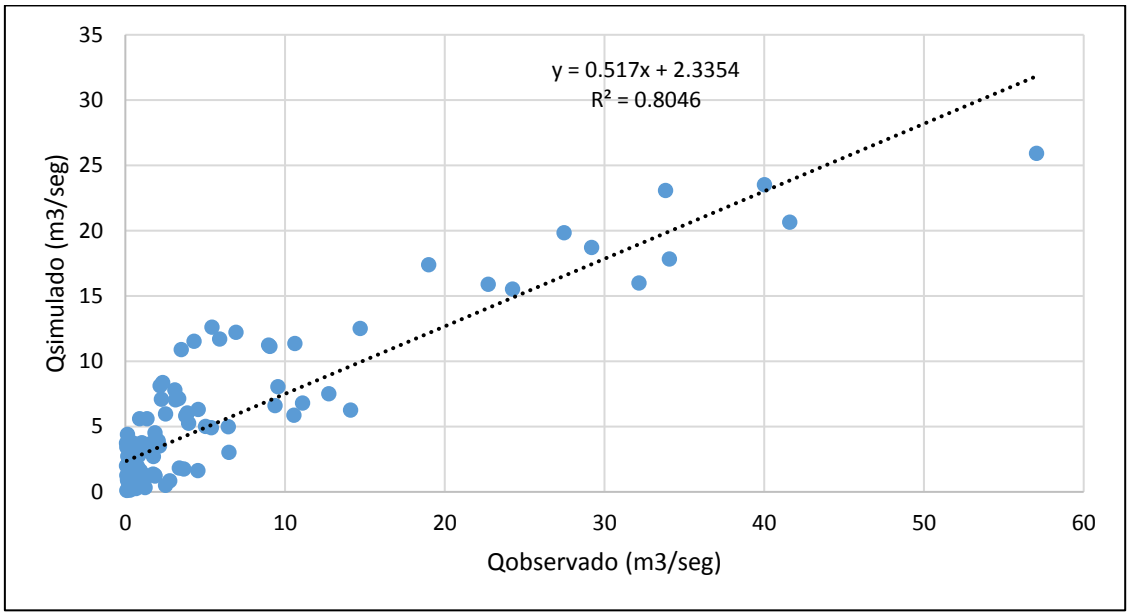


Figura N° 63 Línea de tendencia Qobservado y Qsimulado proceso validación modelo abc
Fuente: Elaboración propia

4.4 Modelo Temez

4.4.1 Calibración

Los parámetros fijos para el modelo de Temez son:

Hmax : Máxima capacidad de almacenamiento de agua en el suelo
CPo : Parámetro de la precipitación mínima para que exista escurrimiento
Imax : Parámetro de descarga de infiltración máxima
α : Parámetros de descarga del almacenamiento subterráneo

a) Calculo del umbral de escorrentía: Po

Según (Moreda, Miralles-Wilhelm, & Muñoz, 2014), prepararon los números de curva para ser utilizados en el modelo Hydro-BID del Banco Internacional de Desarrollo, para la Cuenca Piura, de la cual se extrajo los valores de la subcuenca de recepción en estudio, cuyos valores se muestran en la Tabla 57.

Tabla N° 57 Valores del número de curva en la subcuenca Bigote

Comid	curve_numb	hydgrp	Área (Km^2)	NC * Ai
	NCi		Ai	
305598300	85	D	0.028	2.4
305598300	81	D	0.006	0.5
305598300	79	D	1.054	83.3
305598300	79	D	0.014	1.1
305627200	79	D	100.343	7927.1

Comid	curve_numb	hydgrp	Área (Km^2)	NC * Ai
	NCi		Ai	
305627200	79	D	0.827	65.3
305627300	81	D	13.778	1116.0
305627300	87	D	3.676	319.8
305627300	87	D	9.532	829.3
305627300	79	D	182.962	14454.0
305627300	79	D	21.868	1727.6
305641900	85	D	0.081	6.9
305641900	79	D	6.711	530.2
305655800	87	D	0.296	25.7
305655800	79	D	63.757	5036.8
305660400	85	D	0.026	2.2
305660400	81	D	0.011	0.9
305660400	79	D	0.039	3.1
305660400	79	D	0.000	0.0
305671700	85	D	5.094	433.0
305671700	81	D	0.147	11.9
305671700	81	D	2.151	174.3
305671700	79	D	4.404	347.9
305671700	79	D	0.077	6.1
305728600	85	D	0.002	0.2
305728600	81	D	0.005	0.4
305728600	87	D	0.006	0.5
305728600	79	D	1.073	84.7
305728600	79	D	0.033	2.6
TOTAL			418.0	33193.6

Fuente: Consejo de Recursos Hídricos Cuenca Chira Piura-Secretaria Técnica. (2016). Base de datos del Modelo Hydro-BID

Para obtener el número de curva ponderado empleamos la siguiente ecuación:

$$\text{NCponderado} = \frac{\sum(NCi * Ai)}{\sum Ai} \qquad (116)$$

Donde:

NCi valor del número de curva de un área particular.
Ai área respectiva al número de curva.

Empleando la ecuación 116 obtenemos un número de curva de 79.4 = 79

Haciendo uso de la formula S = (25400/NC) -254 (mm)

S = 67.5 mm
Po = 0.2 *S
Po = 13.5 mm

b) Calculo del coeficiente de escorrentía: C

Tomamos como valor recomendado por Temez 0.30

c) Con los valores obtenidos de Po y C, obtenemos CPo

CPo = 4.05

Teniendo en cuenta que el valor máximo de CPo esta entre 0.2 y 1, adoptamos como valor de CPo 0.3

d) Calculo del coeficiente de característico de la cuenca o parámetro de descarga del almacenamiento subterráneo: α

Según Temez

$$f = fo\ e^{-\alpha t}$$

Donde:

t	tiempo contado desde el origen.
f	caudal subterráneo en el tiempo t.
fo	caudal subterráneo en el origen de tiempos.
α	coeficiente característico de la cuenca.

La fórmula antes mencionada es la misma que utiliza Lutz Schultz (fórmula 66) por lo tanto el valor que adopta $\alpha = 0.018$

e) Calculo de la máxima capacidad de almacenamiento de agua en el suelo

La capacidad de almacenamiento del agua está referido al agua disponible en el suelo y esta se determina de la capacidad de campo menos el punto de marchitamiento, en la publicación riego y sus tecnologías, menciona los diferentes tipos de suelo con sus respectivas humedad disponible conforme se muestra en la Tabla 58.

Tabla N° 58 Valores orientativos de los contenidos de humedad en saturación (θsat), capacidad de campo (θFC), punto de marchitamiento permanente (θWP) y agua disponible total (TAW)

Clases Texturales	Contenidos de humedad			TAW
	θ_{sat} (m^3/m^3)	θ_{FC} (m^3/m^3)	θ_{WP} (m^3/m^3)	$1000(\theta_{FC} - \theta_{WP})$ (mm/m)
Arenoso	0.32 – 0.42	0.10-0.15	0.03-0.06	60 – 70
Arenoso - franco	0.32 – 0.47	0.12-0.18	0.04 – 0.1	70 - 90
Franco - arenoso	0.34 – 0.51	0.17 – 0.26	0.06-0.13	110-130
Franco	0.42-0.51	0.22-0.31	0.09-0.16	130-150
Franco-limoso	0.42-0.55	0.23-0.34	0.08-0.15	150-190

Limoso	0.42-0.55	0.30-0.32	0.09-0.11	200-220
Franco-arcillo-limoso	0.40-0.49	0.20-0.30	0.13-0.19	80-120
Franco-arcilloso	0.47-0.51	0.28-0.38	0.16-0.22	120-160
Franco-limo-arcilloso	0.49-0.53	0.32-0.40	0.16-0.23	160-180
Arcillo-arenoso	0.47-0.53	0.28-0.40	0.20-0.30	90-100
Arcillo-limoso	0.49-0.55	0.38-0.50	0.22-0.36	150-160
Arcilloso	0.51-0.58	0.39-0.55	0.30-0.45	100-130

Fuente: Luis Santos Pereira, José Arturo de Juan Valero, María Raquel Picornell Buendía, José María Tarjuelo Martín-Benito. (2010). El riego y sus tecnologías.

Según (Chunga, 2011), señala que "En los distritos de Serrán, Bigote y Malacasí, morfológicamente, en este sector los suelos se caracterizan por un horizonte "A" de 30 a 50 cm. de espesor, de textura franco arenosa a franco limosa, que descansa sobre un horizonte "C" arenoso-grueso. Este horizonte presenta en la mayor parte de los casos, un porcentaje elevado de cantos rodados y gravillas que llegan hasta 60-70% del volumen. Los suelos tienen una tasa de infiltración rápida (3.6 cm/h). Su drenaje natural es de rápido a excesivo. Los carbonatos de calcio están ausentes."

Según (Gerencia Regional de Recursos Naturales - Piura, 2011), la zona en estudio tiene unidades litológicas permeables por porosidad primaria del tipo: depósitos aluviales recientes, constituidos mayormente por conglomerados inconsolidados en una matriz areno-limoso o arcillas leticulares y depósitos fluviales constituidos por conglomerados no consolidados mayormente arenas sueltas y materiales limo arcillosos con permeabilidad muy alta, también presenta suelos con permeabilidad de media a alta, podemos determinar que en la zona de estudio se tiene suelos: Areno – limoso y Limo – arcilloso.

Haciendo uso del Tabla 54 podemos determinar una humedad disponible de 150 mm

Hmax = 150 mm.

f) Calculo de la infiltración máxima:

Para el cálculo de la infiltración tomaremos, se tendrá en cuenta la clasificación de suelo determinada para la zona de estudio y con la ayuda de la Tabla 59 determinamos una velocidad de infiltración de 12 mm/h.

Tabla N° 59 Valores de velocidad de infiltración (mm/*h)*

Muy arenoso	20 – 25
Arenoso	15 – 20
Limo – arenoso	10 – 15
Limo – arcilloso	8 – 10
Arcilloso	< 8

Fuente (TRAXCO S.A., 2009)

De acuerdo a la Tabla 13 los valores recomendados por Temez son:

Hi = 50-250 mm

CPo = 0.2 – 1
I max = 100-400 mm/mes
α = 0.001 – 0.008

Los valores determinados son:

Hi = 150 mm
CPo = 0.3
I max = 100 mm/mes (tomamos el valor recomendado por Temez)
α = 0.018

Con estos valores obtenemos en la fase de calibración un Nash de 0.45 y un coeficiente de correlación de 0.73, dado que los resultados obtenidos no son satisfactorios efectuamos la optimización con la ayuda de la herramienta solver de Excel obtenemos los resultados que se muestran en la Tabla 60.

Tabla N° 60 Estimación del volumen de escurrimiento de la subcuenca Bigote, fase calibración

i		ETPi	Precip	δi	Poi	Ti	Hi	ETRi	Ii	Asupi	V	Asubi	A	Caudal simulado
Año	mes	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m3/s
							20				20			
1972	1	88.0	67.4	141.7	10.7	17.1	0.0	70.3	15.4	1.8	18.3	17.1	18.9	3.0
1972	2	78.5	81.0	152.2	14.7	21.5	0.0	59.5	18.8	2.7	19.8	17.3	20.0	3.2
1972	3	83.5	531.2	157.2	14.7	404.8	42.9	83.5	109.4	295.3	80.2	49.1	344.4	55.5
1972	4	82.8	113.7	113.6	6.2	53.8	20.0	82.8	39.6	14.2	58.7	61.1	75.3	12.1
1972	5	92.3	58.8	146.0	10.7	12.6	0.0	66.2	11.6	1.0	31.5	38.8	39.8	6.4
1972	6	94.3	22.7	168.1	14.7	0.4	0.0	22.3	0.4	0.0	13.1	18.9	18.9	3.0
1972	7	118.3	5.2	192.0	14.7	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	5.3	7.8	7.8	1.3
1972	8	125.4	14.1	199.1	14.7	0.0	0.0	14.1	0.0	0.0	2.2	3.2	3.2	0.5
1972	9	117.1	7.5	190.8	14.7	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0	0.9	1.3	1.3	0.2
1972	10	114.9	7.9	188.6	14.7	0.0	0.0	7.9	0.0	0.0	0.4	0.5	0.5	0.1
1972	11	106.7	33.2	180.4	14.7	1.9	0.0	31.3	1.8	0.0	1.4	0.8	0.9	0.1
1972	12	100.2	83.6	173.9	14.7	20.8	0.0	62.8	18.3	2.5	12.6	7.0	9.6	1.5
1973	1	87.4	115.3	161.1	14.7	40.9	0.0	74.4	32.2	8.8	26.3	18.4	27.2	4.4
1973	2	78.0	235.1	151.7	14.7	135.9	21.2	78.0	71.3	64.6	57.7	39.9	104.5	16.9
1973	3	89.9	233.1	142.4	10.5	139.8	24.6	89.9	72.4	67.4	71.2	58.9	126.3	20.4
1973	4	81.4	184.8	130.5	9.8	103.6	24.4	81.4	61.3	42.3	69.3	63.1	105.4	17.0
1973	5	92.1	47.5	141.4	9.9	8.4	0.0	63.6	7.9	0.4	33.4	43.8	44.3	7.1
1973	6	92.5	18.1	166.2	14.7	0.1	0.0	18.0	0.1	0.0	13.6	19.9	19.9	3.2
1973	7	112.9	4.5	186.6	14.7	0.0	0.0	4.5	0.0	0.0	5.5	8.1	8.1	1.3
1973	8	121.0	8.2	194.7	14.7	0.0	0.0	8.2	0.0	0.0	2.3	3.3	3.3	0.5
1973	9	112.7	22.8	186.4	14.7	0.4	0.0	22.4	0.4	0.0	1.2	1.5	1.5	0.2
1973	10	101.8	8.0	175.5	14.7	0.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.5	0.7	0.7	0.1
1973	11	96.7	12.2	170.4	14.7	0.0	0.0	12.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.0
1973	12	98.2	59.6	171.9	14.7	10.0	0.0	49.6	9.3	0.6	6.2	3.3	3.9	0.6
1974	1	91.9	48.2	165.6	14.7	6.1	0.0	42.1	5.8	0.2	6.4	5.7	5.9	1.0
1974	2	69.4	164.7	143.1	14.7	80.8	14.5	69.4	52.5	28.3	37.2	21.7	50.0	8.1

i		ETPi	Precip	δi	Poi	Ti	Hi	ETRi	Ii	Asupi	V	Asubi	A	Caudal simulado
Año	mes	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m3/s
1974	3	87.7	86.0	147.0	11.8	26.3	0.0	74.2	22.4	3.9	29.9	29.7	33.6	5.4
1974	4	95.5	53.4	169.2	14.7	7.7	0.0	45.7	7.4	0.4	17.0	20.2	20.6	3.3
1974	5	109.3	11.5	183.0	14.7	0.0	0.0	11.5	0.0	0.0	6.9	10.1	10.1	1.6
1974	6	80.8	24.8	154.5	14.7	0.7	0.0	24.1	0.7	0.0	3.3	4.3	4.3	0.7
1974	7	119.1	7.5	192.8	14.7	0.0	0.0	7.5	0.0	0.0	1.3	1.9	1.9	0.3
1974	8	137.2	11.6	210.9	14.7	0.0	0.0	11.6	0.0	0.0	0.5	0.8	0.8	0.1
1974	9	108.4	14.8	182.1	14.7	0.0	0.0	14.8	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.1
1974	10	112.0	26.9	185.7	14.7	0.8	0.0	26.1	0.8	0.0	0.6	0.4	0.4	0.1
1974	11	99.1	24.7	172.8	14.7	0.6	0.0	24.1	0.6	0.0	0.6	0.6	0.6	0.1
1974	12	98.8	23.1	172.5	14.7	0.4	0.0	22.7	0.4	0.0	0.5	0.5	0.5	0.1
1975	1	94.9	48.3	168.6	14.7	6.0	0.0	42.3	5.8	0.2	4.0	2.3	2.5	0.4
1975	2	62.7	219.4	136.4	14.7	128.4	28.4	62.7	69.2	59.2	47.2	26.0	85.1	13.7
1975	3	79.7	278.5	125.0	9.1	188.4	38.8	79.7	83.5	104.9	74.3	56.5	161.3	26.0
1975	4	75.6	120.7	110.5	7.0	59.5	24.4	75.6	42.6	16.9	58.3	58.6	75.5	12.2
1975	5	76.2	65.9	125.5	9.9	18.3	0.0	72.0	16.3	2.0	34.5	40.1	42.1	6.8
1975	6	88.8	25.2	162.5	14.7	0.7	0.0	24.5	0.7	0.0	14.5	20.7	20.7	3.3
1975	7	99.1	13.1	172.9	14.7	0.0	0.0	13.1	0.0	0.0	5.9	8.6	8.6	1.4
1975	8	107.7	35.3	181.4	14.7	2.3	0.0	33.0	2.2	0.0	3.9	4.2	4.3	0.7
1975	9	111.6	3.4	185.3	14.7	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	1.6	2.3	2.3	0.4
1975	10	106.1	64.2	179.8	14.7	11.4	0.0	52.8	10.6	0.8	7.6	4.5	5.3	0.9
1975	11	106.9	11.3	180.6	14.7	0.0	0.0	11.3	0.0	0.0	3.1	4.5	4.5	0.7
1975	12	115.5	8.4	189.2	14.7	0.0	0.0	8.4	0.0	0.0	1.3	1.8	1.8	0.3
1976	1	77.4	189.7	151.2	14.7	98.3	13.9	77.4	59.4	38.9	39.7	21.0	59.9	9.7
1976	2	71.1	211.8	130.8	12.0	125.3	29.4	71.1	68.3	57.0	61.1	46.8	103.8	16.7
1976	3	85.4	218.7	129.7	8.9	133.2	29.6	85.4	70.5	62.6	71.4	60.3	122.9	19.8
1976	4	87.0	109.8	131.2	8.8	45.7	6.7	87.0	35.0	10.7	52.1	54.3	64.9	10.5
1976	5	98.9	31.6	166.0	13.4	1.9	0.0	36.3	1.9	0.0	22.4	31.6	31.6	5.1
1976	6	103.9	4.9	177.6	14.7	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0	9.1	13.3	13.3	2.1
1976	7	153.7	0.6	227.4	14.7	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	3.7	5.4	5.4	0.9
1976	8	126.0	4.8	199.7	14.7	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	1.5	2.2	2.2	0.4
1976	9	135.3	6.2	209.0	14.7	0.0	0.0	6.2	0.0	0.0	0.6	0.9	0.9	0.1
1976	10	123.9	4.9	197.6	14.7	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0	0.2	0.4	0.4	0.1
1976	11	114.5	6.5	188.2	14.7	0.0	0.0	6.5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
1976	12	107.9	47.7	181.6	14.7	5.4	0.0	42.3	5.2	0.2	3.5	1.8	2.0	0.3
1977	1	79.6	120.1	153.3	14.7	45.5	0.0	74.6	34.9	10.6	24.4	14.0	24.6	4.0
1977	2	77.2	195.7	150.9	14.7	103.3	15.2	77.2	61.2	42.1	50.3	35.3	77.4	12.5
1977	3	90.4	215.8	148.9	11.7	122.1	18.6	90.4	67.3	54.8	64.8	52.8	107.5	17.3
1977	4	82.4	138.6	137.5	11.0	64.1	10.8	82.4	44.9	19.2	56.0	53.8	72.9	11.8
1977	5	101.5	14.7	164.5	12.6	0.0	0.0	25.4	0.0	0.0	22.8	33.2	33.2	5.4
1977	6	106.4	21.7	180.1	14.7	0.3	0.0	21.4	0.3	0.0	9.4	13.6	13.6	2.2
1977	7	131.7	0.3	205.4	14.7	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	3.8	5.6	5.6	0.9
1977	8	129.6	1.0	203.3	14.7	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.6	2.3	2.3	0.4
1977	9	140.5	14.7	214.2	14.7	0.0	0.0	14.7	0.0	0.0	0.6	0.9	0.9	0.1

i		ETPi	Precip	δi	Poi	Ti	Hi	ETRi	Ii	Asupi	V	Asubi	A	Caudal simulado
Año	mes	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m3/s
1977	10	129.7	7.7	203.4	14.7	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.3	0.4	0.4	0.1
1977	11	115.0	7.8	188.7	14.7	0.0	0.0	7.8	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.0
1977	12	113.7	38.5	187.4	14.7	2.9	0.0	35.6	2.8	0.1	1.9	1.0	1.1	0.2
1978	1	105.8	20.9	179.5	14.7	0.2	0.0	20.7	0.2	0.0	0.9	1.2	1.2	0.2
1978	2	89.5	82.6	163.2	14.7	21.3	0.0	61.3	18.6	2.6	12.7	6.9	9.5	1.5
1978	3	93.5	129.1	167.2	14.7	49.0	0.0	80.1	36.9	12.1	29.5	20.1	32.2	5.2
1978	4	80.7	74.9	154.4	14.7	18.1	0.0	56.8	16.2	2.0	22.7	23.0	25.0	4.0
1978	5	99.1	51.3	172.8	14.7	6.9	0.0	44.4	6.6	0.3	13.5	15.7	16.0	2.6
1978	6	115.9	1.6	189.6	14.7	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	5.5	8.0	8.0	1.3
1978	7	120.7	5.3	194.5	14.7	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	2.2	3.3	3.3	0.5
1978	8	155.9	0.9	229.6	14.7	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.9	1.3	1.3	0.2
1978	9	119.0	5.8	192.7	14.7	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0	0.4	0.5	0.5	0.1
1978	10	139.4	7.3	213.1	14.7	0.0	0.0	7.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0
1978	11	114.2	3.2	187.9	14.7	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
1978	12	101.9	11.8	175.6	14.7	0.0	0.0	11.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979	1	84.9	92.7	158.6	14.7	27.4	0.0	65.3	23.2	4.2	15.3	7.9	12.1	2.0
1979	2	83.2	86.2	156.9	14.7	23.9	0.0	62.3	20.6	3.3	19.8	16.1	19.4	3.1
1979	3	76.9	268.2	150.6	14.7	165.0	26.3	76.9	78.6	86.4	59.9	38.5	124.9	20.1
1979	4	91.1	93.1	138.5	9.5	32.9	0.0	86.5	27.0	5.9	42.1	44.7	50.6	8.2
1979	5	102.6	26.0	176.3	14.7	0.7	0.0	25.3	0.7	0.0	17.6	25.2	25.2	4.1
1979	6	122.7	1.6	196.4	14.7	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	7.2	10.4	10.4	1.7
1979	7	130.2	0.6	203.9	14.7	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	2.9	4.2	4.2	0.7
1979	8	131.3	15.9	205.0	14.7	0.0	0.0	15.9	0.0	0.0	1.2	1.7	1.7	0.3
1979	9	114.0	15.7	187.8	14.7	0.0	0.0	15.7	0.0	0.0	0.5	0.7	0.7	0.1
1979	10	131.8	1.5	205.5	14.7	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.0
1979	11	137.4	1.2	211.1	14.7	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
1979	12	124.9	4.7	198.6	14.7	0.0	0.0	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	1	115.0	33.5	188.7	14.7	1.8	0.0	31.7	1.8	0.0	1.2	0.6	0.7	0.1
1980	2	74.4	70.2	148.1	14.7	16.3	0.0	53.9	14.7	1.6	10.2	5.7	7.3	1.2
1980	3	102.4	106.4	176.1	14.7	33.2	0.0	73.2	27.2	6.0	22.1	15.3	21.3	3.4
1980	4	96.3	105.6	170.0	14.7	33.5	0.0	72.1	27.4	6.1	27.0	22.4	28.6	4.6
1980	5	99.5	25.5	173.2	14.7	0.7	0.0	24.8	0.7	0.0	11.4	16.3	16.3	2.6
1980	6	122.4	0.7	196.2	14.7	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	4.7	6.8	6.8	1.1
1980	7	130.4	1.0	204.2	14.7	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.9	2.8	2.8	0.4
1980	8	141.2	1.4	215.0	14.7	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.8	1.1	1.1	0.2
1980	9	143.0	0.3	216.8	14.7	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3	0.5	0.5	0.1
1980	10	110.7	41.6	184.4	14.7	3.7	0.0	37.9	3.6	0.1	2.5	1.4	1.5	0.2
1980	11	99.2	54.1	172.9	14.7	7.8	0.0	46.3	7.5	0.4	5.9	4.0	4.4	0.7
1980	12	105.3	51.7	179.0	14.7	6.8	0.0	44.9	6.5	0.3	6.7	5.7	6.0	1.0
1981	1	94.8	36.5	168.5	14.7	2.7	0.0	33.8	2.6	0.0	4.5	4.9	4.9	0.8
1981	2	71.5	132.8	145.2	14.7	56.1	5.2	71.5	40.8	15.3	28.7	16.6	31.8	5.1
1981	3	88.8	310.7	157.3	13.7	200.2	26.9	88.8	85.8	114.5	68.2	46.3	160.7	25.9
1981	4	82.3	90.6	129.1	9.4	32.8	2.4	82.3	26.9	5.9	45.5	49.7	55.6	9.0

i		ETPi	Precip	δi	Poi	Ti	Hi	ETRi	Ii	Asupi	V	Asubi	A	Caudal simulado
Año	mes	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m3/s
1981	5	104.1	16.5	175.4	14.3	0.0	0.0	18.9	0.0	0.0	18.5	27.0	27.0	4.4
1981	6	109.4	7.6	183.1	14.7	0.0	0.0	7.6	0.0	0.0	7.5	11.0	11.0	1.8
1981	7	147.4	2.5	221.1	14.7	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	3.1	4.5	4.5	0.7
1981	8	138.3	7.2	212.1	14.7	0.0	0.0	7.2	0.0	0.0	1.2	1.8	1.8	0.3
1981	9	147.9	0.0	221.6	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.7	0.7	0.1
1981	10	112.3	32.4	186.0	14.7	1.7	0.0	30.7	1.6	0.0	1.3	0.9	0.9	0.1
1981	11	114.9	17.2	188.6	14.7	0.0	0.0	17.2	0.0	0.0	0.5	0.8	0.8	0.1
1981	12	98.0	50.6	171.7	14.7	6.7	0.0	43.9	6.4	0.3	4.4	2.5	2.8	0.4
1982	1	96.7	64.3	170.4	14.7	12.0	0.0	52.3	11.1	0.9	9.1	6.4	7.3	1.2
1982	2	89.1	88.0	162.8	14.7	24.2	0.0	63.8	20.9	3.4	17.5	12.5	15.9	2.6
1982	3	88.7	27.1	162.4	14.7	1.0	0.0	26.1	0.9	0.0	7.7	10.7	10.7	1.7
1982	4	101.9	99.9	175.6	14.7	29.5	0.0	70.4	24.6	4.8	19.4	13.0	17.8	2.9
1982	5	94.7	40.3	168.4	14.7	3.6	0.0	36.7	3.6	0.1	10.2	12.7	12.8	2.1
1982	6	121.9	1.4	195.6	14.7	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	4.2	6.1	6.1	1.0
1982	7	138.6	1.7	212.3	14.7	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	1.7	2.5	2.5	0.4
1982	8	161.5	0.0	235.2	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.0	1.0	0.2
1982	9	122.5	7.7	196.2	14.7	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.3	0.4	0.4	0.1
1982	10	109.5	65.6	183.2	14.7	11.8	0.0	53.8	10.9	0.9	7.3	3.9	4.7	0.8
1982	11	106.4	66.7	180.1	14.7	12.4	0.0	54.3	11.5	1.0	10.5	8.3	9.2	1.5
1982	12	86.9	333.1	160.7	14.7	218.3	27.9	86.9	88.9	129.4	62.9	36.5	165.9	26.8

Fuente: Elaboración propia

Parámetro	Calibración
Nash	0.73

En el hidrograma de calibración que se muestra en la Figura 64, se puede observar que se presentan 3 periodos no satisfactorios que son, marzo 1972 (Qsim 55.5 m^3/s es mayor Qobser 38.2 m^3/s), febrero 1973 (Qsim 16.9 m^3/s es menor Qobser 44.6 m^3/s), marzo 1976 (Qsim 19.8 m^3/s es menor Qobser 39.4), se puede definir que los Qsimulados tienen una correlación muy buena.

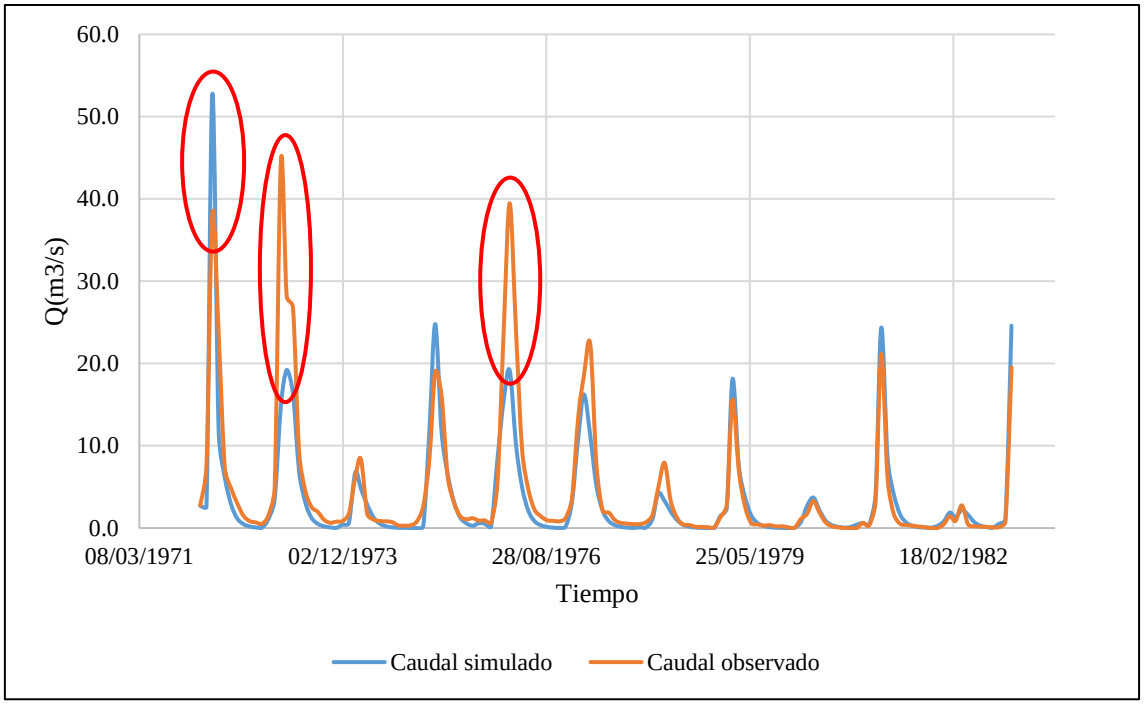


Figura N° 64 Hidrograma de calibración modelo Temez
Fuente: Elaboración propia

En el proceso de calibración, se obtuvo un coeficiente de determinación R^2 de 0.737, y un coeficiente de correlación de 0.86, teniendo una correlación muy buena, resultado aceptable generando una ecuación de la forma Qsim = 0.7592*Qobser + 0.4665, conforme se puede apreciar en la Figura 65.

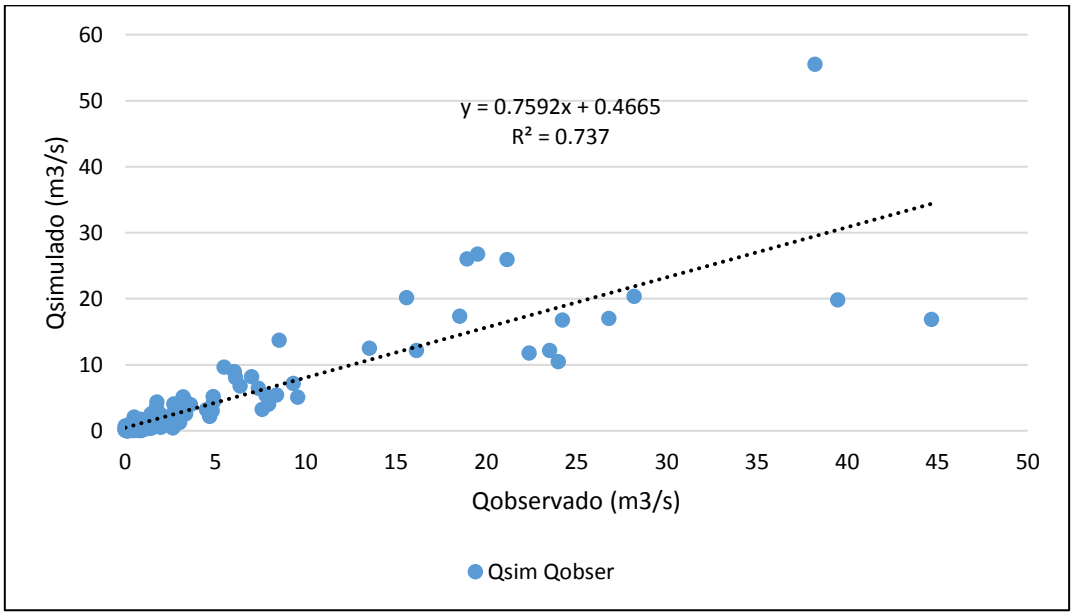


Figura N° 65 Línea de tendencia Qsimulado vs Qobservado proceso calibración modelo Temez
Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Validación

En el proceso de validación se utilizaron los datos del periodo 1984-1992

Tabla N° 61 Parámetros propios del modelo

Parámetro de proporcionalidad del Agua Disponible en el suelo:	Hi	150.00	mm
Parámetro de la precipitación mínima para que exista escurrimiento:	CP.o	0.30	
Parámetro de descarga de infiltración máxima:	Imax	150.00	mm
Parámetros de descarga del almacenamiento subterráneo:	α	0.9	1/mes

Fuente: Elaboración propia

Con la ayuda de una hoja de Excel obtenemos los valores que se muestran en la Tabla 62.

Tabla N° 62 Estimación del volumen de escurrimiento de la subcuenca Bigote, fase validación

i		ETPi	Precip	δi	Poi	Ti	Hi	ETRi	Ii	Asupi	V	Asubi	A	Caudal simulado
Año	mes	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m3/s
							0				0			
1984	1	103.3	86.9	253.3	30.0	11.6	0.0	75.3	10.7	0.8	7.1	3.7	4.5	0.7
1984	2	69.4	340.1	219.4	30.0	192.5	78.2	69.4	84.3	108.2	58.5	32.9	141.1	22.8
1984	3	77.3	235.8	149.1	14.4	137.7	99.1	77.3	71.8	65.9	71.1	59.2	125.0	20.2
1984	4	77.0	113.6	128.0	10.2	48.3	87.3	77.0	36.6	11.8	53.0	54.7	66.4	10.7
1984	5	88.2	35.0	150.9	12.5	3.1	31.0	88.2	3.1	0.1	23.6	32.5	32.6	5.3
1984	6	85.1	18.8	204.1	23.8	0.0	0.0	49.8	0.0	0.0	9.6	14.0	14.0	2.3
1984	7	107.0	17.1	257.0	30.0	0.0	0.0	17.1	0.0	0.0	3.9	5.7	5.7	0.9
1984	8	136.3	3.8	286.3	30.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	1.6	2.3	2.3	0.4
1984	9	113.4	19.5	263.4	30.0	0.0	0.0	19.5	0.0	0.0	0.6	0.9	0.9	0.2
1984	10	102.6	55.5	252.6	30.0	2.6	0.0	52.9	2.6	0.0	2.0	1.3	1.3	0.2
1984	11	104.8	25.2	254.8	30.0	0.0	0.0	25.2	0.0	0.0	0.8	1.2	1.2	0.2
1984	12	100.7	29.9	250.7	30.0	0.0	0.0	29.9	0.0	0.0	0.3	0.5	0.5	0.1
1985	1	77.4	75.0	227.4	30.0	8.4	0.0	66.6	7.9	0.4	5.4	2.9	3.3	0.5
1985	2	91.9	55.3	241.9	30.0	2.7	0.0	52.6	2.7	0.0	3.9	4.1	4.1	0.7
1985	3	97.8	107.5	247.8	30.0	20.3	0.0	87.2	17.9	2.4	13.4	8.4	10.9	1.8
1985	4	94.2	23.1	244.2	30.0	0.0	0.0	23.1	0.0	0.0	5.5	8.0	8.0	1.3
1985	5	100.4	39.7	250.4	30.0	0.4	0.0	39.3	0.4	0.0	2.5	3.4	3.4	0.5
1985	6	127.8	0.5	277.8	30.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	1.0	1.5	1.5	0.2
1985	7	132.6	0.2	282.6	30.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.4	0.6	0.6	0.1
1985	8	131.1	7.4	281.1	30.0	0.0	0.0	7.4	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0
1985	9	127.9	1.7	277.9	30.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
1985	10	128.4	16.0	278.4	30.0	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985	11	127.2	4.4	277.2	30.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985	12	103.7	62.9	253.7	30.0	4.2	0.0	58.7	4.1	0.1	2.7	1.4	1.5	0.2
1986	1	82.5	106.1	232.5	30.0	20.8	2.8	82.5	18.3	2.5	13.1	7.8	10.4	1.7
1986	2	72.4	119.0	219.6	29.4	28.7	20.8	72.4	24.1	4.6	21.2	16.0	20.6	3.3
1986	3	96.7	45.5	225.9	25.8	1.8	0.0	64.5	1.7	0.0	9.8	13.2	13.2	2.1
1986	4	75.5	159.8	225.5	30.0	51.8	32.5	75.5	38.5	13.3	29.4	18.9	32.2	5.2
1986	5	96.0	23.6	213.5	23.5	0.0	0.0	56.1	0.0	0.0	11.9	17.4	17.4	2.8
1986	6	124.5	0.0	274.5	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	7.1	7.1	1.1
1986	7	151.0	0.2	301.0	30.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	2.0	2.9	2.9	0.5

i		ETPi	Precip	δi	Poi	Ti	Hi	ETRi	Ii	Asupi	V	Asubi	A	Caudal simulado
Año	mes	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m3/s
1986	8	135.6	9.0	285.6	30.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.8	1.2	1.2	0.2
1986	9	146.7	5.4	296.7	30.0	0.0	0.0	5.4	0.0	0.0	0.3	0.5	0.5	0.1
1986	10	124.8	14.4	274.8	30.0	0.0	0.0	14.4	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.0
1986	11	114.5	29.9	264.5	30.0	0.0	0.0	29.9	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
1986	12	99.9	83.1	249.9	30.0	10.3	0.0	72.8	9.7	0.7	6.4	3.3	4.0	0.6
1987	1	82.4	148.5	232.4	30.0	43.8	22.3	82.4	33.9	9.9	24.9	15.3	25.2	4.1
1987	2	90.5	103.9	218.1	25.5	22.7	13.1	90.5	19.7	3.0	23.1	21.5	24.5	3.9
1987	3	89.3	264.9	226.2	27.4	129.3	59.4	89.3	69.4	59.9	55.2	37.4	97.2	15.7
1987	4	83.4	125.5	174.0	18.1	43.8	57.7	83.4	33.9	9.9	44.8	44.3	54.2	8.7
1987	5	109.2	20.5	201.5	18.5	0.0	0.0	78.2	0.0	0.0	18.2	26.6	26.6	4.3
1987	6	136.4	1.2	286.4	30.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	7.4	10.8	10.8	1.7
1987	7	113.8	16.2	263.8	30.0	0.0	0.0	16.2	0.0	0.0	3.0	4.4	4.4	0.7
1987	8	146.4	9.4	296.4	30.0	0.0	0.0	9.4	0.0	0.0	1.2	1.8	1.8	0.3
1987	9	126.7	2.1	276.7	30.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.5	0.7	0.7	0.1
1987	10	121.0	17.7	271.0	30.0	0.0	0.0	17.7	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.0
1987	11	111.7	28.4	261.7	30.0	0.0	0.0	28.4	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
1987	12	112.4	9.7	262.4	30.0	0.0	0.0	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988	1	75.7	137.1	225.7	30.0	37.9	23.5	75.7	30.2	7.6	20.0	10.3	18.0	2.9
1988	2	70.5	131.7	197.0	25.3	40.7	44.0	70.5	32.0	8.7	29.2	22.7	31.4	5.1
1988	3	105.7	23.1	211.7	21.2	0.0	0.0	67.1	0.0	0.0	11.9	17.4	17.4	2.8
1988	4	80.3	95.2	230.3	30.0	16.0	0.0	79.2	14.5	1.5	14.4	12.0	13.5	2.2
1988	5	92.3	46.3	242.3	30.0	1.2	0.0	45.1	1.2	0.0	6.6	8.9	8.9	1.4
1988	6	116.5	1.8	266.5	30.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	2.7	3.9	3.9	0.6
1988	7	135.8	0.5	285.8	30.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	1.1	1.6	1.6	0.3
1988	8	137.4	1.3	287.4	30.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.4	0.6	0.6	0.1
1988	9	117.9	7.7	267.9	30.0	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.0
1988	10	117.2	11.2	267.2	30.0	0.0	0.0	11.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
1988	11	94.6	36.6	244.6	30.0	0.2	0.0	36.4	0.2	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
1988	12	97.6	31.0	247.6	30.0	0.0	0.0	31.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
1989	1	76.1	205.6	226.1	30.0	83.0	46.6	76.1	53.4	29.5	35.2	18.2	47.8	7.7
1989	2	63.3	223.0	166.7	20.7	117.5	88.8	63.3	65.9	51.6	57.8	43.4	95.0	15.3
1989	3	78.0	327.5	139.2	12.2	224.7	113.5	78.0	90.0	134.8	82.8	64.9	199.7	32.2
1989	4	86.5	114.4	123.0	7.3	51.5	89.9	86.5	38.3	13.2	58.9	62.2	75.4	12.2
1989	5	101.3	11.1	161.3	12.0	0.0	0.0	101.0	0.0	0.0	24.0	35.0	35.0	5.6
1989	6	94.4	7.9	244.4	30.0	0.0	0.0	7.9	0.0	0.0	9.7	14.2	14.2	2.3
1989	7	134.1	1.0	284.1	30.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	4.0	5.8	5.8	0.9
1989	8	129.7	4.1	279.7	30.0	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	1.6	2.4	2.4	0.4
1989	9	116.4	15.4	266.4	30.0	0.0	0.0	15.4	0.0	0.0	0.7	1.0	1.0	0.2
1989	10	99.8	59.0	249.8	30.0	3.4	0.0	55.6	3.3	0.1	2.4	1.5	1.6	0.3
1989	11	130.3	0.8	280.3	30.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	1.0	1.5	1.5	0.2
1989	12	118.0	6.1	268.0	30.0	0.0	0.0	6.1	0.0	0.0	0.4	0.6	0.6	0.1
1990	1	96.0	24.7	246.0	30.0	0.0	0.0	24.7	0.0	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0
1990	2	71.5	82.7	221.5	30.0	11.4	0.0	71.3	10.6	0.8	7.0	3.7	4.5	0.7

i		ETPi	Precip	δi	Poi	Ti	Hi	ETRi	Ii	Asupi	V	Asubi	A	Caudal simulado
Año	mes	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m3/s
1990	3	99.2	104.3	249.2	30.0	18.8	0.0	85.5	16.7	2.1	13.9	9.9	12.0	1.9
1990	4	71.9	137.3	221.9	30.0	38.5	27.0	71.9	30.6	7.9	25.8	18.7	26.5	4.3
1990	5	91.3	44.6	214.4	24.6	1.9	0.0	69.6	1.9	0.0	11.7	16.0	16.0	2.6
1990	6	106.7	10.3	256.7	30.0	0.0	0.0	10.3	0.0	0.0	4.8	7.0	7.0	1.1
1990	7	127.7	4.8	277.7	30.0	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	1.9	2.8	2.8	0.5
1990	8	145.6	1.2	295.6	30.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.8	1.2	1.2	0.2
1990	9	145.3	0.5	295.3	30.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.3	0.5	0.5	0.1
1990	10	103.3	35.4	253.3	30.0	0.1	0.0	35.3	0.1	0.0	0.2	0.2	0.2	0.0
1990	11	105.8	46.5	255.8	30.0	1.1	0.0	45.4	1.1	0.0	0.8	0.5	0.5	0.1
1990	12	108.6	51.4	258.6	30.0	1.8	0.0	49.6	1.8	0.0	1.5	1.1	1.1	0.2
1991	1	105.5	17.6	255.5	30.0	0.0	0.0	17.6	0.0	0.0	0.6	0.9	0.9	0.1
1991	2	79.1	100.4	229.1	30.0	18.4	2.9	79.1	16.4	2.0	11.1	5.9	8.0	1.3
1991	3	74.7	255.7	221.8	29.4	122.3	61.6	74.7	67.4	54.9	48.9	29.5	84.4	13.6
1991	4	94.6	52.3	183.0	17.7	6.0	13.3	94.6	5.8	0.2	23.7	31.0	31.2	5.0
1991	5	95.8	17.7	232.6	27.3	0.0	0.0	31.0	0.0	0.0	9.6	14.1	14.1	2.3
1991	6	111.7	6.7	261.7	30.0	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	3.9	5.7	5.7	0.9
1991	7	132.4	2.1	282.4	30.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	1.6	2.3	2.3	0.4
1991	8	145.6	1.7	295.6	30.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.6	0.9	0.9	0.2
1991	9	129.0	1.9	279.0	30.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.3	0.4	0.4	0.1
1991	10	120.0	16.0	270.0	30.0	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.0
1991	11	113.7	13.5	263.7	30.0	0.0	0.0	13.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0
1991	12	89.7	52.9	239.7	30.0	2.3	0.0	50.6	2.2	0.0	1.5	0.8	0.8	0.1
1992	1	84.0	51.8	234.0	30.0	2.1	0.0	49.7	2.1	0.0	2.0	1.6	1.6	0.3
1992	2	73.9	93.4	223.9	30.0	15.6	3.9	73.9	14.1	1.5	10.1	6.0	7.5	1.2
1992	3	87.1	231.5	233.2	29.2	100.7	47.6	87.1	60.3	40.5	43.8	26.5	67.0	10.8
1992	4	75.0	213.4	177.4	20.5	106.4	79.6	75.0	62.2	44.1	58.9	47.2	91.4	14.7
1992	5	80.2	89.8	150.6	14.1	27.0	62.2	80.2	22.9	4.1	39.0	42.7	46.9	7.6
1992	6	106.4	16.3	194.3	17.6	0.0	0.0	78.5	0.0	0.0	15.9	23.2	23.2	3.7
1992	7	131.1	2.2	281.1	30.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	6.5	9.4	9.4	1.5
1992	8	139.5	10.2	289.5	30.0	0.0	0.0	10.2	0.0	0.0	2.6	3.8	3.8	0.6
1992	9	114.3	17.4	264.3	30.0	0.0	0.0	17.4	0.0	0.0	1.1	1.6	1.6	0.3
1992	10	129.2	17.6	279.2	30.0	0.0	0.0	17.6	0.0	0.0	0.4	0.6	0.6	0.1
1992	11	107.8	25.8	257.8	30.0	0.0	0.0	25.8	0.0	0.0	0.2	0.3	0.3	0.0
1992	12	101.9	43.6	251.9	30.0	0.8	0.0	42.8	0.8	0.0	0.6	0.4	0.4	0.1

Fuente: Elaboración propia

Parámetro	validación
Nash	0.63

En el hidrograma de validación que se muestra en la Figura 66, se puede observar que se presentan 3 periodos no satisfactorios que son, marzo 1984 (Qsim 20.4 m^3/s es menor Qobser 40.02 m^3/s), marzo 1989 (Qsim 32.2 m^3/s es menor Qobser 57.06 m^3/s) y abril 1992 (Qsim 114.7 m^3/s es menor Qobser 27.4 m^3/s), se puede definir que los Qsimulados tienen una correlación muy buena.

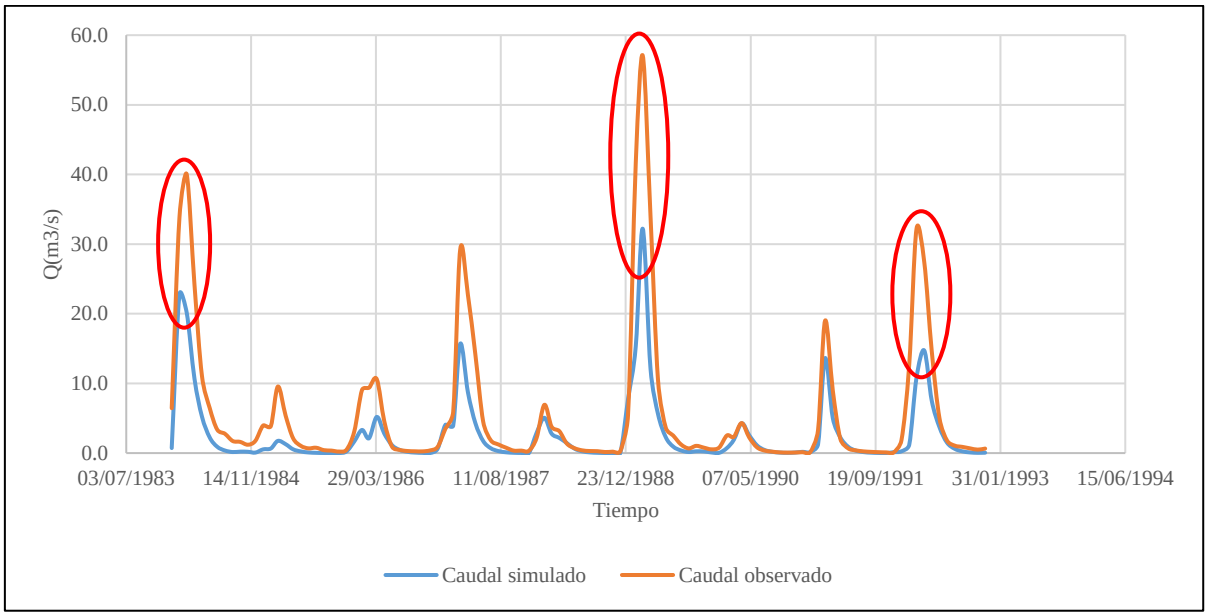


Figura N° 66 Hidrograma de validación modelo Temez
Fuente: Elaboración propia

En el proceso de validación, se obtuvo un coeficiente de determinación R^2 de 0.9056, y un coeficiente de correlación de 0.95, teniendo una correlación muy buena, resultado aceptable generando una ecuación de la forma Qsim = 0.4851*Qobser – 0.0289, conforme se puede apreciar en la Figura 67.

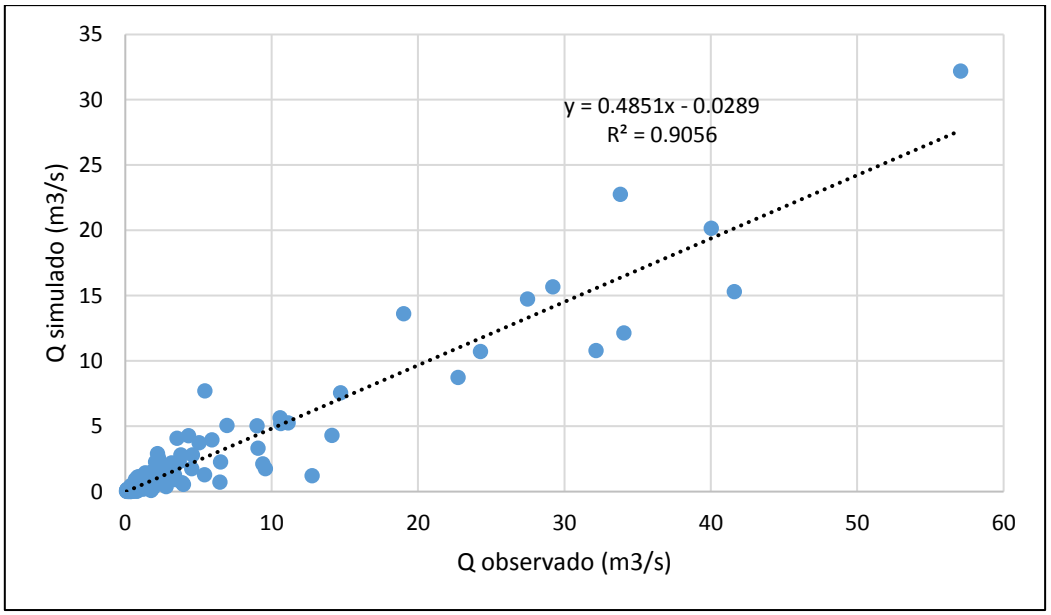


Figura N° 67 Línea de tendencia Qsimulado y Qobservado proceso validación modelo Temez
Fuente: Elaboración propia

Capítulo V: Análisis de resultados

5.1 Calibración

Para el proceso de calibración tenemos como función objetivo Nash, coeficiente de correlación, Índice de ajuste modificado.

Con la finalidad de medir cuánto de la variabilidad de las observaciones es explicada por la simulación, se empleo el indce de efiencia. Si la simulación es perfecta, E=1;.

Para medir la relación lineal entre los caudales observados y simulados se utilizó el coeficiente de correlación.

El índice de ajuste representa el ratio entre el error cuadrático medio y el error potencial.

El modelo que presento mejores valores en el proceso de calibración es el modelo GR2m conforme se muestra en la Tabla 63.

Tabla N° 63 Valores de las medidas de bondad de ajuste en el proceso calibración

Modelo	Nash o Índice de eficiencia	Índice de ajuste modificado	Coeficiente de calibración (r)
Lutz Scholz	0.61	0.84	0.89
GR2m	0.81	0.87	0.87
abc	0.74	0.81	0.81
Temez	0.73	0.84	0.84

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 68 podemos visualizar la distribución de los índices de eficiencia, índice de ajuste modificado y coeficiente de calibración, de los diferentes modelos hidrológicos.

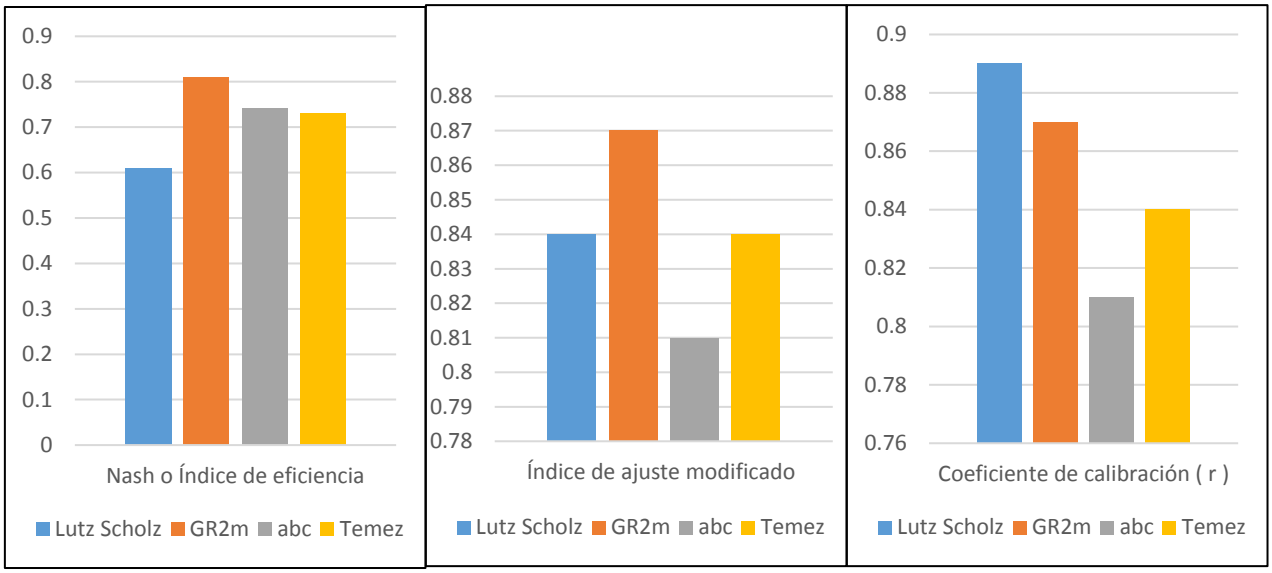


Figura N° 68 Histogramas de calibración: índice de eficiencia e índice de ajuste modificado, coeficiente de correlación.
Fuente: Elaboración propia

5.2 Validación

En el proceso de validación para la bondad de ajuste se ha considerado el Indice de eficiencia, raíz del error cuadrático medio, Razón RMSE- desviación estándar de las observaciones (RSR) y PBIAS.

Para medir cuánto de la variabilidad de las observaciones es explicada por la simulación se utilizó, el índice de eficiencia.

La raíz del error cuadrático medio permite cuantificar la magnitud de la desviación de los valores simulados respecto a los observados, empleo el RMSE.

Para medir la relación del RMSE entre los valores simulados y observados con la desviación estándar de las observaciones, se utilizó el RSR.

Para medir la tendencia promedio de los datos simulados a ser más grandes o más pequeños que sus contrapartes observadas, se utilizó el sesgo porcentual (PBIAS).

El modelo que presento mejores valores en el proceso de validación es el modelo GR2m conforme se muestra en la Tabla 64.

Tabla N° 64 Valores de las medidas de bondad de ajuste en el proceso validación

Modelo	Nash o Indice de eficiencia	Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE)	RSR	PBIAS
Lutz Scholz	0.61	5.71	0.62	-45.31
GR2m	0.88	3.90	0.38	13.93
abc	0.70	5.59	0.55	7.39
Temez	0.63	6.24	0.61	51.99

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 69 podemos observar la distribución de los índices de eficiencia, RMSE, RSR y PBIAS de los diferentes modelos hidrológicos.

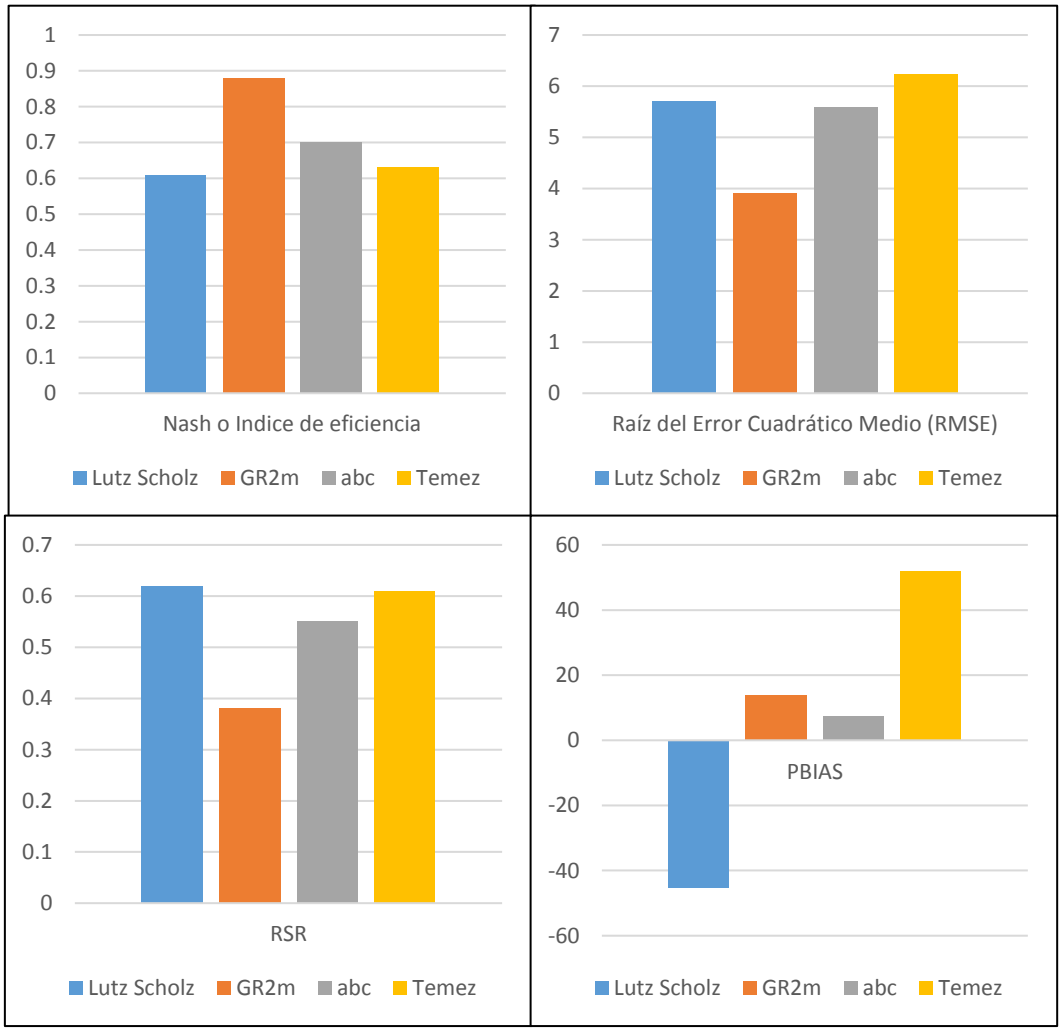


Figura N° 69 Histogramas RMSE, RSR, índice de eficiencia y PBIAS
Fuente: Elaboración propia

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- De acuerdo con la curva hipsométrica obtenida, la subcuenca Bigote es una cuenca geológicamente madura, cuenca de montaña.
- El 28.54% del àrea total de la subcuenca Bigote esta comprendido entre las cotas 136 -480, el 46.92 % esta entre las cotas 480-1857 y el 24.54 % esta dado entre las cotas 1857-3579.
- La subcuenca Bigote es una cuenca de intermedia a grande.
- La subcuenca Bigote tiene un relieve muy accidentado, con gran pendiente.
- La pendiente mas fuerte se presenta en los últimos 10 000 m, del cauce principal del rìo Bigote, 0.06 m/m.
- El tiempo que tarda en llegar el agua del punto màs alejado a la salida de la subcuenca del rìo Bigote, y en el cual la escorrentía es constante, es de 2.85 horas.
- Para el periodo de análisis año 1972-1992 (sin considerar el año 1983), se determinó: precipitación promedio mensual de 58.7 mm, Humedad relativa media mensual de 76.6%, temperatura media mensual de 16.35°C, velocidad de viento mensual de 5.26 m/s y 5.38 horas de sol como promedio mensual.
- La máxima precipitación promedio que se presentò en la fase de calibración fue de 218.62 mm en el mes de marzo y la minima se registro en el mes de julio con 3.8 mm.
- Efectuando un comparativo entre los hidrogramas de los caudales observados y generados en la fase de calibración el que mejor perfomance mostrò fue el modelo GR2m.
- De la aplicación de los modelos hidrológicos Lutz Scholz, GR2m, abc, Temez; en la sub cuenca del río Bigote el modelo GR2m presenta en el proceso de calibración un índice de eficiencia muy bueno (81%), un coeficiente de correlación muy bueno

(0.87) y un mayor índice de ajuste modificado (0.87); en el proceso de validación un índice de eficiencia muy bueno (88%), un RMSE raíz del error cuadrático medio menor (3.9), una razón RMSE- desviación estándar de las observaciones (RSR) menor (0.38) y PBIAS bueno de (13.93).

- De los modelos aplicados el modelo GR2m es el que mejor se ajusta a nuestra subcuenca de estudio.
- Con los datos de precipitación, evapotranspiración y caudales en mm/mes, y haciendo uso del programa solver del programa Excel se logra la optimización de proceso de calibración y la obtención de los parámetros del modelo logrando obtener una mejor correlación entre los caudales observados y estimados.
- Los parámetros de calibración del modelo GR2m, la capacidad del reservorio suelo alcanzan valores 5.86 mm y un coeficiente de intercambio subterráneo de 1.30, con dichos valores se obtienen un mejor índice de eficiencia.
- El modelo GR2m de paso mensual es el que mejor performance muestra para la generación de caudales mensuales en la subcuenca del río Bigote.

Recomendaciones

- Es necesario calibrar la sección de control de la estación barrios, tomando medidas en la época de avenidas y estiaje, de tal manera de poder contar con información confiable.
- Para las futuras investigaciones de modelos hidrológicos de paso mensual, se recomienda utilizar modelos que consideren más variables hidrológicas, como la humedad del suelo.
- Se deben realizar estudios sobres proyecciones de precipitacòn ante el cambio climático, para utilizar dicha información en los modelos de precipitación escorrentía.
- Es necesario realizar estudios que nos permita conocer la clase textural de los suelos de las diferentes subcuencas del rìo Piura, asì como su velocidad de infiltración, capacidad de campo y punto de marchitez permanente.
- Utilizar el modelo GR2m, para la generación de caudales mensuales en la subcuenca del rio Bigote, en la elaboración del Plan de Aprovechamiento de Disponibilidades Hídricas del sistema hidráulico Alto Piura.

Referencia bibliográfica

Almorox Alonso, J. (s.f.). *OCW.UPM.ES*. Obtenido de http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/evapotranspiraciones/metodosevapotranspiraciones.pdf

ANA. (2012). *Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca Chira Piura- Anexo 4* . Piura.

ANA. (2015). Manuales Hidrologicos. *Manuales Hidrologicos*. Lima, Perú.

Aparicio Mijares, F. J. (1992). *Fundamentos de Hidrologia de Superficie.* Mexico: Limusa.

Breña Puyol, A. F., & Jacobo Villa, M. A. (2006). *Principios y Fundametos de la Hidrología Superficial.* Mexico.

Cabrera, J. (2012). *Calibración de modelos hidrológicos.* Lima.

Cabrera, J. (2012). *Validación de modelos hidrologicos.* Lima.

Cahuana Andía, A., & Yugar Morales, W. (2009). *MATERIAL DE APOYO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y.* Cochabamba.

Campos Aranda, D. F. (1998). *Procesos del Ciclo Hidrológico.* San Luis Potosi - México: Universitaria Potosina.

CEMAGREF. (2007). *IRSTEA*. Obtenido de Instituto Nacional de Investigación en Ciencia y Tecnología para el Medio Ambiente y la Agricultura: https://webgr.irstea.fr/modeles/mensuel-gr2m/

Chong, Y. (2002). Modelos Hidrologicos. Suecia.

Chow, V. (1994). *Hidrología Aplicada.* Colombia: NOMOS S.A.

Chunga, J. (2011). *NANO.* Obtenido de https://nanopdf.com/download/realidad-regional-de-piura-universidad-nacional-de-piura_pdf

Cordova, M. (30 de Abril de 2016). *PRONTUBEAN.* Obtenido de http://www.prontubeam.com/articulos/articulos.php?Id_articulo=26

Delgadillo Santander, A., & Moreno Barrios, A. (s.f.). *DOC PLAYER.* Obtenido de https://docplayer.es/18160946-Morfometria-de-cuencas.html#download_tab_content

Farias de Reyes, M. (2008). Apuntes del Curso: Hidrología Avanzada. Piura, Perú.

Fuentes Junco, J. A. (2004). *Análisis morfométrico de cuencas:Caso de Estudido del Parque Nacional Pico de Tancítaro.* Mexico.

Gerencia Regional de Recursos Naturales - Piura. (2011). *Siar Piura.* Obtenido de siar.regionpiura.gob.pe/admDocumento.php?accion=bajar&docadjunto=1271

Grupo de Hidrología y Conservación. (2 de Febrero de 2017). *Hidrologia y Conservación*. Obtenido de http://ghidrologia.blogspot.pe/2017/02/el-numero-de-strahler.html

Londoño Arango, C. H. (2001). *Bases Conceptuales-Caracterización-Planificación-Administración.* Ibague.

Lux Cardama, B. (s.f.). *Repositorio.Usac.Edu.gt*. Obtenido de http://www.repositorio.usac.edu.gt/4482/1/Conceptos%20b%C3%A1sicos%20de%20Morfometr%C3%ADa%20de%20Cuencas%20Hidrogr%C3%A1ficas.pdf

Mendoza, M. (JULIO de 2015). *ES.SLIDESHARE.NET*. Obtenido de https://es.slideshare.net/MarianyelisMendoza/correlacion-de-pearson-y-sperman?from_action=save

Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente. (2011). *Manual de diseño y construcción de pequeñas presas columen 1: Diseño Hidrológico/Hidráulico.* Montevideo - Uruguay.

Moreda, F., Miralles-Wilhelm, F., & Muñoz, R. (2014). *BID.* Obtenido de Un Sistema Integrado para la Simulación de Impactos del Cambio Climático sobre los Recursos Hídricos: https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6776/NT2%20Hydro_espanol%20171214.pdf?sequence=1

Moriasi, D. (2007). Modelo de guías de evaluación sistemáticas para la cuantificación de precisión en simulaciones de cuencas. *ASABE*, 16.

NORDESTE, U. N. (2007). *UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE.* Obtenido de http://ing.unne.edu.ar/pub/hidrologia/hidro-tp1.pdf

Riego y Drenaje, 5. (2006). *FAO.* Obtenido de http://www.fao.org/3/a-x0490s.pdf

Sarango Julca, D. (2014). *Parametros geomorfologicos de una cuenca* . Lima, Perú.

Scholz, L. (1980). *Generación de Caudales Mensuales en la Sierra Peruana.* Cuzco.

Segerer, C., & Villodas, R. (2006). *Hidrolgía I.* Argentina.

Temez, J. (1977). *Modelo Matematcio de Transformación "Precipitación - Aportación"*. Madrid, España.

TRAXCO S.A. (10 de Diciembre de 2009). *TRAXCO*. Obtenido de https://www.traxco.es/blog/tecnologia-del-riego/humedad-en-suelos-de-diferente-textura

UNESCO. (1982). Guía metodológica para la elaboración del balance hídrico de América del Sur. Uruguay.

Watler R, W. (2013). *Delimitación de cuencas hidrográficas.* Turrialba, Costa Rica.

www.geogr.uni-jena.de. (s.f.). Obtenido de http://www.geogr.uni-jena.de/fileadmin/Geoinformatik/Lehre/SoSe_2010/GEO241/Folien/GEO241_S08_ABC_Modell_Erweiterung.pdf

Anexos

Anexo A. Delimitación de la Subcuenca en estudio y la determinación de parámetros morfométricos.
Anexo B. Análisis de la información climatológica.
Anexo C. Análisis de consistencia.
Anexo D. Determinación de la evapotranspiración.

Anexo A
Delimitación de la Subcuenca y determinación de los parámetros morfométricos

Las características físicas de una cuenca son elementos que tienen una gran importancia en el comportamiento hidrológico de la misma. Dichas características físicas se clasifican en dos tipos según su impacto en el drenaje: las que condicionan el volumen de escurrimiento como el área y el tipo de suelo de la cuenca, y las que condicionan la velocidad de respuesta como el orden de corriente, la pendiente, la sección transversal, etc.

Existe una estrecha correspondencia entre el régimen hidrológico y dichos elementos por lo cual el conocimiento de éstos reviste gran utilidad práctica, ya que al establecer relaciones y comparaciones de generalización de ellos con datos hidrológicos conocidos, pueden determinarse indirectamente valores hidrológicos en secciones de interés práctico donde falten datos o donde por razones de índole fisiográfica o económica no sea factible la instalación de estaciones hidrométricas.

Las características físicas de una cuenca forman un conjunto que influye profundamente en el comportamiento hidrológico de dicha zona tanto a nivel de las excitaciones como de las respuestas de la cuenca tomada como un sistema.

Así pues, el estudio sistemático de los parámetros físicos de las cuencas es de gran utilidad práctica en la ingeniería de la Hidrología, pues con base en ellos se puede lograr una transferencia de información de un sitio a otro, donde exista poca información: bien sea que fallen datos, bien que haya carencia total de información de registros hidrológicos, si existe cierta semejanza geomorfológica y climática de las zonas en cuestión.

Al iniciar un estudio geomorfológico se debe empezar por la ubicación de los puntos donde existan en los ríos las estaciones de aforo, para así tener un estudio completo de las variables coexistentes en la cuenca: tanto en las excitaciones y el sistema físico, como en las respuestas del sistema de la hoya hidrográfica.

Toda cuenca en estudio debe estar delimitada en cuanto a su río principal tanto aguas abajo como aguas arriba. Aguas abajo idealmente por la estación de aforo más cercana a los límites de la cuenca en que se está interesado. (Siendo el punto de la estación el punto más bajo en el perfil del río y en el borde de la cuenca de interés). Aguas arriba por otra estación que sea el punto más alto en el perfil del río donde se incluya el área en estudio, o por las cabeceras del río si es el caso del estudio de la cuenca desde el nacimiento.

Hay diversas webs en las que podemos **descargar MDE** de todo el mundo de forma gratuita, una de ellas es **ASTER GDEM**, una plataforma impulsada por la **NASA**, con la finalidad de crear **Modelos Digitales de Elavaciones** de toda la superficie terrestre, por lo que podemos descargar MDE de cualquier parte del mundo, tan sólo es necesario registrarse.

1. Modelo de Elevación Digital MED

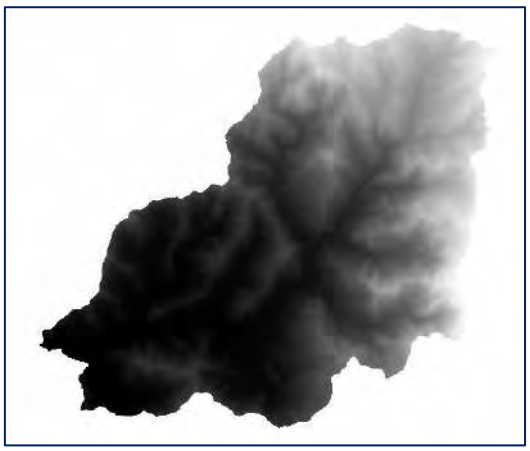


Figura A.1. MED de la Subcuenca Bigote
Fuente: Elaboración propia

2. Archivo FILL (RELLENO: corrige las depresiones del terreno)

Vamos **ArcToolbox / Spatial Analyst Tools** / **Hydrology** / **Fill** y nos dará como resultado:



Figura A.2. MED-FILL de la Subcuenca Bigote
Fuente: Elaboración propia

3. Conversión del modelo digital (MED) a TIN

Usamos la opción **3D Analyst** / **Raster to TIN** nos dará como resultado:

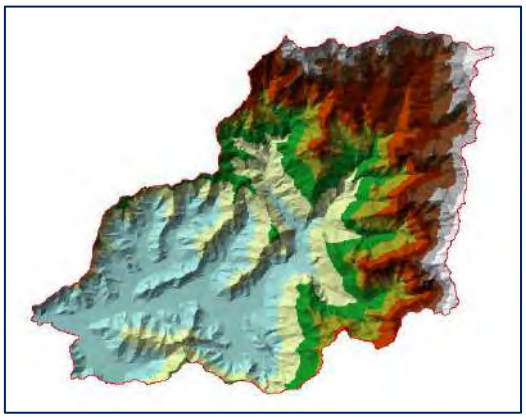


Figura A.3. TIN de la Subcuenca Bigote
Fuente: Elaboración propia

4. Archivo FLOW DIRECTION (DIRECCIÓN DE FLUJO)

Vamos a **ArcToolbox / Spatial Analyst Tools / Hydrology / Flow Direction** se genera una ventana pedirá un archivo de entrada Raster, que en nuestro caso será Fill y nos dará como resultado:

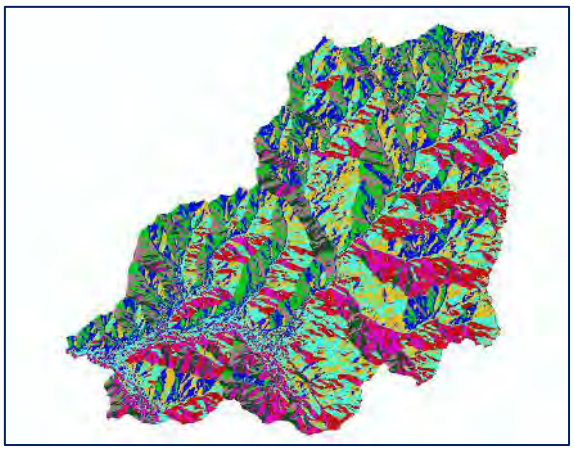


Figura A.4. FLOW DIRECTION de la Subcuenca Bigote
Fuente: Elaboración propia

5. Archivo FLOW ACCUMULATION (ACUMULACIÓN DE FLUJO)

Vamos a **ArcToolbox / Spatial Analyst Tools / Hydrology / Flow Accumulation** se genera una ventana nos pide un archivo de entrada Raster, que en caso será FlowDir, y nos dará como resultado:

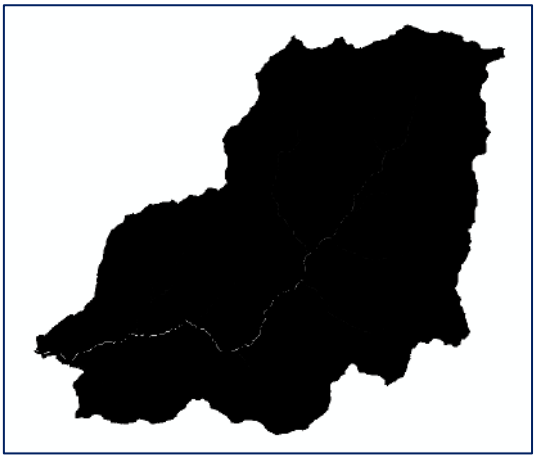


Figura A.5. FLOW ACCUMULATION de la Subcuenca Bigote
Fuente: Elaboración propia

6. Crear la red de drenaje (ríos)

En la barra de herramientas hará clic en: Spatial Analyst Tools / Map Algebra / Raster Calculator … donde emergerá la ventana Raster Calculator donde se introducirá las siguientes expresiones: flowAcc > 123456 y nos dará como resultado:

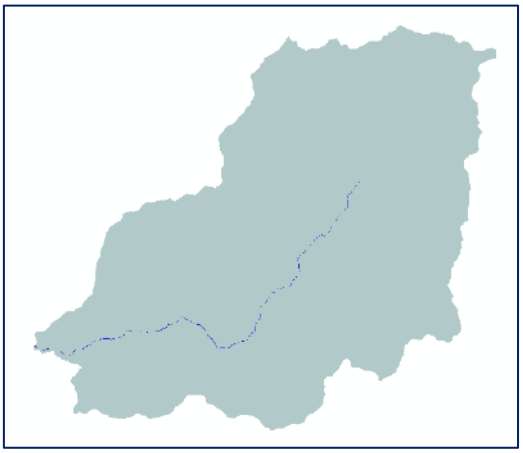


Figura A.6. RED DE DRENAJE de la Subcuenca Bigote
Fuente: Elaboración propia

En la barra de herramientas hará clic en: Spatial Analyst Tools / Map Algebra / Raster Calculator … donde emergerá la ventana Raster Calculator donde se introducirá las siguientes expresiones: flowAcc > 1234 y nos dará como resultado:

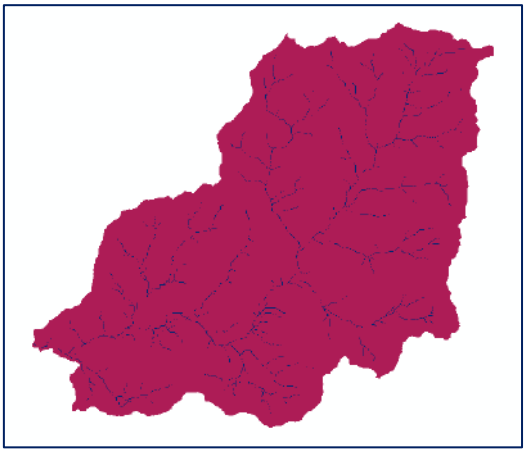


Figura A.7. RED DE DRENAJE de la Subcuenca Bigote
Fuente: Elaboración propia

7. Creación del archivo Stream Order (categoría de importancia de la red de drenaje)

Vamos a **ArcToolbox / Spatial Analyst Tools / Hydrology / Stream Order**, y emergerá una ventana llamada Stream Order En la ventana emergente, el programa nos pide que introduzcamos dos archivos de entrada raster, que en nuestro caso, para el primero de ellos, será el archivo rastercalc7, y para el segundo el archivo FlowDir, el cual buscará en la ruta donde este guardado y lo seleccionará; generándonos así un archivo de salida que tendrá como nombre streamo_rast1 se eligió el método STRAHLER para la clasificación de la red de drenaje y nos dará como resultado:

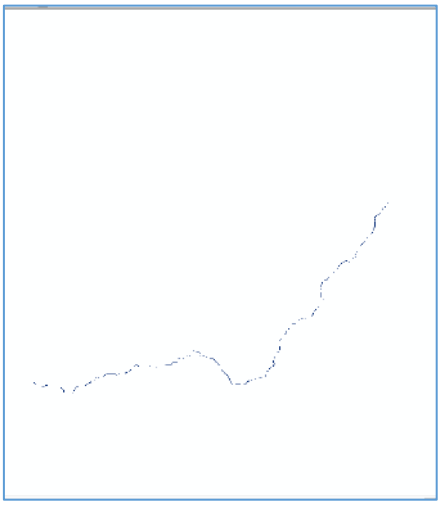


Figura A.8. STREAM ORDER de la Subcuenca Bigote
Fuente: Elaboración propia

Vamos a **ArcToolbox / Spatial Analyst Tools / Hydrology / Stream Order**, y emergerá una ventana llamada Stream Order En la ventana emergente, el programa nos pide que introduzcamos dos archivos de entrada raster, que en nuestro caso, para el primero de ellos, será el archivo rastercalc8, y para el segundo el archivo FlowDir, el cual buscará en la ruta donde este guardado y lo seleccionará; generándonos así un archivo de salida que tendrá como nombre streamo_rast4 se eligió el método STRAHLER para la clasificación de la red de drenaje y nos dará como resultado:

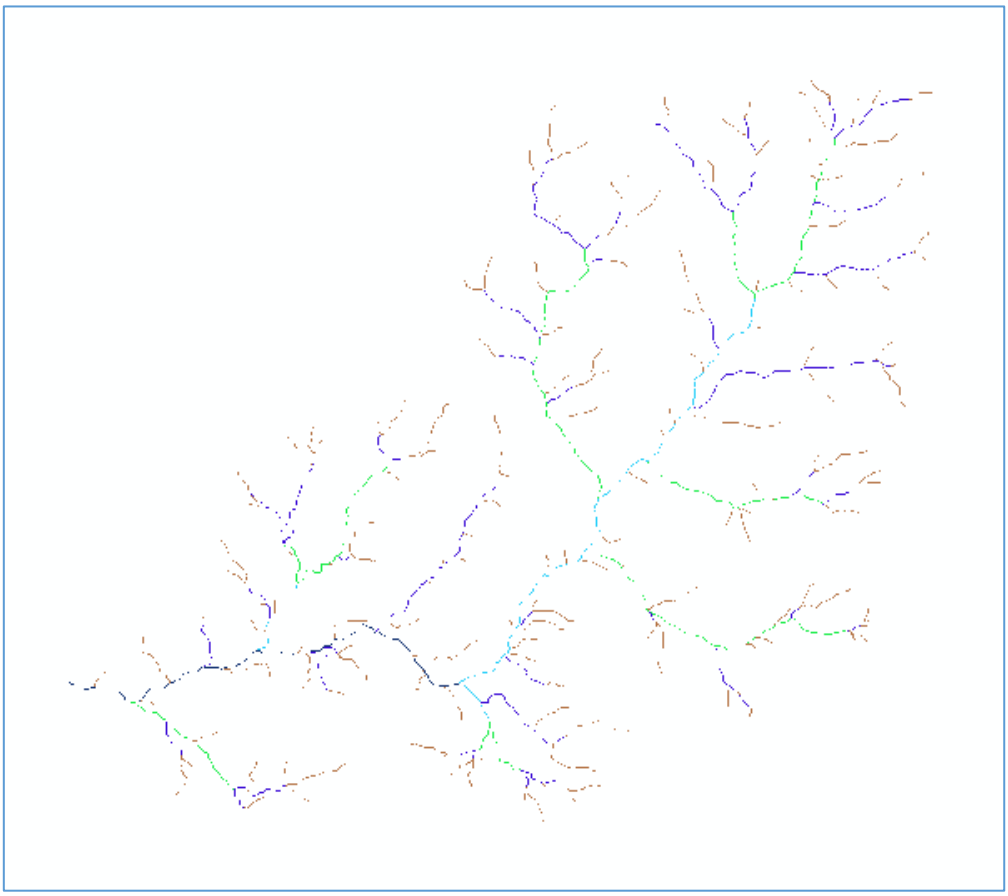


Figura A.9 STREAM ORDER de la Subcuenca Bigote
Fuente: Elaboración propia

8. **Creación del archivo Stream to Feature** y puntos de los vértices de la red (aforos o puntos de salida de la cuenca hidrográfica)

Para crear una cuenca hidrográfica siempre será necesario crear un punto de salida, vértices o aforo ya sea manual o automática. Para la creación de los puntos de salida o los vértices (aforos) o puntos donde se cortan los drenajes de forma automática, hacemos clic en: Data Management Tools / Features / Feature Vertices To Point, y emergerá la ventana Feature Vertices To Point. En Input Features introducimos streamo_rast4, en Output Features Class damos el nombre de streamt_streamo2_FeatureVert, y en la casilla Point Type (optional) agregamos END y nos dará como resultado:

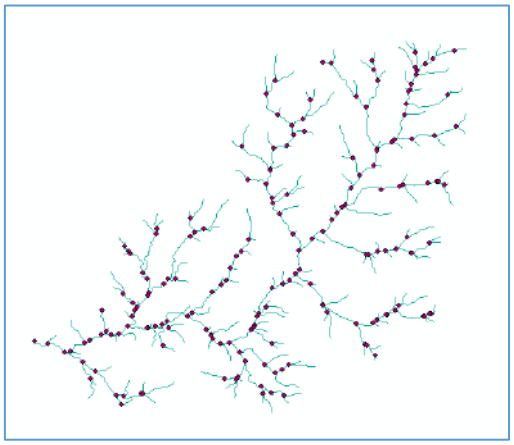


Figura A.10. STREAM TO FEATURE de la Subcuenca Bigote
Fuente: Elaboración propia

9. **Delimitación automática de la subcuenca Bigote**

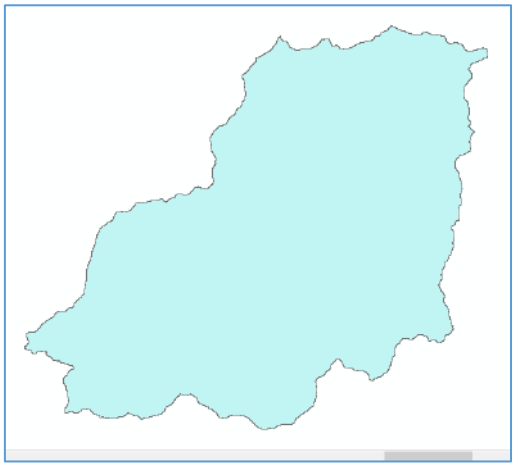


Figura A.11. DELIMITACION de la Subcuenca Bigote
Fuente: Elaboración propia

10. Pendiente media de la subcuenca

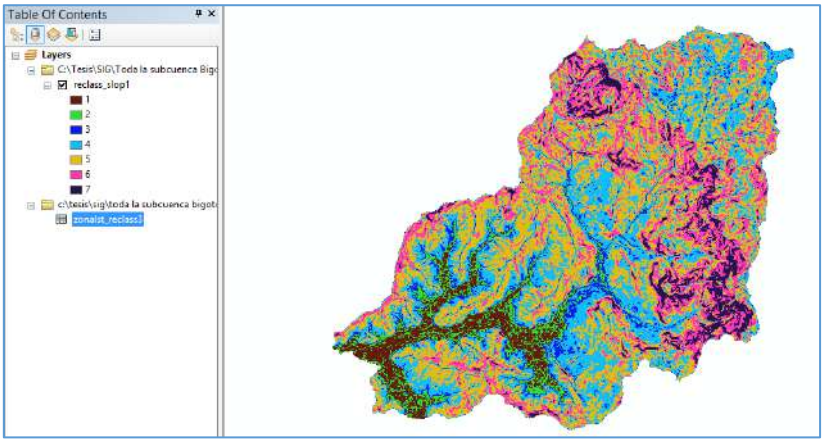


Figura A.12. PENDIENTE MEDIA de la Subcuenca Bigote
Fuente: Elaboración propia

Tabla A.1 Pendiente media de la subcuenca

No.	Pendiente mínima %	Pendiente máxima %	Rango de pendiente (%) Promedios (1)	Área km2 (2)	(1)x(2)
1	0	12.68129	4.884032	94.91	463.57
2	12.70725	26.6364	20.776663	147.55	3065.51
3	26.68584	38.06552	32.332617	181.42	5865.78
4	38.10013	49.49207	43.322838	133.57	5786.47
5	49.52202	62.17045	55.140861	83.45	4601.55
6	62.19165	76.14185	68.376413	46.26	3162.94
7	76.15051	93.89968	83.365718	23.93	1995.27
TOTAL			=	**711.09**	**24941.10**
			Pendiente media de la subcuenca		**(24941.10/711.09) 35.07 %**

Fuente: Elaboración propia

11. Pendiente del cauce principal

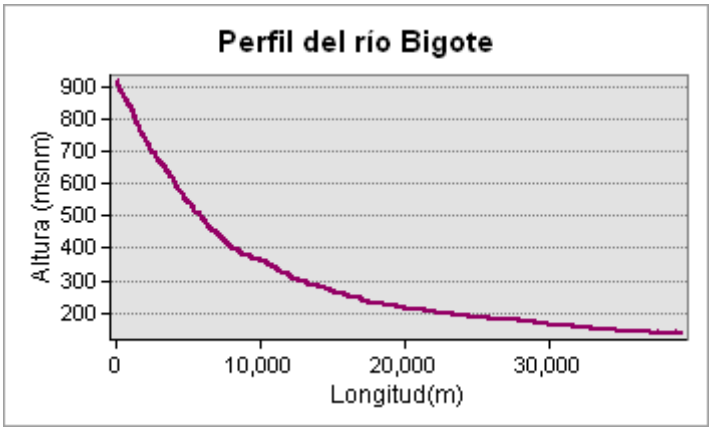


Figura A.13 Perfil del río Bigote
Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.2. Valores para determinar la pendiente

AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	MEDIAN	LONGITUD
1302007.67	136	916	780	304.47	190.01	418039	223	39217

Pendiente = (916-136)/39217 = 0.0199 m/m

Fuente: Elaboración propia

12. Pendiente de la red hídrica

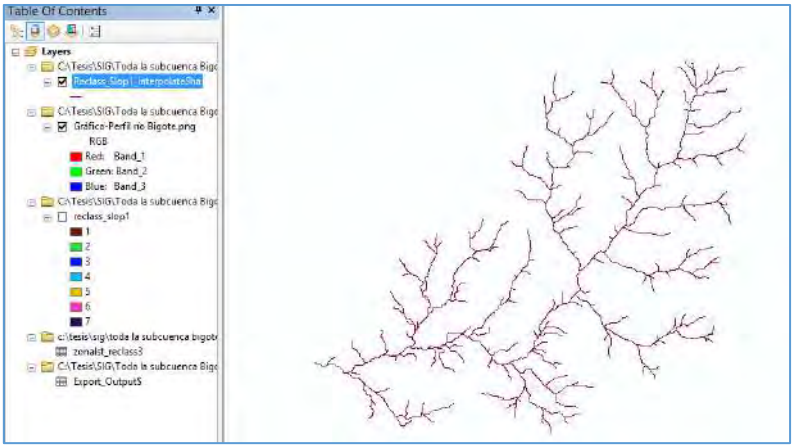


Figura A.14. Pendiente de la red Hídrica
Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.3. Valores para determinar la pendiente red hídrica

GRID_CODE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	MEDIAN
1	7190	6818233.91	1	7	6	3.26	1.41	23404.00	4
2	3703	3511532.71	1	7	6	2.70	1.32	10015.00	3
3	2355	2233232.38	1	7	6	2.37	1.17	5593.00	2
4	1039	985277.47	1	5	4	1.82	0.93	1895.00	2
5	671	636305.28	1	2	1	1.05	0.22	704.00	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla A.4. Pendiente red hídrica

Orden de drenaje	Pendiente media de las órdenes de drenaje	Área km2 (2)	(1)x(2)
	Promedios (1)		
1	3.26	6.8182	22.19
2	2.70	3.5115	9.50
3	2.37	2.2332	5.30
4	1.82	0.9853	1.80
5	1.05	0.6363	0.67
	TOTAL=	14.18	39.46
Pendiente promedio de la red hídrica de la subcuenca			**(39.46/14.18)=2.78**

Fuente: Elaboración propia

13. Altitud de la subcuenca

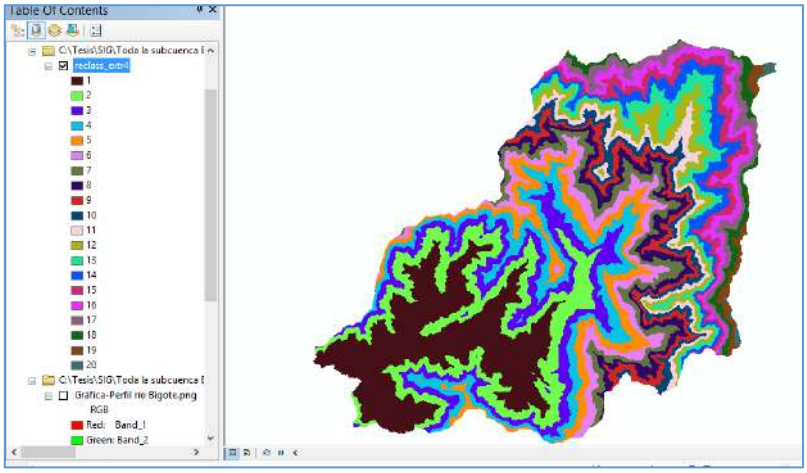


Figura A.15. Altitud de la Subcuenca
Fuente: Elaboración Propia

Tabla A.5. Resultado de Arcgis para la curva hipsométrica

VALUE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	MEDIAN
1	128219	121589309.20	136	308	172	222.45	46.54	28522131	223
2	89501	84873261.86	309	480	171	390.15	48.92	34918915	388
3	65651	62256449.81	481	652	171	565.17	49.89	37104303	565
4	60670	57532997.37	653	824	171	737.82	49.63	44763820	738
5	49568	47005037.31	825	996	171	905.39	49.29	44878442	903
6	38177	36203020.28	997	1168	171	1080.67	49.76	41256809	1079
7	36370	34489453.01	1169	1341	172	1253.95	49.64	45606075	1253
8	32394	30719036.04	1342	1513	171	1424.77	49.59	46153910	1423
9	26905	25513850.24	1514	1685	171	1595.27	49.83	42920805	1593
10	23617	22395859.55	1686	1857	171	1771.78	49.80	41844130	1772
11	24487	23220875.33	1858	2029	171	1946.66	49.94	47667938	1949
12	30489	28912535.96	2030	2201	171	2118.78	49.77	64599459	2121
13	31533	29902554.90	2202	2373	171	2285.18	49.25	72058595	2284
14	29186	27676908.87	2374	2546	172	2459.58	49.42	71785421	2459
15	25767	24434691.66	2547	2718	171	2632.15	49.91	67822709	2633
16	25593	24269688.50	2719	2890	171	2802.37	49.53	71721011	2801
17	21589	20472719.30	2891	3062	171	2971.30	49.07	64147479	2969
18	13072	12396099.25	3063	3234	171	3142.01	49.66	41072364	3138
19	7937	7526609.53	3235	3406	171	3311.63	48.66	26284394	3309
20	2105	1996158.88	3407	3579	172	3461.76	41.66	7287015	3452

Fuente: Elaboración propia

Tabla A.6. Valores de la curva hipsométrica y polígona de frecuencias

Nro.	Cota (msnm)			Área (km2)			
	Mínimo	Máximo	Prom	Intervalo	Acumulado	% Acum	% Inter
1	136	308	222	121.59	723.39	100.00	16.81
2	309	480	388	84.87	601.80	83.19	11.73
3	481	652	563	62.26	516.92	71.46	8.61
4	653	824	736	57.53	454.67	62.85	7.95
5	825	996	904	47.01	397.14	54.90	6.50
6	997	1168	1080	36.20	350.13	48.40	5.00
7	1169	1341	1253	34.49	313.93	43.40	4.77
8	1342	1513	1423	30.72	279.44	38.63	4.25
9	1514	1685	1594	25.51	248.72	34.38	3.53
10	1686	1857	1771	22.40	223.20	30.86	3.10
11	1858	2029	1946	23.22	200.81	27.76	3.21
12	2030	2201	2118	28.91	177.59	24.55	4.00
13	2202	2373	2285	29.90	148.68	20.55	4.13
14	2374	2546	2459	27.68	118.77	16.42	3.83
15	2547	2718	2631	24.43	91.10	12.59	3.38
16	2719	2890	2802	24.27	66.66	9.22	3.36
17	2891	3062	2971	20.47	42.39	5.86	2.83
18	3063	3234	3142	12.40	21.92	3.03	1.71
19	3235	3406	3312	7.53	9.52	1.32	1.04
20	3407	3579	3462	2.00	2.00	0.28	0.28

Fuente: Elaboración propia

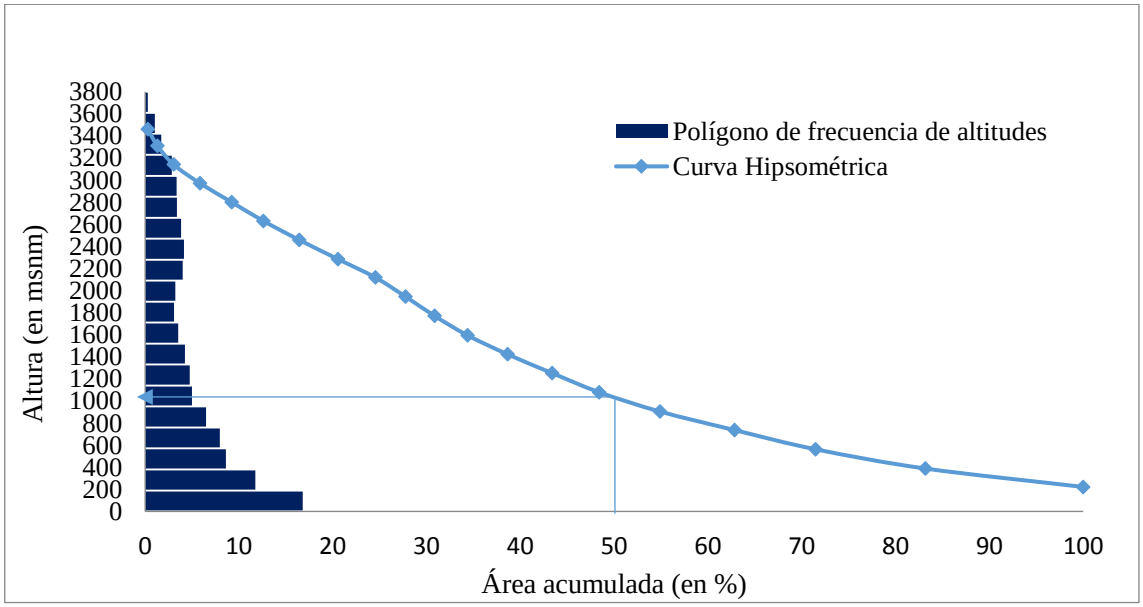


Figura A.16. Curva: Hipsométrica & Frecuencia de Altitudes de la Subcuenca
Fuente: Elaboración propia

La elevación media de la cuenca:

$$\mathbf{H} = \frac{(\sum \boldsymbol{a\ x\ h})}{\boldsymbol{A}}$$

Donde :

a : área entre 2 altitudes
h : elevación media entre 2 altitudes
A : área total

Tabla A.7. Cálculo de la Altitud media

a	h	axh	Área km2	axh/área
121.59	221.67	26952.96		37.26
84.87	388.25	32952.17		45.55
62.26	563.10	35056.60		48.46
57.53	736.29	42360.99		58.56
47.01	904.43	42512.57		58.77
36.20	1079.71	39088.81		54.04
34.49	1252.53	43199.16		59.72
30.72	1423.33	43723.32		60.44
25.51	1594.29	40676.47		56.23
22.40	1770.73	39656.97	723.39	54.82
23.22	1945.62	45178.96		62.45
28.91	2118.32	61245.90		84.67
29.90	2285.18	68332.73		94.46
27.68	2459.12	68060.91		94.09
24.43	2631.11	64290.42		88.87
24.27	2801.85	68000.12		94.00
20.47	2971.30	60830.67		84.09
12.40	3142.01	38948.68		53.84
7.53	3311.63	24925.33		34.46
2.00	3461.76	6910.23		9.55

Altitud media = 1234.34
Altitud más frecuente = 222
Altitud de frecuencia 1/2 = 1317.93

Fuente: Elaboración propia

14. Longitud de la red hídrica

Tabla A.8. Número y Longitud de la red Hídrica

Red hídrica	Número de red	Longitud (m)
L1	184	205761
L2	83	103298
L3	50	65664
L4	28	28282
L5	21	19201
	366	422206

Fuente: Elaboración propia

15. Cálculo de los parámetros morfométricos de la subcuenca

Tabla A.9. Valores de los parámetros morfométricos

DESCRIPCIÓN	UND	VALOR
De la superficie		
Área	km2	723.38
Perímetro de la cuenca	km	138.00
Cotas		
Cota máxima	msnm	3 574
Cota mínima	msnm	136
Centroide (WGS_1984_UTM_Zone_17S)		
X centroide	m	644 565.00
Y centroide	m	9 420 295.00
Z centroide	msnm	1 870.00
Altitud		
Altitud media	msnm	1 235.42
Altitud más frecuente	msnm	2 118.32
Altitud de frecuencia media (1/2)	msnm	1 319.48
Pendiente		
Pendiente promedio de la cuenca	%	35.07
De la Red Hídrica		
Longitud del curso principal	km	37.02
Orden de la red hídrica	UND	5
Longitud de la red hídrica	km	422.21
Pendiente promedio de la red hídrica	%	2.78
Parámetros Generados		
Tiempo de concentración	horas	2.857
Pendiente del cauce principal	m/m	0.09

Fuente: Elaboración propia

16. Subcuenca de recepción

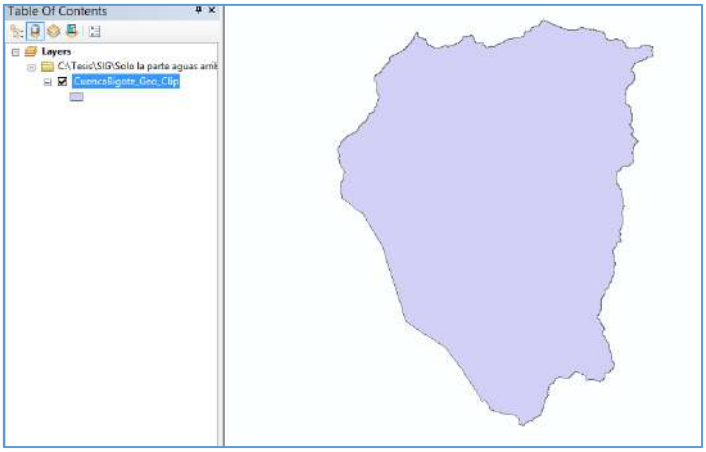


Figura A. 17. Subcuenca de recepción
Fuente: Elaboración propia

Área de la sub cuenca de recepción = 418 km^2
Pendiente media de la cuenca de recepción = 3.24 %
Altitud media de la cuenca de recepción = 1 789.14 m.s.n.m

Anexo B
Análisis información climatológica

RELLENO DE DATOS CLIMATOLOGICOS

Para efectuar la Aplicación de modelos hidrológicos para la estimación de caudales mensuales en la sub cuenca del río bigote, es necesario contar con datos de temperatura máxima, mínima y media, precipitación, humedad relativa, horas de sol, velocidad del viento de la zona de estudio, como no existe una estación hidrometereológica que contenga las variables climatológicas antes mencionadas se efectuará una interpolación con datos de 10 estaciones hidrometeorológicas, apoyado en el programa hydraccess.

Selección de las estaciones

Se ha seleccionado 5 estaciones de la cuenca Piura y 5 estaciones de la cuenca del río Chira, conforme se detalla en la Tabla B.1:

Tabla B.1. Estaciones Hidrometereológicas

Cuenca	Estación	Altitud (m.s.n.m)
Piura	SAN MIGUEL	29
Piura	MIRAFLORES	30
Chira	MALLARES	45
Chira	CHILACO	90
Piura	CHULUCANAS	95
Piura	MORROPON	140
Chira	SAUSAL	980
Piura	HUARMACA	2180
Chira	AYABACA	2700
Chira	ARENALES	3010

Fuente: Elaboración propia

Periodo de registro

Identificadas las estaciones se analizó el registro de datos, encontrándose que se cuenta con información de 20 años (1972- 1992) y con datos faltantes de temperatura máxima, mínima y media, precipitación, humedad relativa, horas de sol, velocidad del viento, procediéndose a realizar la completación de datos.

Se efectuó un análisis de las variables climatológicas registradas en cada estación las mismas que se presentan en la Tabla B.2.

Tabla B.2. Variables climatológicas registradas en las 10 estaciones

N°	Estación	Variables Climatológicas								
		Precipitación	Tmáx	Tmín	Tmedia	HRmáx	HRmín	HRmedia	Vel. viento	Horas de sol
1	Arenales	X	X	X	X			X	X	X
2	Ayabaca	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Chilaco	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Chulucanas	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Huarmaca	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Mallares	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Miraflores	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Morropón	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	San Miguel	X	X	X	X			X	X	X
10	Sausal de Culucan	X	X	X	X			X	X	X

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se efectuó el análisis de los datos existentes en cada una de las 10 estaciones estudiadas, los resultados se muestran en la Tabla B.3.

Tabla B.3. Datos existentes en las estaciones estudiadas

N°	Estación	Datos existentes en las estaciones estudiadas								
		Precipitación	**Tmáx**	**Tmín**	**Tmedia**	**HRmáx**	**HRmín**	**HRmedia**	**Vel. viento**	**Horas de sol**
1	Arenales	33	29	41	29	240	240	30	30	29
2	Ayabaca	0	0	1	15	12	12	14	0	0
3	Chilaco	0	4	4	4	7	7	4	3	4
4	Chulucanas	32	45	45	46	57	57	56	32	34
5	Huarmaca	0	12	18	33	30	30	35	12	17
6	Mallares	5	6	6	6	13	13	12	33	7
7	Miraflores	3	2	2	2	6	6	6	18	3
8	Morropón	3	7	8	25	25	25	22	8	19
9	San Miguel	1	21	19	1	240	240	1	13	1
10	Sausal de Culucan	1	1	1	1	240	240	1	1	240

Fuente: Elaboración propia

Estimación de registros mensuales faltantes

En el ítem 1.2.9.2 Estimación de datos faltantes, se describen los métodos para el relleno de datos.

Información de precipitación

Para completar datos de precipitación se ha efectuado el método de promedio aritmético y el análisis de regresión lineal simple entre estaciones, los datos de celda de color amarillo y valores en color azul son datos determinados por el método de regresión lineal simple, los datos de celda de color amarillo y valores en color rojo son datos determinados por el método de promedio aritmético.

Para el método promedio aritmético, se ha tomado el promedio de los 20 años y de cada mes.

Para el caso de la Humedad Relativa máxima, se tomado la ecuación señalada en la publicación FAO 56 pagina 58.

Estimación de datos faltantes de humedad

En caso en que los datos de humedad no estén disponibles o sean de calidad cuestionable, se puede llevar adelante una estimación de la presión real de vapor, ea, si se asume que la temperatura del punto de rocío (Trocío) es similar a la temperatura mínima diaria (Tmin).

Relleno de datos de Temperatura (°C)

Temperatura mínima (°C)

Arenales y Ayabaca

Se efectuó un análisis de regresión lineal simple. Se tomó como variable dependiente (y) a la estación Arenales y variable independiente (x) a la estación Ayabaca, se obtuvo un coeficiente de regresión de determinación de 0.3816 y un coeficiente de correlación de 0.62, que nos indica una correlación buena.

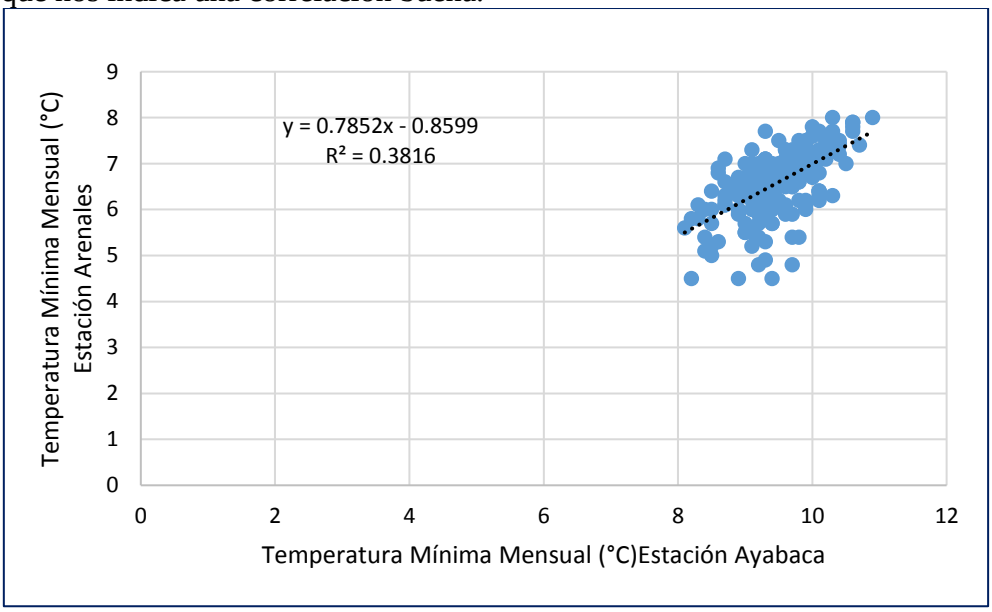


Figura B.1. Regresión lineal simple Ayabaca - Arenales
Fuente: Elaboración propia

Miraflores Chulucanas

Se efectuó un análisis de regresión lineal simple. Se tomó como variable dependiente (y) a la estación Miraflores y variable independiente (x) a la estación Chulucanas, se obtuvo un coeficiente de regresión de determinación de 0.9693 y un coeficiente de correlación de 0.98, que nos indica una correlación muy buena.

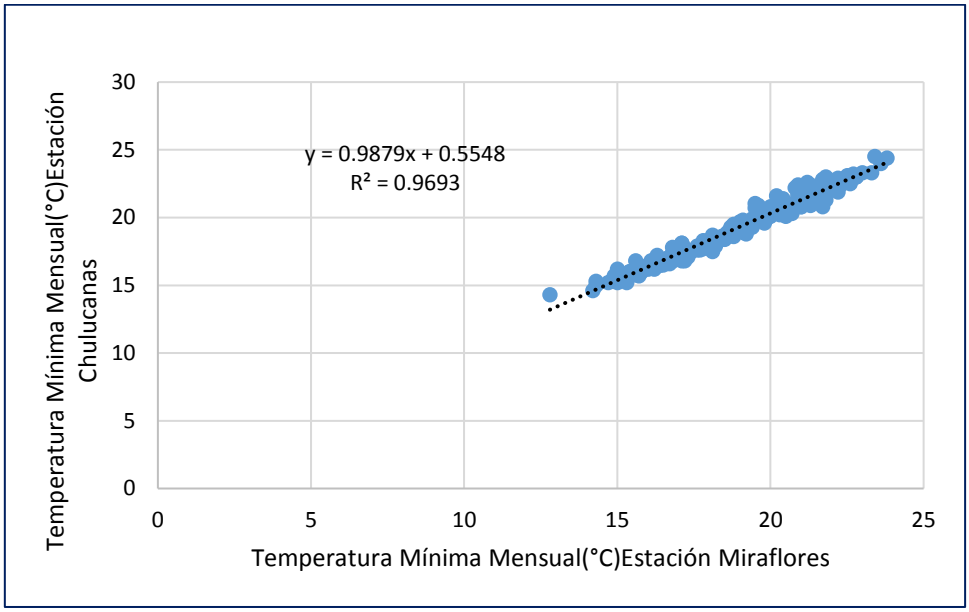


Figura B.2. Regresión lineal simple Miraflores - Chulucanas
Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del promedio aritmético se determinó en forma mensual, tomando el promedio de todos los años.

Tabla B.4. Valores de Temperatura mínima (°C)

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	1	6.1	8.9	20.9	20.2	11.5	20.6	19.9	21.4	20.8	15.4
1972	2	6.2	9	22.9	22	11.7	22.6	21.7	22.3	22	16.8
1972	3	6.3	9.1	23	23.3	12	23.8	23	22	21.7	17.8
1972	4	6.7	9.6	21.8	21.7	12.2	22.3	21.4	21	20.5	18.1
1972	5	6.9	9.9	21.3	21.1	12.1	21.8	20.8	18.9	18.7	17.7
1972	6	6.3	9.1	20.9	20.8	12.2	20.8	20.5	19.9	17.2	17.2
1972	7	6	8.8	19.8	18.9	11.9	19.4	18.6	18.9	16.3	16.3
1972	8	6	8.8	19.6	18.9	11.9	19.1	18.6	18.5	16.3	16.1
1972	9	6.5	9.4	18.4	18.1	11.5	18.4	17.8	17.8	16.3	16
1972	10	6.4	9.2	18.6	18.7	11.3	19.1	18.4	18.2	16.9	16.8
1972	11	6.5	9.4	19	18.7	11.1	19.2	18.4	19.1	17.6	16.4
1972	12	6.5	9.4	22	22.1	11.2	22.4	21.8	21.9	19.2	18.2
1973	1	7.1	10.1	23.4	23.6	11.5	24	23.3	23.1	20.8	19.2
1973	2	6.8	9.8	23.1	23.7	11.7	23.9	23.4	22.8	22	18.8
1973	3	7.1	10.2	22.6	21.3	12	22.9	22.4	22.1	21.7	18.6
1973	4	6.8	9.8	20.9	20	12.2	20.4	20.1	20.5	20.5	18.3
1973	5	7.1	10.2	18.7	17.1	12.1	18.3	18.1	18.4	18.7	17.5
1973	6	6.7	9.6	16.2	15.1	12.2	16.2	15.5	15.8	17.2	16.8
1973	7	6.4	9.3	15.1	14.2	12.1	14.5	14.6	14.6	16.3	15.4
1973	8	6.3	9.1	14.3	12.8	11.6	14.7	14.3	12.8	15.1	16
1973	9	6.4	9.2	15.5	15.7	8.5	16	15.3	14.2	15.4	16.1
1973	10	5.9	8.6	15	14.7	10.6	15.6	15.2	14.2	14.9	16.2
1973	11	6.4	9.2	17.1	16.1	10.8	17.2	16.8	16	16.7	16.5
1973	12	5.6	8.2	17.8	17.2	10.2	17.7	17.3	17.1	16.9	15.7
1974	1	6	8.4	20.2	19.6	10.4	20	19.8	19.8	19.4	15.8
1974	2	6.9	8.6	21.5	20.9	10.7	21.2	21.7	21.2	21	16.9
1974	3	5.4	8.4	21	20	10.6	20.1	20.2	20.4	19.6	17.3
1974	4	6.6	9	20.2	19.5	11.5	19.5	19.8	19.8	19.2	17.4
1974	5	6.6	9.4	19.4	18.8	11.5	18.9	18.6	18.4	18.6	16.7
1974	6	6.8	9.7	18	17.8	11.6	18.3	18.3	17.4	17.9	16
1974	7	5.2	8.5	16.1	15.8	11	16.1	16	14.9	15.6	14.4
1974	8	4.9	9.3	15.6	16	12.1	16.1	16.5	15	15.8	14.9
1974	9	6	9.1	15.7	15.8	10.9	16.4	16.1	15.1	15.2	15.6
1974	10	6.4	9.2	16.2	16.2	11	16.2	16.2	15.6	15.4	15.7
1974	11	6.1	9.6	17.7	17.8	11.1	18	17.7	17.6	16.4	16.4
1974	12	6.3	8.9	18.8	19.1	10.7	19.1	19	18.9	17.9	16.7
1975	1	6.4	9.2	21	20.7	11.4	20.7	20.3	20.5	19	16.5
1975	2	7	9.4	22.3	21.8	11.6	22.2	22.2	21.9	20.5	17.1
1975	3	7	9.8	22.2	21.8	12.3	22.1	22.4	21.2	20.5	18
1975	4	6.9	9.8	21.5	21.2	12.1	21.2	21.6	20.5	20	17.7
1975	5	6.4	9.4	19	18.7	11.7	19	19.3	18.1	18.5	16.3
1975	6	6	9.4	16.6	16.8	11.7	17.1	17.2	16.4	16.4	15.6
1975	7	5	8.5	16.6	16.1	10.4	16.4	16.5	15.4	15.6	15
1975	8	5.5	9.1	16.1	16	11	16.4	16.3	15.1	15.7	15.6
1975	9	5.7	9	14.5	14.3	10.9	15.2	15.3	13.9	15	15.4

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1975	10	5.5	9	16.1	15.7	10.4	16.4	16.1	15.3	15.5	15.4
1975	11	5.1	8.4	16	15.7	10.3	16.3	15.7	15.3	15.4	15.2
1975	12	4.5	8.2	17.8	17.3	9.3	18	17.6	17.2	16.7	15.4
1976	1	5.3	9.3	17.7	21	10.7	21.6	21.4	21	20.7	16.8
1976	2	5.2	9.1	21.3	20.8	10.7	22.2	22.2	20.8	21.6	16.5
1976	3	6.7	9.6	22.1	20.9	11.3	22.4	22.4	22	21.9	17.7
1976	4	6.6	9.8	21.4	20.2	11.2	21.3	21.6	20.6	21	18.2
1976	5	6.2	10.1	20.6	19.5	11.7	20.6	20.7	19.8	20.1	17.7
1976	6	5.4	9.8	19.8	19	11.5	19.9	19.4	19.1	18.9	16.5
1976	7	4.5	8.9	18.6	17.3	12	18.5	17.5	17.7	17.4	15.3
1976	8	4.8	9.2	18.8	18.6	11.3	19	18.6	17.9	18	15.4
1976	9	5.7	9.4	17.8	17.4	11.9	18.1	17.5	16.7	17.1	15.8
1976	10	6.3	9	18.1	18.1	11.2	18.1	17.5	17.3	17.1	16.8
1976	11	5.7	9.2	19.1	18.6	11	19.1	18.7	18.8	18.4	17.3
1976	12	5.9	9.3	21.3	20.7	11.5	21.3	21	21	20.4	17.8
1977	1	7.7	10.1	22.8	21.9	12.7	23.2	22.8	22.3	22	18.2
1977	2	7.5	10.2	22.6	21.7	12.5	22.8	22.8	22.3	22.3	18
1977	3	7.4	10.4	22.6	21.2	13.3	22.7	22.6	22.2	22	18.5
1977	4	6.2	9.9	21.7	20.4	12.4	21.4	21.4	21.2	20.8	17
1977	5	5.7	9.4	20.3	18.8	12.1	19.3	19.5	19.4	19	15.6
1977	6	4.5	9.4	18.5	17	12.3	17.9	17.4	17.6	17	14.9
1977	7	4.8	9.7	17.3	16.3	12.1	17.2	16.8	16.2	16.8	14.9
1977	8	5.9	9.6	16	15	10.7	16.3	16.2	15.1	15.9	14.6
1977	9	6	9.9	16.4	15.6	12.5	17	16.8	15.8	16.4	13.7
1977	10	6.1	9.9	16.9	16.3	11.2	17.2	17.2	16.4	16.8	15.1
1977	11	5.4	9.7	18.2	17.8	11.3	18.2	17.8	17.9	17.6	15.9
1977	12	6.4	10.1	20.1	19	11.6	20.1	19.7	19.6	19.1	17
1978	1	6.8	9.4	21	20	11	20.9	20.8	20.8	20.4	17.7
1978	2	7.9	10.6	23	22.5	11.9	23.1	23.1	22.5	22.3	18.6
1978	3	6.9	9.8	21.6	20.9	11	21.6	21.6	21.3	21.3	18.2
1978	4	7.2	10.4	20.9	20.7	11.6	20.7	20.5	21	20	17.8
1978	5	6.6	9.8	19	18.5	12	18.5	18.4	19	18	16.9
1978	6	5.5	9	16.9	15.6	11.7	16.2	15.8	16	15.7	15.6
1978	7	5.8	8.3	16.7	16.4	13.4	17	16.5	16.2	16.4	16.2
1978	8	5.6	8.1	15.6	15.2	12.8	16	15.8	14.7	15.6	14.6
1978	9	6.2	9.5	16.2	16	11.4	16.4	16.3	16.1	16.2	16.4
1978	10	6.2	9.1	16.7	16.5	10.9	16.7	16.5	16.5	16.1	15.3
1978	11	6.7	9.6	18.6	18.4	11.3	18.4	18.6	18.6	18.1	16.9
1978	12	5.9	9.7	19.9	19.8	11	19.3	19.6	19.9	18.9	16.9
1979	1	6.6	9.4	22.1	21.7	10.4	21.6	22	21.9	21.2	18
1979	2	6.7	10	22.6	22.3	10.1	22.4	22.4	22.6	21.6	18.7
1979	3	7.1	10.1	23	22.8	12.2	23	23	22.3	22.4	18.2
1979	4	7.5	10.2	21.3	20.7	12	20.9	20.8	20.8	20	18.1
1979	5	6.8	9.7	19.2	18.7	11.4	18.9	18.7	18.7	18.2	17.7
1979	6	6.5	9	17.7	16.4	11.3	17	16.5	16.1	16.3	15.2
1979	7	5.4	9.2	17.1	16.8	11	16.9	16.8	15.9	16.8	15.4

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1979	8	6.2	9.5	17.4	17.1	11.5	17.5	17.1	16.6	17	15.9
1979	9	6.8	9.4	17.2	17	10.8	17.6	17.3	16.9	17.2	16
1979	10	6.4	9.3	16.9	17.2	10.1	17.3	16.8	16.8	16.6	16.4
1979	11	7	9.1	17.4	17	9.9	17.6	17	17.1	16.5	15.7
1979	12	6.5	9.3	19.3	19	10.2	19.2	19.2	19.2	18.9	16.5
1980	1	6.8	10.1	21.6	21.8	11.2	21.7	21.3	21.9	20.7	18
1980	2	6.6	9.6	22.3	22.1	9.9	22	22.1	22.5	21.8	18.2
1980	3	7.5	9.9	22.6	22.6	12.9	22.6	22.5	22.7	21.6	18
1980	4	7	10	22.2	21.4	12.5	21.6	21.6	21.7	21.2	18.1
1980	5	7.1	10	20.1	19.1	13.2	19.4	18.9	19.7	18.6	16.8
1980	6	6.8	9.9	18.4	17.3	13.8	17.5	17.1	17.7	17	16.2
1980	7	6.1	9.3	17.1	16.7	12.5	16.8	16.6	16.5	16.5	15.3
1980	8	5.9	9.2	15.8	15.5	12.7	15.7	16	16.6	15.8	15.8
1980	9	6.3	9.4	16.5	16	11.6	16.5	16.2	15.9	15.8	15.6
1980	10	7.3	9.7	17.4	17.4	11.9	17.8	17.5	17.2	17.1	17
1980	11	6.7	9	18.1	18.1	11	18.4	18.2	18.2	17.8	16.4
1980	12	7	9	19.5	18.7	11.5	18.9	19	19.2	18.8	16.7
1981	1	6.4	8.5	20.7	20.3	10.7	20.3	20.2	20.9	20	17.2
1981	2	7.5	9.5	23	22.8	12.1	22.7	23	23	22.5	18.3
1981	3	7.3	9.8	22.4	21.9	12	22	22	22.1	21.5	18.6
1981	4	7.8	10	20.7	19.7	12.5	20.4	20.3	20.6	19.9	18
1981	5	6.9	9.3	18.6	17.6	11.7	18.2	17.9	17.7	17.7	16.5
1981	6	6.3	9	17.6	16.7	12.1	17.5	17.1	16.6	17	15.6
1981	7	6.8	8.6	15.9	14.8	12.1	15.8	15.3	14.8	15.7	15.6
1981	8	6	8.9	15.8	15.3	11.7	15.7	15.2	15.2	15.4	15.7
1981	9	6.3	9	16	14.9	11.9	16.4	15.7	15	15.7	15.9
1981	10	6.9	9.1	17.1	16.8	11.3	17.6	17.2	17	17.2	16.3
1981	11	6.4	9	17.8	17	11.1	17.9	17.2	17.3	17.1	16.1
1981	12	7.5	9.8	19.7	19	11.9	19.6	19.1	19.3	18.9	16.7
1982	1	6.4	9	20.9	20.4	11.3	20.9	20.7	20.6	20.5	17.6
1982	2	7.1	9.3	22.1	21.4	11.6	21.9	21.7	22.2	21.2	18.6
1982	3	7.1	9.3	21.3	21	11.7	20.9	20.8	21.9	20.3	18.6
1982	4	7.1	9.3	19.9	19.6	11.7	20.1	19.9	20.4	19.4	18.1
1982	5	7.3	9.6	19	19.1	12.2	19.2	19.1	19.3	18.8	18
1982	6	6.9	9.4	18.4	17.9	12.5	18.4	18	18	17.5	16.3
1982	7	6.4	9.1	17.8	17.7	11.8	17.9	17.6	17.4	17.5	16.6
1982	8	6.4	9.4	17.7	17.2	13.3	17.5	17.5	17.1	17	15.4
1982	9	7	9.6	18.3	17.7	12.1	17.9	17.8	17.8	17.1	16.5
1982	10	7.1	9.7	19.8	19.7	11.9	19.8	19.8	19.5	19.5	16.8
1982	11	7	9.7	21.8	21.8	12.2	21.8	21.9	21.8	21.5	18.2
1982	12	8	10.3	23.2	23.6	13.1	23.9	24	23.1	23.8	19.1
1984	1	6.3	8.6	21.3	19.6	10.4	21	20.9	19.8	20	17.2
1984	2	6.5	9.8	22.7	21.8	12	23	23	21.6	21.5	18.3
1984	3	6.3	9.8	22.1	21.3	11.9	22.1	22	21	20.3	18.3
1984	4	6.7	9.6	21.4	20	12.2	21.1	20.7	20.1	20	18.2
1984	5	6.9	9.5	17.8	17.1	12.5	18.5	18.1	17.3	17.9	17.3

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1984	6	7.1	9.6	17.8	17.1	11.9	18	17.9	16.6	17.3	16.7
1984	7	6	8.5	17.2	16.4	11.6	17.1	16.6	16.1	16.5	15.9
1984	8	6.4	8.9	16.5	15.4	11.3	16.4	16	14.9	15.4	15.7
1984	9	6.8	8.9	17.1	16.1	11	16.7	16.6	15.6	16.4	16.6
1984	10	7.3	9.3	18.1	17.8	11.1	18.1	18	17.1	17.5	16.2
1984	11	6.1	8.3	17.8	17.1	10.3	17.2	16.8	16.7	16.4	16.2
1984	12	6.4	9.5	20.2	19.4	11.4	20.2	19.9	19.2	19.2	17.8
1985	1	7	8.7	21.4	20.9	10.5	20.8	21.1	20.2	20.1	17.5
1985	2	6.2	9.2	22.3	21.6	11.2	21.7	22.1	21.1	21.2	18
1985	3	7	9.4	22.3	21.3	11.5	21.1	21.7	21.1	21.2	18.5
1985	4	7.7	9.3	20.1	19.1	11.4	19.7	19.8	19.3	19.3	18.2
1985	5	7.2	9.7	17.4	16.1	11.5	17	16.7	16.3	16.5	16.7
1985	6	6.6	8.7	16.5	16	12.2	16.7	16.4	15.8	16.6	16
1985	7	6.4	8.5	15.5	14.9	11.4	16.1	15.4	14.5	15.8	15.8
1985	8	6.5	8.9	15.6	15.2	11.6	15.5	15.5	14.7	15.6	15.6
1985	9	6.9	9.2	16	15.4	11	16.1	16	15.3	16.3	16.6
1985	10	6.8	9.1	16.8	16.8	10.9	16.8	16.8	16.2	17.2	16.1
1985	11	6.5	8.7	16.9	16.2	10.4	16.5	16.5	16.2	16.9	15.2
1985	12	7.4	9.4	19.6	19	11.1	19.2	19.4	19.4	19.5	16.9
1986	1	7.9	9.9	22.2	21.9	12.3	21.9	22.2	21.7	21.8	18.1
1986	2	8	9.2	22.2	21.9	11.5	21.6	22.2	22	21.6	18.1
1986	3	7.3	9.2	22.3	20.9	11.2	22.3	22.3	22	21.7	18.1
1986	4	7.7	10.3	21.4	21.6	12.5	20.8	21.1	21.5	20.3	18.5
1986	5	7.1	9.8	18.9	18.6	12.3	18.5	18.6	18.6	18.2	17.8
1986	6	7.3	8.7	16.2	15.6	12.1	16.4	16	15.5	15.7	15.8
1986	7	7.2	8.9	16.3	15.9	12.8	16.6	16.3	15.9	16	15
1986	8	6.3	9.7	17.8	17.6	12.2	17.9	17.6	17.2	17.4	16
1986	9	6.3	9.8	16.6	16.5	12.5	17	16.6	16.5	16.3	15.9
1986	10	6.4	9.5	17	17.1	11.6	17.4	17	16.8	16.6	16.4
1986	11	7.1	9.6	18.6	18.9	11.4	19.1	19.1	18.8	18.9	16.9
1986	12	7	9.9	20.4	20.5	11.8	20.5	20.5	20.1	20.1	17.6
1987	1	7.4	10.6	23.1	23	13	23.3	23.3	22.8	22.8	18.3
1987	2	7.8	10.9	24.2	23.8	13.2	24.3	24.4	23.2	24.2	19.8
1987	3	6.5	10.2	23.6	23.4	12.7	24.5	24.5	23.2	24.3	19.6
1987	4	7.2	10.6	22.7	22.7	13	23.5	23.2	22.4	22.9	19.5
1987	5	7.6	10.1	20	19.8	12.4	20.1	19.8	19.4	19.5	18.2
1987	6	5.9	10.1	19.1	18.6	13.3	19.3	18.9	17.8	18.8	17.3
1987	7	5.8	10.2	18.6	18.5	12.4	19	18.7	17.6	18.6	17.6
1987	8	6.6	10.1	17.1	16.7	12.8	17.2	17.1	15.7	17.2	16
1987	9	7	10.3	17.5	17	12.2	17.9	17.7	16.2	17.5	17.1
1987	10	6.9	10.1	18.3	18.1	11.9	18.5	18.3	17.6	18.2	17.1
1987	11	6.7	10.2	18.3	18.1	12	18.7	18.7	18.4	18.8	17.1
1987	12	6.6	10.5	20.1	19.9	11.6	20.4	20	19.9	19.9	17.9
1988	1	6.2	10.7	21.7	21.6	12.3	22	21.5	21.8	21.2	18.5
1988	2	6.9	10.6	23.4	23.3	12.9	23.4	23.3	22.8	22.7	18.9
1988	3	6.6	9.7	20.7	21	12.1	21.2	20.8	21.2	20.4	18.2

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1988	4	7.1	10.2	20.8	21.3	11.9	20.8	20.9	20.9	20.4	18.7
1988	5	7.1	10.3	19.9	19.2	12.3	19.4	18.8	19	18.2	18.1
1988	6	6.8	8.9	16.2	15	11.4	16.2	15.2	15.4	15.2	16.1
1988	7	6.2	8.2	14.4	14.3	11.3	15.6	15	14.4	14.9	15.7
1988	8	6	9.3	15.4	15.1	11.2	16	15.6	15.3	15.4	15.7
1988	9	6.8	9.7	15.9	15.6	11.3	16.2	15.8	15.4	15.6	16.6
1988	10	7.2	9.4	16.2	16.3	11.5	16.9	16.6	16.5	16.1	16.7
1988	11	6.7	9.6	17.8	18.2	11.5	18.3	17.9	18	17.7	16.2
1988	12	6.1	8.9	19	19.4	10.9	19.7	19.3	19.2	19.1	16.8
1989	1	7.4	9.8	20.9	21.1	12.1	21.7	21.3	21.4	21	17.6
1989	2	7.2	9.6	22.5	22.2	12.2	23.3	22.9	22.1	22.7	18.2
1989	3	7.6	9.2	22.4	22	11.2	22.3	22.2	22.2	22.1	18.3
1989	4	7.4	10	21.2	19.5	12.3	21.1	21	21	20.4	18.2
1989	5	7.2	9.6	17.7	16.7	11.8	16.7	17.1	17	17.1	17.2
1989	6	7.6	9.5	17.8	16.8	12	17.8	17.8	17.4	17.5	16.8
1989	7	6.5	8.7	16.3	15.5	11.8	15.9	15.8	15.4	15.7	14.7
1989	8	6.2	9.4	16.7	16.5	11.8	16.8	16.8	16.2	16.8	15.8
1989	9	6.8	9.5	16.5	16.2	11.4	16.5	16.8	16.3	16.9	16.3
1989	10	6.7	9.7	17.8	17.7	12.1	17.8	17.8	17.7	17.8	16.6
1989	11	7.1	9.1	17.4	16.4	10.9	17.1	16.9	17.1	16.7	16.5
1989	12	6.6	8.7	18.2	17.2	10.7	17.4	17.7	18.4	17.9	16.5
1990	1	7	9.9	21.2	20.7	12.2	20.9	20.9	21.3	20.7	17.7
1990	2	7.2	9.8	22.2	22.2	11.8	22.1	21.9	22.7	21.9	18.7
1990	3	7.5	10	22.2	21.8	12.6	22.1	22.2	22.5	21.8	19
1990	4	7.7	10.4	21.3	21.7	12.8	21.0	20.8	21.3	20.3	18.3
1990	5	7.4	9.9	20.6	20.5	12.9	20.4	20.1	20.2	20	16.9
1990	6	6.4	10	18.4	18.1	13.3	18.5	17.8	17.6	17.9	16.5
1990	7	6.3	8.8	16.7	16.8	12.5	17.2	16.4	16.1	16.2	15.6
1990	8	6.2	9	16.1	16.7	12.5	16.6	16.3	15.5	16.2	15.4
1990	9	6.8	9.8	16.3	16.9	12.3	16.9	16.5	16	16.2	15.4
1990	10	6.7	9.8	17.1	17.7	11.7	17.4	17.4	17.3	16.8	16.5
1990	11	7.1	10.1	17.9	18.3	11.9	17.8	18	18.3	17.9	16.8
1990	12	6.6	9.7	19.0	19.5	11.4	18.6	19.2	19.6	19.2	16.6
1991	1	7.0	9.6	21.4	20.8	11.9	20.7	20.5	21.6	20.7	17.8
1991	2	7.2	10.2	23.0	23.0	12.3	22.7	22.7	23.5	22.6	18.7
1991	3	7.5	10.4	23.2	23.4	12.7	23	23.1	23.6	23	19.1
1991	4	7.7	9.3	22.0	21.5	12.6	21.1	21.2	21.8	20.5	18.3
1991	5	7.4	10.4	21.0	20.2	12.7	20.4	19.9	20.3	19.1	17.8
1991	6	6.4	10.1	18.6	17.7	13.1	18.2	17.4	19.5	17.5	16.8
1991	7	6.3	9.1	17.0	16.9	12.6	16.1	16.5	16.3	16.5	15.7
1991	8	6.4	9.1	16.4	16.8	12.9	16.1	16.4	16.5	16.5	15.4
1991	9	6.8	9.8	17.6	17.3	12.4	17.1	17	17.5	17	15.8
1991	10	6.5	9.4	17.4	18.0	12.4	17	17.7	17.4	17.6	16.3
1991	11	6.8	9.7	18.1	17.9	11.5	17.6	17.6	18.4	17.9	16.5
1991	12	6.7	9.6	20.9	21.6	12	21.1	21.3	20.6	21.1	18
1992	1	7	10	22.3	23.3	12.4	23.2	23	22.5	22.7	18.9

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1992	2	7.1	10.1	23.4	23.6	12.4	23.4	23.3	23.3	23.5	19.1
1992	3	7.5	10.7	23.6	24.9	13.4	23.8	24.6	23.5	24.5	19.7
1992	4	7.5	10.6	21.2	23.5	13.7	23	23.2	23.7	23.7	19.7
1992	5	7.7	10.9	19.4	21.9	12.6	21.6	21.6	22.1	21.9	18.8
1992	6	6.8	9.8	19.2	18.5	12.6	18.4	18.2	18.8	18.9	17.5
1992	7	5.9	8.6	17.4	15.4	11.8	16.8	15	15.2	15.7	15.2
1992	8	6.2	9	17.9	17.3	11.7	16.4	17	16.3	17.1	16
1992	9	6.9	9.9	17.1	17.4	11.4	17	17.1	16.6	16.4	16.5
1992	10	6.5	9.4	17.5	18.1	11.2	17.5	17.8	16.9	17.9	16.5
1992	11	6.3	9.1	18.2	18.6	10.6	18.1	18.3	18.2	18.4	16.4
1992	12	6.4	9.2	18.6	18.9	10.6	18	18.6	18.3	18.6	17.1

Fuente: Elaboración propia

Valores de color azul obtenidos por regresión lineal simple.
Valores de color rojo obtenido por promedio aritmético.

Con los datos completos de temperatura mínima de las 10 estaciones, se utilizó el programa hydroacces y el método kriging, para determinar la temperatura mínima en el área de estudio.
Los resultados se muestran en la Tabla B.5.

Tabla B.5. Temperatura mínima obtenida con hydroacces (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	11.8	12.5	13.0	12.9	12.8	12.0	11.6	11.4	11.6	11.7	12.0	12.7
1973	13.4	13.1	13.2	12.7	12.4	11.5	11.1	10.5	9.5	10.4	10.9	10.7
1974	11.3	12.0	11.5	12.1	11.7	11.6	10.2	10.7	10.6	10.9	11.4	11.5
1975	12.1	12.6	12.8	12.5	11.7	11.2	10.1	10.5	10.3	10.3	10.1	9.9
1976	11.7	11.5	12.6	12.2	12.2	11.6	11.2	11.0	11.3	11.3	11.5	12.2
1977	13.5	13.3	13.7	12.7	11.9	11.3	11.0	10.5	11.4	11.1	11.3	12.1
1978	12.2	13.3	12.4	12.7	12.2	11.0	11.8	11.1	11.2	11.0	11.8	11.8
1979	12.1	12.3	13.0	12.8	12.0	11.0	10.6	11.2	11.2	10.8	10.9	11.4
1980	12.6	12.1	13.6	13.1	13.0	12.7	11.6	11.8	11.2	11.9	11.5	12.1
1981	11.9	13.3	13.1	13.1	11.8	11.5	11.2	11.0	11.1	11.5	11.3	12.4
1982	12.1	12.9	12.9	12.6	12.6	12.2	11.6	12.1	12.0	12.3	13.0	13.9
1984	11.5	12.7	12.5	12.5	12.1	11.7	11.1	10.8	11.0	11.4	10.7	11.9
1985	11.7	12.1	12.5	12.3	11.6	11.5	10.8	10.9	11.0	11.1	10.7	12.1
1986	13.2	12.9	12.7	13.3	12.4	11.5	11.8	11.7	11.7	11.5	12.0	12.4
1987	13.6	13.9	13.4	13.6	12.7	12.2	11.8	11.7	11.8	11.9	12.1	12.3
1988	12.9	13.5	12.8	12.8	12.5	11.2	10.7	10.9	11.2	11.6	11.7	11.5
1989	12.9	13.0	12.8	13.0	11.9	12.1	11.1	11.3	11.4	12.0	11.5	11.5
1990	12.9	13.1	13.5	13.3	12.9	12.3	11.5	11.4	11.4	11.6	12.0	12.0
1991	12.8	13.5	13.8	13.2	12.9	12.9	11.6	11.7	11.9	11.9	11.8	12.6
1992	13.3	13.5	14.0	14.4	13.5	12.5	10.9	11.2	11.3	11.2	11.3	11.4

Fuente: Elaboración propia

Temperatura máxima (°C)

Ayabaca – Arenales

Se efectuó el análisis de regresión lineal simple, obteniéndose un coeficiente de correlación de 0.75, que nos indica una correlación buena.

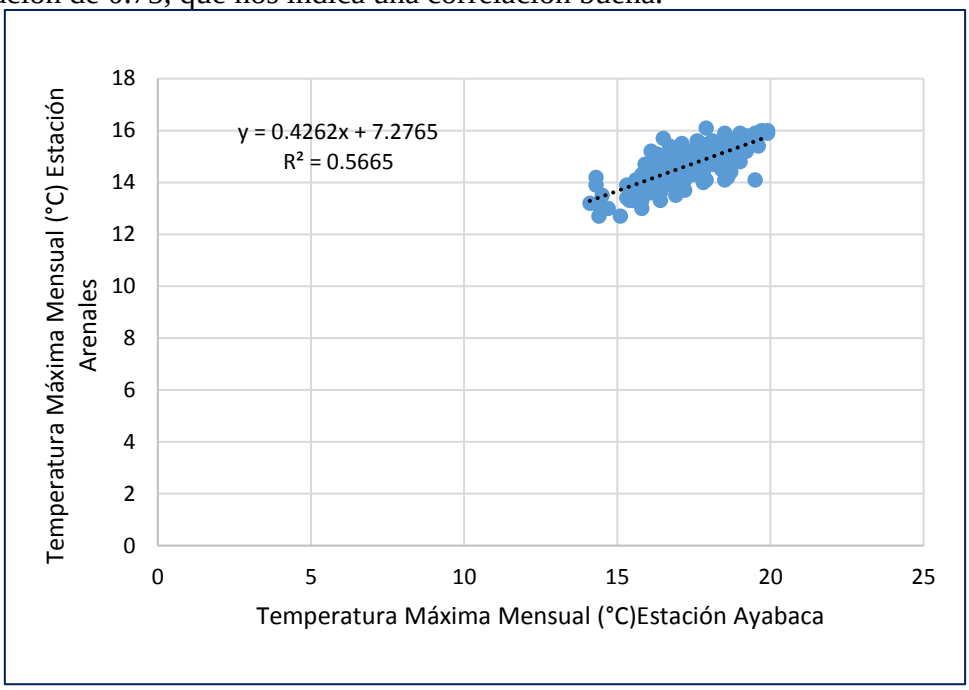


Figura B.3. Regresión lineal simple Ayabaca - Arenales
Fuente: Elaboración propia

Morropón – Chulucanas

Se efectuó el análisis de regresión lineal simple, obteniéndose un coeficiente de correlación de 0.93, que nos indica una correlación muy buena.

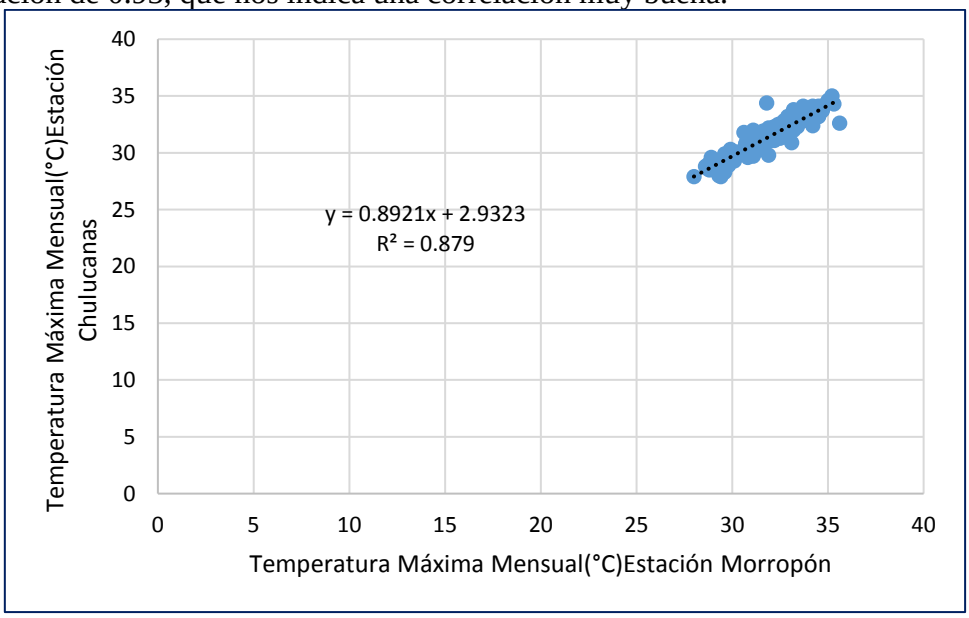


Figura B.4. Regresión lineal Morropón - Chulucanas
Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del promedio aritmético se determinó en forma mensual, tomando el promedio de todos los años.

Tabla B.6. Valores de Temperatura máxima (°C)

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	1	13.8	15.2	33.3	32.2	17.1	33.7	33.1	32.8	32.7	27.5
1972	2	14	15.8	34.1	32	16.7	34.6	34.4	32.6	33.5	27.7
1972	3	13.8	15.2	31.7	32.1	17.8	33	32.9	32.7	33.5	26
1972	4	14.1	16	30.8	31.5	18.2	32.5	31.8	32.1	32.1	25.6
1972	5	14.4	16.6	29.8	30.5	19.1	30.6	30.3	30.9	29.6	25.4
1972	6	14.5	16.9	29.2	28.7	20.2	29.4	29.4	28.9	27.7	25.5
1972	7	14.8	17.6	30.1	29.8	20.6	29.8	29.4	30.1	26.7	25.9
1972	8	15.1	18.3	29.9	29.9	20.5	29.7	29.3	30.2	27.2	26.4
1972	9	15.2	18.5	29.2	29.6	19.9	29	28.5	29.9	28.3	27.5
1972	10	15.1	18.3	30.9	31.8	18.9	30.9	30.1	32.4	29.1	29
1972	11	14.9	17.9	30.6	31.6	18.5	30.9	30.2	32.1	30	27.7
1972	12	14.7	17.4	32.4	31.4	17.9	32.3	32.2	31.9	32.7	27.4
1973	1	15.5	17.1	32.2	30.5	18.9	32.4	32.7	30.9	32.8	26.2
1973	2	15.4	16.7	31.8	30.6	17.7	32.9	33.1	31	33.4	25.9
1973	3	15.7	16.5	33.3	31.8	18.4	33.5	34.1	34.4	33.8	26.9
1973	4	15.1	16.3	33	31.3	18	32.4	32.1	31.2	32	26.6
1973	5	15.1	16.2	30.9	30.7	18.2	30.7	29.9	30.8	29.6	26.9
1973	6	14.6	16.3	28.5	29.2	18.2	28.4	27.2	28.5	26.6	26.9
1973	7	14.9	16.7	27.2	29.4	19.4	26.5	25.9	28.5	25.2	26.7
1973	8	15.2	17.3	27.6	30	19.6	26.3	25.9	29.6	25.6	27.3
1973	9	14.7	17.3	29.1	30.6	19	27.5	27.6	31.8	27.3	27.6
1973	10	14.6	17.5	29.1	31	17.7	27.5	27.5	30.9	27.3	27.4
1973	11	15	16.8	30.4	32.3	17.9	29	29.1	32.1	28.8	27.7
1973	12	13.8	15.8	30.5	31.3	16.2	29.8	29.7	31.1	29.7	26.4
1974	1	13.4	15.5	32.1	33.1	16.4	32	32.3	32.6	32.2	26.9
1974	2	13.2	14.1	33	33	15.5	32.7	33.4	31.8	33.2	26.5
1974	3	13	14.7	33.5	34.5	16.7	33.2	33.7	33.2	33.7	28.1
1974	4	14.8	16.4	32.7	34.7	17.9	32.2	32.7	33.7	32.1	29.3
1974	5	14.6	16.4	30.8	32.4	19.1	30	31	31.7	29.6	28
1974	6	14.5	16.2	27.7	29.4	18.6	27.2	27.5	27.9	26.5	26.5
1974	7	14.2	14.3	27.6	29.3	19.5	27.1	26.8	28	25.9	27.7
1974	8	15.5	17.7	28.9	31	20.1	28	27.5	29.9	26.7	27.9
1974	9	15	17	29.3	30.9	18.5	28.4	28	30.3	27.9	27.6
1974	10	14.1	19.5	30.2	32.4	18.4	30.6	29	31.9	28.8	28
1974	11	15	16.4	30.9	32.7	17.5	30.7	30	31.8	30	27.9
1974	12	14.3	15.9	31.8	33.1	17.6	31.4	31.3	32.4	31.4	27.3
1975	1	13.8	15.8	32.4	33.4	17.6	31.5	32.8	32.3	32.6	26.6
1975	2	13.9	14.3	32.8	33.3	15.2	32.8	33.4	32.4	33.1	27.2
1975	3	14.6	16	32.2	31.1	17.7	32.7	33.2	29.7	33.4	26.1
1975	4	14.7	15.9	32.4	31.9	17.8	31.9	32.8	29.8	31.9	26.2
1975	5	14.4	15.9	29.5	29.6	18	29.1	29.5	28.3	28.6	26
1975	6	13.9	15.3	28.4	28.6	18.8	27.7	27.5	28.8	27	26.4
1975	7	14	15.6	27.8	28	18.8	26.6	26.2	27.9	25.8	26.6
1975	8	15.2	16.1	29.1	29.5	19.2	27.7	27	29.4	26.8	26.9
1975	9	14.5	16.5	29.6	30.5	18.6	28.4	27.5	30.1	27.5	27.4

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1975	10	14.6	16	30.7	31.8	17	30	28.8	31.1	28.9	28.3
1975	11	14.2	16.1	29.8	31.5	17.7	29.2	28.8	30.7	28.4	27.8
1975	12	14.3	16.1	30.5	32.6	16.8	30.3	30.6	31.7	29.8	27.6
1976	1	13.5	14.5	31.3	32.2	15.2	30.4	32.1	31.1	31.9	25.7
1976	2	13.1	14.4	31.8	31.5	15	31	33.1	30.7	33.2	25.9
1976	3	14	15.7	32.7	32.4	16.8	32.2	34	32.5	34	27
1976	4	14.3	15.8	33.2	31.6	17.4	32	32.7	30.3	32.5	26.7
1976	5	14.9	16.5	31	29.6	19.2	30.8	30.6	29.4	30.3	26.1
1976	6	14.8	16.4	30.3	28.7	19.8	29.5	29.3	28.6	29	25.9
1976	7	14.9	17.1	29.7	28.8	20.8	28.7	28.2	29.1	28	28.3
1976	8	15.4	17.6	29.6	29.5	20.7	28.5	28.1	29.3	28.1	27.1
1976	9	15.9	18.5	30.7	31.7	21.2	29.6	28.8	30.8	29.1	28.6
1976	10	15.2	18	30	31	19	29.4	28.5	30.5	29	28.2
1976	11	14.8	17.6	31.4	32.2	19	30.6	30.2	32	30.5	28.6
1976	12	14.3	17.5	32.8	33.3	18.7	31.9	31.9	33	32.2	28.7
1977	1	14.1	15.6	32.5	32.2	16.8	32.9	32.9	31.7	33.8	27
1977	2	13.9	16	33	33.2	18	33.1	33.8	32.4	34.1	26.7
1977	3	14.5	16.7	32.6	33.1	19	33.3	33.7	30.9	34	27.5
1977	4	13.9	15.8	32.4	31.5	18	32.6	32.8	30.6	32.7	27.2
1977	5	14.3	16.5	31.4	30.8	20.4	31	30.8	30.4	30.7	27
1977	6	14	16.3	30	29.9	20.3	29.5	29.1	30.3	29.3	26.7
1977	7	14.5	17.4	28.6	29.1	21.7	27.9	27.6	28.9	27.5	27
1977	8	15.1	17.6	28.8	29.6	19.2	27.7	27.5	29.1	27.2	28
1977	9	15	18	30	31.7	21	29.4	28.9	31.1	28.5	29.4
1977	10	15.3	18.4	30.3	31.8	20.2	29.7	29.3	31.3	29.1	29.6
1977	11	15	18.6	30.8	31.4	19.4	30.1	30	31	29.9	28.6
1977	12	15.2	18	32.9	34	18.7	31.9	32.8	33.2	32.4	29
1978	1	14.6	17.4	33.7	34.6	18	31.9	33.6	33.6	33.2	28.6
1978	2	16.1	17.9	34	34	18.4	32.1	33.9	32.8	34.4	28.3
1978	3	14.4	16.4	33.4	33.8	17	31.8	33.2	32.9	33.2	28.4
1978	4	14.2	16.2	32.1	32.7	17.3	31.2	31.8	31.7	31.9	27
1978	5	14.5	16.7	31.2	32.5	19	30.3	30.1	31.3	30.1	28.3
1978	6	14.5	16.8	29.7	31.3	20.7	28.8	28.5	30.2	28.5	28.3
1978	7	14.7	17.3	28.7	30.8	21.7	27.8	27.9	29.6	27.7	28
1978	8	14.9	18	29.1	30.9	21.4	28.5	28.3	30.1	27.9	28.8
1978	9	14.8	17.8	30.5	32.2	19.7	29.2	29.5	31.5	28.8	28.6
1978	10	15	18.6	30.3	32.2	19.9	29.1	29.6	31.3	28.8	28.9
1978	11	15	18.7	31.8	33.5	18.4	30.6	31.5	32.9	30.7	29.8
1978	12	14.6	17.6	32.6	33.9	17.7	31.8	32.9	32.9	31.7	28.2
1979	1	14	16.6	32.9	33.4	15.1	33.1	33.6	32.6	33.3	26.8
1979	2	14.5	16.5	33.7	34.6	15.7	33.3	34	33.7	33.9	28.2
1979	3	13.8	15.8	34.2	34.2	17	32.8	33.9	32.4	34.3	27.2
1979	4	14.3	16.6	33.1	33.7	18.7	31.7	32.6	32.9	32.7	28.9
1979	5	14.6	17.3	30.9	32.2	18.8	29	29.7	31.3	29.7	28.2
1979	6	14.8	17.5	29	30.1	20.6	27.4	27.9	29.3	28	27.7
1979	7	14.8	18.2	28.3	29.8	20	27.2	27.1	29.5	27.1	29

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1979	8	15.2	18.4	29.7	31.4	19.6	29.1	28.8	31.1	28.7	29.4
1979	9	15.6	18.4	30.4	32.1	18.9	30.1	29.6	31.8	29.9	29
1979	10	15.8	19.4	30.5	32.2	18.9	30.2	29.4	31.9	29.6	29.5
1979	11	15.4	19.6	30.6	31.8	18.8	30.5	30	31.4	30.2	28.2
1979	12	14.8	18.1	32.3	33.6	18.3	31.7	31.9	33	31.7	28.8
1980	1	14.7	18.1	33.7	34.8	18.1	33.2	33.5	34.2	33.2	29
1980	2	13.8	15.7	33.6	34.2	14.2	33.8	33.4	33.3	33.7	28.2
1980	3	14.2	17.1	34	34.1	19.6	33.9	33.8	33.1	34	28.8
1980	4	14.5	17.2	33.2	32.9	18.8	32.9	32.9	33.2	33.3	28.2
1980	5	14.9	17.6	31.9	32.8	20	31	31	32.5	30.8	28.9
1980	6	15.4	18.3	30.3	31.7	21.4	29.4	29.3	31	29.2	28.4
1980	7	14.9	18.4	29.2	30.6	21.1	28.4	28.3	30	28.3	28.4
1980	8	15.4	19	29	30.8	21.2	28.4	28	29.7	27.8	28.7
1980	9	15.9	19.5	29.9	31.5	20.4	29.5	28.9	31.1	28.7	29
1980	10	15.2	18	30.9	32.6	18.4	30.6	30	31.7	29.9	28.6
1980	11	14.6	17.3	30.5	31.5	17.5	30.6	30.3	31.1	30	28.3
1980	12	14.5	17.2	32.3	33	18.3	31.5	31.8	32.4	31.5	28.2
1981	1	14.7	16.4	32.9	33.8	16.2	32.4	33	33.2	32.2	27.9
1981	2	14	16.3	33.8	34.1	16.1	32.3	34.2	32.9	33.5	26.8
1981	3	14.4	16.5	33.2	33.1	17.3	32.5	33.6	32.5	33.5	27.3
1981	4	14.7	17	31.7	31.4	18.6	31.1	32.1	30.8	32.1	26.6
1981	5	15.5	18	29.3	31.1	19.5	29.3	29.1	30.3	29.6	28.1
1981	6	15.5	18.2	28	29	20.2	28.4	27.3	28.6	27.7	27.8
1981	7	15	18	26.9	28.8	21	27	26.3	28.5	26.7	28
1981	8	15.6	19.1	27.5	29.6	19.6	27.4	26.8	29.3	27.2	28
1981	9	16	19.7	29.6	31.3	20.4	29.6	28.4	31.3	28.3	29.5
1981	10	15.2	18.2	30.3	32	18.5	30.6	29.7	31.9	30.4	28.5
1981	11	14.7	18.1	30.8	31.8	18.7	30.8	30.1	31.8	30.1	28.6
1981	12	14.8	17.2	32.6	33.4	17.6	31.6	32.1	32.9	31.4	28.3
1982	1	13.6	16.1	33.4	34.6	17.1	31.7	33.4	33.9	32	28.9
1982	2	14.6	16.7	33	35	17.4	32.1	34.1	34.6	32.9	29.6
1982	3	15	16.8	32.4	35	16.6	31.9	33.9	34.5	32.7	29.4
1982	4	15	17.5	30.7	34	18.4	31.2	32.5	33.2	31.4	28.7
1982	5	14.2	17.1	30.1	32.9	18.8	30.3	30.8	31.9	30	28.1
1982	6	14.9	18.5	29.2	30.4	21.4	28.5	28.7	30	28.5	28.4
1982	7	14.7	18.2	29.1	30	20.9	28.4	28.4	29.6	28.2	28.3
1982	8	15.2	19	29.5	30.5	21.9	28.1	28.4	30.2	28.6	28.7
1982	9	15.4	18.7	31	31.9	19.8	30.1	30	31.5	29.9	29.1
1982	10	14.7	17.6	31.6	32.2	19.2	31.3	30.9	31.6	30.8	28.3
1982	11	14.9	17.8	32.4	32.5	19.4	32.2	32	32.2	32.4	27.9
1982	12	14.5	16.7	32.7	32.2	18.4	33.2	33.1	31.4	33.7	26.9
1984	1	13.3	15.8	34.4	33.6	17.1	33.9	33.3	33.5	33.1	28.5
1984	2	13.4	15.3	33.8	31.9	16.5	34.1	34	31.3	33.9	26.4
1984	3	13.6	15.9	32.7	31.5	17.2	33.3	33.2	30.5	33.3	26.6
1984	4	14.1	16.2	33.1	32.3	17.7	33.2	32.3	31.8	31.7	26.6
1984	5	13.9	16.6	30.9	30.9	18.7	30.8	29.6	30.3	28.5	27.2

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1984	6	14.2	16.6	29.9	30.2	18.6	28.2	27.8	29.8	26.7	26.9
1984	7	13.6	16.4	29.3	29.8	19.5	27.8	27.2	28.9	26.3	26.7
1984	8	14.9	18.3	29.6	30.4	20.2	27.9	27	29.9	26.1	28.6
1984	9	14.8	17.9	30.1	31.2	19.5	29	27.9	30.5	27.5	28.2
1984	10	13.9	17.1	31.3	32.7	18.5	30.5	29.3	32	29.1	28.3
1984	11	13.7	17.2	30.8	31.7	17.8	30.3	29.6	31.2	29.4	28
1984	12	14.1	17.2	33.3	33.5	17.5	32.9	32.1	32.9	32.2	27.9
1985	1	12.7	14.4	32.7	32.5	15.4	32	32.2	31.5	31.9	26.6
1985	2	13.3	16.4	34.6	34.5	18	34.3	34	33.2	33.8	27.8
1985	3	14.5	16.8	34	33.1	18.1	33.4	33.8	32.6	33.8	28.2
1985	4	14.3	16.6	32.8	33	18.1	31.9	31.9	32.7	31.3	28.1
1985	5	13.8	17	29.5	30.8	19.1	28.5	28.2	30.2	27.3	27.7
1985	6	14.5	18.4	28.8	30.9	21.2	27.8	27.8	30.9	26.8	28.3
1985	7	14.1	17.9	27.2	28.7	20.7	26.2	26.1	28.9	25.4	27.2
1985	8	14.4	17.8	28.6	29.6	20.4	27.6	27	29.9	26.3	27.4
1985	9	14.8	18.6	30.5	31.6	19.4	29.8	28.4	31.9	27.9	28.5
1985	10	14.2	18.6	31	31.9	18.9	29.7	29.1	32.2	28.6	28.7
1985	11	14.9	18.5	31.5	32.7	19	31.1	30.4	32.8	29.9	29.2
1985	12	13.5	16.9	32.2	33	17.3	31.6	31.8	33	31.4	27.7
1986	1	13	15.8	33.3	33.2	16.8	31.8	33.5	32.8	32.9	27
1986	2	12.7	15.1	34.2	34.5	15.7	32.5	34.7	34.1	34.3	27.4
1986	3	13.6	16.3	33.3	35.6	18.2	33.1	33.9	32.7	33.5	29.1
1986	4	13.7	16.3	32.6	33.3	17.4	32	32.7	32.4	32	26.8
1986	5	14.6	17.7	30.4	31.9	19.4	30	29.7	31	28.6	27.3
1986	6	14.5	17.6	28.9	30	20.9	28	27.7	29.6	26.5	28.3
1986	7	14.9	18.8	28.3	29.4	21.4	27.1	26.8	29	25.6	28.7
1986	8	15.1	18.9	29.9	30.8	20.1	29	28.2	30.4	27.1	29.3
1986	9	14.8	19	30.5	31.7	21.6	29.9	29.2	31.4	28.2	28.7
1986	10	14.4	18.7	30.6	31.9	19.2	30.5	29.7	31.6	29	28.7
1986	11	14.1	18.5	31	32	18.9	31.1	30.3	31.8	29.9	28.5
1986	12	14.3	17.8	32.4	32.9	18.7	32.6	32.4	32.3	32.3	27.4
1987	1	14	16.8	33.7	32.7	18.1	33.8	34.2	32.2	33.5	27.8
1987	2	14	17.8	32.7	31.9	19.9	33.2	34.2	31.5	33.8	27.4
1987	3	14.8	17.4	32.4	32.1	18.6	33	33.8	31.7	34.1	27.3
1987	4	14.4	17.6	31.8	31.3	19.4	32.5	33.8	31	33.1	27.9
1987	5	14.8	18	30.9	30.7	20.2	30.7	31.1	30.8	29.8	27.3
1987	6	16	19.9	29.3	30.1	22.5	28.7	29.1	30.1	28.2	28.2
1987	7	15	18.9	29.1	30	20.3	28.5	28.5	29.9	27.5	28
1987	8	15.8	19.2	30.2	31.8	21.6	29.9	29.1	31.4	28	28.9
1987	9	15.9	19.9	30.9	32.7	20.6	30.7	30	32.5	29.2	29.3
1987	10	15.2	19.2	30.6	32.2	19.8	30.4	29.7	32	29.3	28.9
1987	11	15.3	19	31.9	33.7	19.4	32.2	31.4	33.3	31	29.1
1987	12	15.2	19.2	33	33.7	19.7	33.1	32.5	33.5	32	28.8
1988	1	13.9	16.8	33.8	33.6	16.9	32.9	33.3	32.9	32.3	28.1
1988	2	14.1	16.5	34.6	34.2	17	33.2	34.8	33.2	34	28
1988	3	14.5	16.9	34.1	35.3	18.5	32.9	34.6	34.3	33.2	29.2

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1988	4	14.6	16.9	32.9	34.2	17.4	32.5	33.5	33.2	32.2	28.4
1988	5	15.4	17.6	31.9	33.2	19.2	31	31.2	32	29.5	28.6
1988	6	15.3	18	29.4	31	19.8	28.7	28.7	30.5	27.1	28.5
1988	7	15.4	18	28.3	30.6	19.9	28.1	27.5	30.2	25.8	28.8
1988	8	15.4	18.7	29.3	30.9	20.3	28.8	28	30.7	26.6	28.6
1988	9	15.3	19.1	30.1	31.5	19.6	29.9	28.6	31.1	27.3	28.3
1988	10	14.8	17.9	30.6	32.1	18.7	30.7	29.8	31.9	28.7	28.9
1988	11	14.3	17	31.4	32.5	17.5	31.5	30.7	32.1	30	28.1
1988	12	14.2	16.7	32.2	33	16.8	32.5	32.1	32.9	31.5	28.3
1989	1	13.7	15.6	33.3	32.8	16.4	33.9	33.9	32.2	33.2	26.9
1989	2	13.3	15.5	33.1	31.5	16.2	33.4	33.9	30.3	33.2	26.7
1989	3	13.3	15.4	33.5	31.8	16.2	33.1	34.5	31.6	33.9	27.1
1989	4	14.5	17.1	32.6	31.1	18.5	32.2	32.7	32.1	31.5	27.2
1989	5	15.1	17.5	30.9	30.7	19.3	29.5	28.8	30.6	27.6	28.1
1989	6	14.6	17.6	29	28.9	19.3	28.3	28.1	29.6	26.6	27.4
1989	7	15.2	18.1	28.1	29.1	20.3	27.3	27.2	28.9	26	27.7
1989	8	15.4	18.8	29.1	30.7	19.9	28	27.5	30.6	26.5	28.8
1989	9	15	18.6	29.8	31.6	18.7	28.7	28.5	31.6	27.5	28.8
1989	10	15	17.6	31	32.2	18.2	30.2	30.1	32.3	29	29
1989	11	15.6	19.1	31.5	33.2	19.2	31.1	30.8	33.8	30	30.1
1989	12	15.5	18.8	32.1	33.7	18.1	31.7	31.9	34.1	31.1	29.6
1990	1	14.7	17.8	33.7	34.2	18.5	33.4	33.6	34.1	32.1	29.4
1990	2	14.8	16.7	33.9	34	15.8	33.5	33.8	33.8	32.1	28.9
1990	3	14.8	17.8	34.9	35.2	18.9	34.6	34.8	35	32.3	29.9
1990	4	14.6	17.2	33.2	33.8	17	33.2	32.9	33	31	28.6
1990	5	14.9	18	31.3	31.9	18.8	31.1	30.8	31.3	29.5	27.9
1990	6	15.5	18.2	29.9	30.4	19.4	28.9	29.1	30.8	27.9	28.8
1990	7	15.6	18.5	28.7	28.9	21	26.3	27.5	29.1	26.6	29
1990	8	15.4	19	29.3	30.8	21.4	27.2	28.4	31.2	27.1	29.3
1990	9	15.8	19.6	30.4	31.4	20.9	28.8	29.5	31.9	27.6	29.7
1990	10	15.1	18.8	30.4	31.5	17.5	29.8	29.7	32	28	29.5
1990	11	15.8	18.5	31.5	32.9	18.5	31	30.7	33.6	29.5	29.3
1990	12	15.6	17.6	32.4	32.8	18.3	31.8	32.2	33.5	31.3	28.9
1991	1	15	17.9	34.3	33.8	18.5	33.6	34	34.6	33.1	29.2
1991	2	14.7	17.4	34.9	33.8	17.3	34.8	34.8	34.6	33.2	28.6
1991	3	14.3	17	34.8	33.7	16.5	34.8	34.9	34.5	33	28.8
1991	4	15.5	17.7	34.9	33.2	19	34.1	33.8	33.9	31.6	29.1
1991	5	15.6	18.1	33	32.2	19.1	32.4	32	32.8	30.5	29.5
1991	6	15.9	19	30.1	31.2	20.4	29.5	29.3	31.7	28.4	29.6
1991	7	15.7	18.9	29	29.4	21.4	27.7	27.8	29.7	26.8	29.2
1991	8	15.2	18.4	28.9	30	20.7	27.7	27.7	30.3	26.9	29.7
1991	9	15.5	19.3	30.1	31.8	19.8	29.1	29.1	32.4	28	30.2
1991	10	15.1	18.4	30.4	31	19.5	29.7	29.7	31.5	28.4	29.1
1991	11	15.3	18.8	31.2	32.1	18.6	30.6	30.7	32.7	29.4	29.7
1991	12	15.2	18.6	32.5	31.9	16.5	31.4	31.9	32.5	31.1	29.4
1992	1	14.9	18	33.6	32	18	33.4	33.4	32.6	32.5	28.2

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1992	2	14.6	17.3	33.8	31.6	18.5	33.5	33.9	32.1	32.9	28
1992	3	14.9	17.9	32.9	31.2	20.3	33	33.7	31.7	33.4	28.7
1992	4	14.7	17.4	32.6	31	20.4	31.4	32.6	31.5	32.1	27.7
1992	5	14.6	17.1	30.9	30.6	18.9	31.5	32.2	31	31.6	28.4
1992	6	15.2	18.5	29.5	29	22.2	29.1	29.3	29.2	28.1	27.6
1992	7	15.1	18.4	29.5	28	22.5	27.6	28.2	28.1	27.1	29.1
1992	8	15.5	19.2	29.7	29.3	22.6	28.3	28.1	29.6	26.9	29.9
1992	9	14.7	17.5	30.3	30.6	20.8	29	28.8	31	28.2	28.4
1992	10	15.4	19	30.9	32.5	20.7	30.1	30.1	33.1	30	29.4
1992	11	15	18.2	31.6	32.6	19.2	30.7	30.8	33.2	30.6	29.3
1992	12	15.1	18.4	32.5	32.2	18.4	32.1	32.1	32.8	32.1	28.1

Fuente: Elaboración propia

Los datos con color azul han sido rellenados por regresión lineal simple.
Los datos con color rojo promedio aritmético.
Con los datos completos de temperatura máxima de las 10 estaciones, se utilizó el programa hydroacces y el método kriging, para determinar la temperatura máxima en el área de estudio.
Los resultados se muestran en el Tabla B.7.

Tabla B.7. Temperatura máxima obtenida con hydroacces (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	19.7	20.0	19.6	20.0	20.1	19.8	20.5	21.0	21.1	21.6	21.2	20.8
1973	20.7	20.1	21.4	20.2	20.3	19.7	20.4	20.9	21.1	20.3	20.6	19.2
1974	19.4	18.6	19.5	20.8	20.8	19.7	20.0	21.2	20.5	20.7	20.3	20.2
1975	19.9	18.9	19.4	19.5	19.3	19.8	19.7	20.5	20.3	19.8	19.9	19.8
1976	18.4	18.1	19.7	19.4	20.3	20.3	21.2	21.2	22.0	20.9	21.1	21.0
1977	19.5	20.1	20.3	19.7	20.9	20.8	21.4	20.6	21.9	21.7	21.1	21.2
1978	20.8	21.1	20.1	19.8	20.7	21.2	21.6	21.7	21.3	21.4	21.2	20.5
1979	19.0	19.7	19.6	20.8	20.7	21.1	21.1	21.4	21.3	21.5	21.1	21.0
1980	21.1	18.8	21.2	21.0	21.6	22.0	21.6	21.7	21.9	20.8	20.1	20.6
1981	19.9	19.4	20.0	20.3	21.1	21.0	21.3	21.1	22.1	21.0	20.9	20.6
1982	20.2	20.9	20.6	21.1	20.7	21.7	21.4	22.1	21.5	20.9	21.2	20.2
1984	20.0	19.0	19.2	19.9	20.1	20.1	20.1	21.2	21.0	20.6	20.0	20.3
1985	18.4	20.1	20.5	20.5	20.4	21.8	21.0	21.2	21.4	21.1	21.4	20.1
1986	19.5	19.2	20.2	19.8	20.8	21.3	21.6	21.4	22.1	21.1	20.9	20.7
1987	20.2	20.9	20.6	20.7	21.2	22.6	21.3	22.4	22.4	21.7	21.7	21.8
1988	19.9	20.0	21.1	20.4	21.2	21.3	21.4	21.6	21.4	21.0	20.2	20.1
1989	19.3	18.6	19.0	20.6	20.9	20.7	21.1	21.5	21.1	20.9	22.0	21.5
1990	21.3	20.0	21.7	20.3	20.8	21.3	21.7	22.3	22.4	20.8	21.7	21.4
1991	21.5	20.8	20.3	21.6	21.6	22.1	22.0	21.8	22.0	21.4	21.4	20.4
1992	20.7	20.7	21.5	21.4	20.7	21.9	21.9	22.5	21.6	22.4	21.6	21.1

Fuente: Elaboración propia

Temperatura media (°C)

Obtenidos los datos de temperatura mínima y máxima, se determinó la temperatura media haciendo uso de la siguiente formula:

Tmedia = (Tmáxima + Tmínima)/2

Tmedia,Tmáxima y Tmínima en °C

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla B.8

Tabla B.8. Valores de Temperatura media (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	15.8	16.3	16.3	16.5	16.5	15.9	16.1	16.2	16.4	16.7	16.6	16.8
1973	17.1	16.6	17.3	16.5	16.4	15.6	15.8	15.7	15.3	15.4	15.8	15.0
1974	15.4	15.3	15.5	16.5	16.3	15.7	15.1	16.0	15.6	15.8	15.9	15.9
1975	16.0	15.8	16.1	16.0	15.5	15.5	14.9	15.5	15.3	15.1	15.0	14.9
1976	15.1	14.8	16.2	15.8	16.3	16.0	16.2	16.1	16.7	16.1	16.3	16.6
1977	16.5	16.7	17.0	16.2	16.4	16.1	16.2	15.6	16.7	16.4	16.2	16.7
1978	16.5	17.2	16.3	16.3	16.5	16.1	16.7	16.4	16.3	16.2	16.5	16.2
1979	15.6	16.0	16.3	16.8	16.4	16.1	15.9	16.3	16.3	16.2	16.0	16.2
1980	16.9	15.5	17.4	17.1	17.3	17.4	16.6	16.8	16.6	16.4	15.8	16.4
1981	15.9	16.4	16.6	16.7	16.5	16.3	16.3	16.1	16.6	16.3	16.1	16.5
1982	16.2	16.9	16.8	16.9	16.7	17.0	16.5	17.1	16.8	16.6	17.1	17.1
1984	15.8	15.9	15.9	16.2	16.1	15.9	15.6	16.0	16.0	16.0	15.4	16.1
1985	15.1	16.1	16.5	16.4	16.0	16.7	15.9	16.1	16.2	16.1	16.1	16.1
1986	16.4	16.1	16.5	16.6	16.6	16.4	16.7	16.6	16.9	16.3	16.5	16.6
1987	16.9	17.4	17.0	17.2	17.0	17.4	16.6	17.1	17.1	16.8	16.9	17.1
1988	16.4	16.8	17.0	16.6	16.9	16.3	16.1	16.3	16.3	16.3	16.0	15.8
1989	16.1	15.8	15.9	16.8	16.4	16.4	16.1	16.4	16.3	16.5	16.8	16.5
1990	17.1	16.6	17.6	16.8	16.9	16.8	16.6	16.9	16.9	16.2	16.9	16.7
1991	17.2	17.2	17.1	17.4	17.3	17.5	16.8	16.8	17.0	16.7	16.6	16.5
1992	17.0	17.1	17.8	17.9	17.1	17.2	16.4	16.9	16.5	16.8	16.5	16.3

Fuente: Elaboración propia

Relleno de datos de Humedad relativa (%)

Para el relleno de datos de humedad relativa, se ha tenido en consideración las estaciones agrupadas en parte alta, media y baja.

Parte alta, estaciones Arenales, Ayabaca y Huarmaca

Parte media, estaciones Chilaco, Chulucanas, Morropon y Sausal de Culucan

Parte Baja, estaciones Mallares, Miraflores y San Miguel.

1. Se completó por medio del promedio aritmético las estaciones de Ayabaca y Huarmaca
2. La estación arenales se completó con el promedio de la estación Ayabaca y Huarmaca.
3. Las estaciones Chilaco, Mallares, Miraflores, Morropon se completó por medio del promedio aritmético mensual.
4. La estación Chulucanas se completó con el promedio aritmético de las estaciones Morropón y Chilaco.
5. La estación San Miguel se completó con el promedio aritmético de las estaciones Miraflores y Mallares
6. La estación Sausal de Culucan se completó con el promedio aritmético de las estaciones Morropón y Chilaco

Los datos completados se muestran en la Tabla B.9.

Humedad relativa mínima (%)

Tabla B.9. Valores de Humedad relativa mínima (%)

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	1	71	66	41	42	77	38	38	43	38	42
1972	2	77	71	43	45	83	40	38	46	39	45
1972	3	74	68	46	47	80	41	40	48	40	47
1972	4	72	67	55	52	78	42	42	48	42	52
1972	5	64	62	59	53	66	45	54	47	49	53
1972	6	55	55	58	52	55	46	55	45	50	52
1972	7	49	48	51	47	49	43	51	43	47	47
1972	8	47	46	48	44	49	43	51	40	47	44
1972	9	51	47	49	43	54	44	50	38	47	43
1972	10	56	52	45	42	60	38	44	38	41	42
1972	11	56	52	47	43	61	40	45	39	43	43
1972	12	62	57	47	44	67	44	46	41	45	44
1973	1	71	65	53	48	77	46	48	43	47	48
1973	2	78	74	52	49	83	45	45	46	45	49
1973	3	77	74	38	43	80	41	41	48	41	43
1973	4	77	77	38	43	78	35	42	48	39	43
1973	5	70	73	47	47	66	36	45	47	41	47
1973	6	58	62	40	43	55	37	47	45	42	43
1973	7	53	57	41	42	49	38	48	43	43	42
1973	8	51	53	46	43	49	41	47	40	44	43
1973	9	53	53	44	43	54	41	44	41	43	43
1973	10	68	56	43	43	79	41	47	43	44	43
1973	11	69	59	33	38	78	40	42	42	41	38
1973	12	57	59	40	42	55	43	41	44	42	42
1974	1	67	67	39	38	66	38	37	44	38	42
1974	2	80	82	40	39	78	36	35	44	36	42
1974	3	74	72	38	37	75	38	35	39	37	39
1974	4	70	67	42	37	73	45	38	39	42	41
1974	5	31	62	45	42	66	53	45	42	49	44
1974	6	64	65	52	48	62	56	47	50	52	51
1974	7	50	51	46	43	49	48	43	43	46	45
1974	8	50	50	40	37	50	44	41	38	43	39
1974	9	54	50	39	39	58	41	38	37	40	38
1974	10	59	58	38	38	60	39	37	35	38	37
1974	11	67	64	38	39	69	36	36	38	36	38
1974	12	65	63	41	41	67	38	35	39	37	40
1975	1	62	63	43	41	60	38	34	40	36	42
1975	2	86	80	41	42	92	42	35	46	39	43
1975	3	72	68	50	54	76	49	39	62	44	56
1975	4	73	68	50	48	78	48	40	59	44	55
1975	5	70	67	54	53	72	54	42	58	48	56
1975	6	61	62	48	60	60	54	46	50	50	49
1975	7	58	58	42	57	57	51	48	51	50	47
1975	8	57	56	39	50	57	47	45	41	46	40
1975	9	55	53	39	44	57	38	42	36	40	38

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1975	10	62	63	37	44	60	33	41	36	37	37
1975	11	60	59	38	44	61	38	40	36	39	37
1975	12	57	53	37	44	60	37	36	35	37	36
1976	1	79	74	44	52	84	46	40	42	43	43
1976	2	82	75	46	51	89	46	37	44	42	45
1976	3	77	70	50	45	83	42	37	44	40	47
1976	4	69	66	46	45	72	39	41	46	40	46
1976	5	60	60	54	52	60	42	48	50	45	52
1976	6	53	54	48	51	52	40	48	51	44	50
1976	7	40	42	46	46	38	41	46	48	44	47
1976	8	45	46	46	46	43	40	45	50	43	48
1976	9	46	45	40	40	47	36	40	43	38	42
1976	10	46	47	41	38	44	38	42	39	40	40
1976	11	54	50	40	38	58	38	40	38	39	39
1976	12	59	53	41	43	65	40	41	42	41	42
1977	1	77	70	42	46	83	38	40	47	39	45
1977	2	73	70	40	43	76	39	38	49	39	45
1977	3	72	70	44	52	74	36	40	58	38	51
1977	4	72	67	44	52	77	36	39	54	38	49
1977	5	61	60	45	46	62	35	41	47	38	46
1977	6	57	56	45	48	58	35	42	43	39	44
1977	7	48	49	46	46	46	37	44	42	41	44
1977	8	47	46	42	39	47	38	42	38	40	40
1977	9	50	47	41	35	54	36	39	34	38	38
1977	10	54	49	43	36	59	36	38	35	37	39
1977	11	51	45	45	38	57	37	39	39	38	42
1977	12	61	53	44	36	68	39	35	45	37	45
1978	1	60	51	42	35	69	42	34	46	38	44
1978	2	67	60	45	41	74	46	41	46	44	46
1978	3	71	63	45	44	79	45	41	41	43	43
1978	4	73	66	51	46	79	45	44	50	45	51
1978	5	62	57	47	41	67	41	44	44	43	46
1978	6	52	52	38	40	51	41	43	38	42	38
1978	7	53	52	45	42	54	44	45	39	45	42
1978	8	45	41	41	36	48	38	37	37	38	39
1978	9	51	46	40	36	56	39	36	34	38	37
1978	10	43	39	38	32	47	41	35	34	38	36
1978	11	55	45	39	34	65	42	36	34	39	37
1978	12	60	52	40	35	68	37	34	38	36	39
1979	1	73	62	40	39	83	33	35	42	34	41
1979	2	70	64	41	42	76	32	36	40	34	41
1979	3	81	70	44	42	91	38	39	43	39	44
1979	4	70	63	46	41	78	47	41	42	44	44
1979	5	63	60	47	41	66	52	46	44	49	46
1979	6	48	49	49	44	46	48	47	45	48	47
1979	7	48	42	50	44	53	45	48	44	47	47

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1979	8	52	46	46	41	57	39	41	42	40	44
1979	9	52	46	42	38	58	29	37	39	33	41
1979	10	51	41	42	36	60	27	38	37	33	40
1979	11	38	35	42	37	40	27	37	39	32	41
1979	12	48	44	41	37	52	31	36	37	34	39
1980	1	57	50	40	36	64	34	36	37	35	39
1980	2	80	70	43	38	89	31	38	39	35	41
1980	3	65	57	43	41	72	33	38	40	36	42
1980	4	67	59	47	46	74	38	38	45	38	46
1980	5	64	57	47	42	71	40	40	41	40	44
1980	6	52	46	47	40	58	42	40	42	41	45
1980	7	49	46	45	42	52	41	39	42	40	44
1980	8	46	39	42	42	52	35	38	40	37	41
1980	9	45	41	40	39	48	32	35	38	34	39
1980	10	60	51	40	34	68	32	34	35	33	38
1980	11	63	55	41	38	70	33	32	37	33	39
1980	12	63	58	41	39	68	39	34	35	36	38
1981	1	73	65	35	40	81	31	31	34	31	35
1981	2	80	69	38	42	91	39	34	37	37	38
1981	3	77	68	47	48	85	43	37	40	40	44
1981	4	75	66	47	57	84	41	37	49	39	48
1981	5	58	55	52	48	61	42	45	39	44	46
1981	6	53	51	52	47	55	40	48	38	44	45
1981	7	44	44	52	44	43	42	47	36	45	44
1981	8	45	41	46	44	48	42	44	37	43	42
1981	9	41	37	40	37	45	31	38	39	35	40
1981	10	57	49	39	40	64	30	37	42	34	41
1981	11	51	48	39	40	53	36	38	42	37	41
1981	12	67	62	37	38	71	36	35	41	36	39
1982	1	68	66	37	38	70	36	32	38	34	38
1982	2	70	64	41	38	75	36	33	38	35	40
1982	3	73	64	42	38	82	36	32	44	34	43
1982	4	63	58	48	38	68	38	35	36	37	42
1982	5	66	63	49	40	68	45	39	38	42	44
1982	6	47	47	47	45	47	47	43	42	45	45
1982	7	43	44	45	47	41	41	43	40	42	43
1982	8	41	40	42	43	41	41	44	40	43	41
1982	9	50	44	38	41	56	35	39	38	37	38
1982	10	57	52	41	44	62	34	38	41	36	41
1982	11	60	58	49	48	62	39	45	44	42	47
1982	12	70	68	50	54	72	43	46	52	45	51
1984	1	66	60	35	41	71	31	41	37	36	36
1984	2	77	69	39	56	85	35	42	54	39	47
1984	3	77	69	45	60	85	38	46	58	42	52
1984	4	75	67	44	51	82	36	48	48	42	46
1984	5	65	60	43	52	70	38	50	49	44	46

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1984	6	62	56	43	41	68	47	54	48	51	46
1984	7	56	52	41	45	59	46	52	46	49	44
1984	8	46	43	40	42	49	46	51	41	49	41
1984	9	51	46	40	42	56	41	50	41	46	41
1984	10	62	58	38	41	65	41	50	41	46	40
1984	11	51	46	38	40	55	39	47	40	43	39
1984	12	66	63	36	41	68	38	44	39	41	38
1985	1	78	75	38	44	80	40	44	44	42	41
1985	2	63	62	35	39	64	33	41	40	37	38
1985	3	69	66	50	47	72	38	43	47	41	49
1985	4	68	65	41	45	70	41	48	39	45	40
1985	5	60	62	47	46	57	48	50	47	49	47
1985	6	57	70	49	44	43	54	51	43	53	46
1985	7	44	45	49	45	43	52	55	44	54	47
1985	8	47	48	45	44	46	47	51	39	49	42
1985	9	50	48	38	39	51	38	46	38	42	38
1985	10	50	48	37	38	51	41	46	39	44	38
1985	11	49	45	33	32	52	34	42	35	38	34
1985	12	66	64	38	36	68	41	42	39	42	39
1986	1	78	75	42	39	80	48	40	46	44	44
1986	2	83	77	37	36	89	45	37	41	41	39
1986	3	68	67	46	33	68	41	40	48	40	47
1986	4	79	75	45	40	83	47	44	50	46	48
1986	5	64	62	50	40	66	49	48	47	49	49
1986	6	50	53	48	37	47	48	49	43	49	46
1986	7	44	45	47	42	43	50	52	46	51	47
1986	8	49	47	45	39	50	46	50	44	48	45
1986	9	46	46	40	35	45	41	43	39	42	40
1986	10	50	50	39	36	50	41	42	41	42	40
1986	11	53	52	43	38	54	42	44	46	43	45
1986	12	66	61	40	38	70	39	41	49	40	45
1987	1	77	71	45	47	82	44	42	53	43	49
1987	2	67	64	61	55	70	53	46	53	50	57
1987	3	75	66	64	55	83	57	49	57	53	61
1987	4	70	66	68	60	74	56	45	57	51	63
1987	5	61	61	58	49	60	52	46	50	49	54
1987	6	46	47	51	47	44	55	49	48	52	50
1987	7	54	51	47	46	56	51	52	43	52	45
1987	8	51	52	41	37	49	41	49	38	45	40
1987	9	52	46	40	39	57	40	44	35	42	38
1987	10	54	50	42	39	58	46	47	41	47	42
1987	11	56	52	37	34	60	40	42	40	41	39
1987	12	56	51	38	38	61	40	44	43	42	41
1988	1	79	70	36	42	87	44	41	48	43	42
1988	2	83	75	38	40	90	46	41	48	44	43
1988	3	70	65	34	32	74	46	35	33	41	34

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1988	4	79	70	42	39	88	47	40	38	44	40
1988	5	71	66	44	44	76	48	44	37	46	41
1988	6	54	53	43	36	54	47	44	35	46	39
1988	7	49	48	42	35	50	44	43	32	44	37
1988	8	45	40	41	36	49	43	43	34	43	38
1988	9	52	47	40	35	56	39	41	38	40	39
1988	10	57	54	39	34	59	36	39	36	38	38
1988	11	67	65	37	37	69	37	40	38	39	38
1988	12	66	63	36	38	68	36	38	37	37	37
1989	1	83	80	39	42	86	37	34	44	36	42
1989	2	83	76	45	52	89	44	41	58	43	52
1989	3	79	74	44	50	83	41	36	52	38	48
1989	4	72	69	47	47	74	42	42	48	42	47
1989	5	60	60	38	43	60	45	45	48	45	43
1989	6	58	58	52	51	57	49	51	50	50	51
1989	7	50	54	50	44	45	44	47	45	46	48
1989	8	48	47	48	41	48	45	46	40	46	44
1989	9	53	49	47	37	57	42	42	36	42	42
1989	10	64	59	46	38	69	39	40	39	40	43
1989	11	48	45	43	32	51	35	36	34	36	39
1989	12	52	45	43	32	58	34	34	37	34	40
1990	1	68	62	44	35	74	35	35	44	35	44
1990	2	81	72	46	38	90	38	39	48	39	47
1990	3	69	64	44	35	74	35	36	44	36	44
1990	4	80	73	48	41	86	40	40	50	40	49
1990	5	66	60	52	48	72	50	47	52	49	52
1990	6	60	58	48	47	62	47	47	45	47	47
1990	7	52	53	47	46	51	46	45	44	46	46
1990	8	50	51	43	40	49	41	42	36	42	40
1990	9	54	53	40	38	54	38	37	35	38	38
1990	10	67	59	41	40	74	38	37	39	38	40
1990	11	67	61	40	39	72	36	38	38	37	39
1990	12	68	61	40	41	74	36	38	41	37	41
1991	1	68	59	38	40	76	32	36	41	34	40
1991	2	78	67	42	43	89	34	39	43	37	43
1991	3	85	73	43	44	97	33	41	44	37	44
1991	4	71	64	40	41	78	31	40	42	36	41
1991	5	69	62	45	45	75	36	43	44	40	45
1991	6	59	54	49	47	64	41	50	44	46	47
1991	7	47	43	48	46	50	42	48	43	45	46
1991	8	46	44	46	44	48	46	45	42	46	44
1991	9	52	45	46	42	59	40	42	37	41	42
1991	10	55	49	44	43	60	39	41	42	40	43
1991	11	55	49	42	41	60	37	38	39	38	41
1991	12	66	49	46	47	83	39	43	47	41	47
1992	1	73	63	46	48	82	36	41	50	39	48

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1992	2	77	70	51	54	84	39	32	57	36	54
1992	3	72	65	61	65	79	42	48	69	45	65
1992	4	74	68	47	60	80	45	52	74	49	60
1992	5	68	70	49	58	66	41	44	68	43	58
1992	6	55	55	58	60	54	45	45	62	45	60
1992	7	46	44	52	52	47	45	40	51	42	52
1992	8	47	44	56	51	49	64	41	46	53	51
1992	9	56	56	50	46	56	66	40	41	53	46
1992	10	57	56	44	40	58	37	39	36	38	40
1992	11	63	57	45	42	68	37	38	38	38	42
1992	12	64	57	37	39	71	46	34	41	40	39

Fuente: Elaboración propia

Con los datos completos de humedad relativa mínima de las 10 estaciones, se utilizó el programa hydroacces y el método kriging, para determinar la humedad relativa mínima en el área de estudio.
Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla B.10.

Tabla B.10. Valores de Humedad relativa mínima obtenida por Hydroacces(%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	66	71	69	68	60	52	47	46	48	53	53	58
1973	65	71	71	70	63	54	49	47	50	65	65	53
1974	61	70	65	63	41	59	48	47	51	53	60	59
1975	55	78	72	72	68	57	56	52	50	54	53	52
1976	70	74	70	64	57	52	42	46	46	43	51	57
1977	71	68	70	70	58	54	45	44	47	51	50	60
1978	60	64	66	69	59	48	49	44	48	42	53	57
1979	68	64	74	65	59	46	48	51	51	51	39	47
1980	54	72	61	64	60	52	48	46	44	56	58	57
1981	65	72	69	71	53	49	41	43	42	56	49	62
1982	61	63	69	57	59	45	41	40	49	55	56	66
1984	60	74	75	70	63	61	54	45	50	57	49	59
1985	70	57	64	60	55	48	43	44	47	47	46	60
1986	70	74	63	73	60	47	44	48	44	48	52	63
1987	73	64	73	68	58	46	51	47	49	52	53	55
1988	74	76	61	71	63	48	44	43	50	52	60	59
1989	74	79	73	66	57	55	47	46	50	59	45	50
1990	64	76	65	75	65	57	49	46	49	62	61	63
1991	64	73	78	66	64	57	47	45	50	53	52	67
1992	70	75	74	77	69	57	48	47	52	52	58	60

Fuente: Elaboración propia

Humedad relativa máxima (%)

El completado de datos se efectuó siguiendo la misma secuencia para el llenado de datos de la humedad relativa mínima, cuyos resultados se muestran en la Tabla B.11.

Tabla B.11. Valores de Humedad relativa máxima (%)

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	1	99	99	87	88	100	88	88	90	88	88
1972	2	99	99	88	90	100	86	89	91	87	90
1972	3	99	99	90	91	100	88	90	92	89	91
1972	4	99	98	96	94	100	89	89	92	89	94
1972	5	98	97	95	94	99	90	92	92	91	94
1972	6	94	92	96	95	96	91	92	93	91	95
1972	7	91	89	93	93	93	89	93	93	91	93
1972	8	91	89	92	92	93	89	92	93	91	92
1972	9	94	94	93	93	94	88	90	93	89	93
1972	10	96	96	94	94	96	86	89	93	88	94
1972	11	97	97	94	93	98	88	88	92	88	93
1972	12	98	98	92	92	98	88	88	91	88	92
1973	1	99	99	95	92	100	88	87	90	88	92
1973	2	99	99	95	93	100	89	86	91	88	93
1973	3	100	99	95	94	100	90	86	92	88	94
1973	4	99	99	92	92	100	81	84	92	83	92
1973	5	98	98	93	93	99	83	86	92	85	93
1973	6	96	96	95	94	96	83	90	93	87	94
1973	7	93	93	95	94	93	84	90	93	87	94
1973	8	93	94	96	94	93	88	90	93	89	94
1973	9	96	98	95	97	94	91	89	99	90	97
1973	10	95	96	96	98	93	92	93	99	93	98
1973	11	95	98	91	95	92	90	88	99	89	95
1973	12	93	96	90	94	90	91	89	97	90	94
1974	1	96	99	88	92	93	87	87	97	87	93
1974	2	96	99	90	94	92	88	84	98	86	94
1974	3	100	99	89	93	100	90	88	97	89	93
1974	4	99	98	92	94	100	94	87	95	91	94
1974	5	99	99	93	94	99	95	91	97	93	95
1974	6	98	98	95	95	98	91	88	96	90	96
1974	7	91	88	96	96	94	91	88	97	90	97
1974	8	91	89	95	95	92	91	87	96	89	96
1974	9	96	95	95	96	97	91	87	95	89	95
1974	10	98	98	93	94	97	91	87	95	89	94
1974	11	98	97	93	93	98	86	86	92	86	93
1974	12	99	98	93	93	99	86	86	91	86	92
1975	1	100	99	97	92	100	86	79	91	83	94
1975	2	100	99	96	92	100	85	83	91	84	94
1975	3	100	99	100	97	100	90	85	98	88	99
1975	4	100	99	100	94	100	91	82	99	87	100
1975	5	99	98	98	96	100	95	86	99	91	99
1975	6	98	95	96	100	100	99	89	99	94	98
1975	7	95	90	93	100	99	98	91	97	95	95
1975	8	98	95	98	100	100	97	91	93	94	96
1975	9	96	95	98	100	97	92	92	93	92	96

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1975	10	98	99	98	100	96	88	92	92	90	95
1975	11	97	96	97	100	98	92	92	92	92	95
1975	12	98	97	94	100	99	90	91	91	91	93
1976	1	100	99	89	99	100	89	89	88	89	89
1976	2	100	99	94	100	100	89	91	91	90	93
1976	3	100	99	90	97	100	86	88	92	87	91
1976	4	99	98	97	94	100	85	90	92	88	95
1976	5	98	95	97	94	100	86	91	90	89	94
1976	6	95	92	95	93	98	86	92	94	89	95
1976	7	82	77	94	93	86	86	90	96	88	95
1976	8	92	87	93	92	97	84	87	96	86	95
1976	9	94	93	92	93	95	85	86	96	86	94
1976	10	94	91	93	90	96	88	88	93	88	93
1976	11	100	99	92	88	100	88	89	91	89	92
1976	12	100	99	92	92	100	90	88	93	89	93
1977	1	100	100	89	92	100	87	86	93	87	91
1977	2	100	100	88	94	100	69	87	96	78	92
1977	3	100	100	89	96	100	88	88	96	88	93
1977	4	100	100	93	95	100	87	88	93	88	93
1977	5	99	97	95	95	100	88	89	94	89	95
1977	6	96	93	96	96	99	87	89	94	88	95
1977	7	93	88	96	95	98	84	89	93	87	95
1977	8	92	88	91	91	95	89	90	93	90	92
1977	9	92	90	91	91	94	90	89	93	90	92
1977	10	97	97	92	90	97	90	89	92	90	92
1977	11	98	96	92	88	99	89	89	93	89	93
1977	12	94	99	89	87	89	90	88	95	89	92
1978	1	99	99	89	85	99	93	88	95	91	92
1978	2	100	99	89	87	100	91	89	92	90	91
1978	3	100	100	90	95	100	91	91	92	91	91
1978	4	100	99	93	94	100	93	91	95	92	94
1978	5	98	95	90	92	100	92	92	92	92	91
1978	6	94	90	84	97	98	94	91	95	93	90
1978	7	93	90	89	96	96	93	91	95	92	92
1978	8	85	80	90	94	90	90	92	96	91	93
1978	9	96	93	91	93	98	91	92	95	92	93
1978	10	94	91	88	88	96	91	91	94	91	91
1978	11	99	98	87	86	99	93	92	92	93	90
1978	12	100	100	86	86	100	88	91	93	90	90
1979	1	100	100	83	84	100	87	90	90	89	87
1979	2	100	100	83	91	100	78	88	90	83	87
1979	3	100	99	90	93	100	86	91	91	89	91
1979	4	99	98	92	93	100	89	93	93	91	93
1979	5	98	97	89	94	99	90	92	94	91	92
1979	6	85	75	91	97	94	88	93	96	91	94
1979	7	90	86	91	96	93	88	89	97	89	94

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1979	8	92	91	91	95	93	86	88	98	87	95
1979	9	98	97	90	95	98	77	88	98	83	94
1979	10	94	92	90	92	96	73	89	97	81	94
1979	11	94	92	89	92	95	71	91	96	81	93
1979	12	98	96	89	91	99	77	90	93	84	91
1980	1	100	99	88	85	100	81	88	87	85	88
1980	2	100	99	90	89	100	83	90	91	87	91
1980	3	100	99	90	93	100	84	91	91	88	91
1980	4	99	98	90	95	100	89	90	93	90	92
1980	5	99	97	90	90	100	88	91	94	90	92
1980	6	92	87	90	90	96	91	91	97	91	94
1980	7	93	91	89	93	95	90	89	97	90	93
1980	8	91	86	87	95	96	87	91	93	89	90
1980	9	91	90	87	93	92	86	90	93	88	90
1980	10	97	97	89	85	97	84	90	96	87	93
1980	11	98	96	88	91	99	82	88	95	85	92
1980	12	100	100	87	90	99	89	92	91	90	89
1981	1	100	100	81	85	100	84	91	78	88	80
1981	2	100	99	82	91	100	87	89	87	88	85
1981	3	99	98	89	92	100	90	92	87	91	88
1981	4	100	99	87	95	100	89	90	96	90	92
1981	5	100	99	91	93	100	90	93	92	92	92
1981	6	97	96	91	92	98	90	94	89	92	90
1981	7	86	85	91	92	87	90	93	92	92	92
1981	8	92	93	90	92	91	89	94	95	92	93
1981	9	90	91	89	88	89	84	93	96	89	93
1981	10	99	99	89	89	98	83	92	96	88	93
1981	11	97	96	91	92	98	90	86	96	88	94
1981	12	99	99	89	88	98	89	89	94	89	92
1982	1	100	100	89	90	100	87	88	95	88	92
1982	2	100	99	87	89	100	86	89	94	88	91
1982	3	100	99	85	88	100	86	88	94	87	90
1982	4	99	99	88	90	99	88	86	89	87	89
1982	5	98	97	88	88	99	89	88	90	89	89
1982	6	92	92	88	94	92	91	87	93	89	91
1982	7	91	90	88	95	92	90	87	91	89	90
1982	8	85	83	87	94	86	88	90	93	89	90
1982	9	96	97	87	91	95	87	91	95	89	91
1982	10	100	99	89	92	100	82	88	93	85	91
1982	11	100	100	92	90	100	83	88	91	86	92
1982	12	100	99	91	89	100	89	87	91	88	91
1984	1	100	100	86	93	100	85	92	92	89	89
1984	2	100	100	88	98	100	85	90	97	88	93
1984	3	100	99	93	99	100	88	94	97	91	95
1984	4	100	100	94	97	100	87	93	95	90	95
1984	5	96	99	95	99	93	89	94	96	92	96

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1984	6	98	96	90	96	99	89	92	96	91	93
1984	7	96	95	90	94	97	88	92	95	90	93
1984	8	93	93	91	94	93	91	92	95	92	93
1984	9	98	97	92	95	99	87	92	94	90	93
1984	10	99	98	90	93	99	88	93	94	91	92
1984	11	98	95	89	92	100	90	95	94	93	92
1984	12	100	100	89	94	100	87	93	88	90	89
1985	1	100	99	88	94	100	89	92	90	91	89
1985	2	99	98	88	96	100	85	92	90	89	89
1985	3	100	99	82	99	100	86	95	94	91	88
1985	4	99	98	94	99	100	85	96	90	91	92
1985	5	97	94	95	99	99	88	93	94	91	95
1985	6	96	99	95	99	93	89	93	94	91	95
1985	7	92	88	95	99	95	87	98	95	93	95
1985	8	93	90	92	99	96	89	96	93	93	93
1985	9	96	94	92	99	97	87	95	95	91	94
1985	10	95	93	88	96	96	88	95	93	92	91
1985	11	94	90	88	93	98	88	96	90	92	89
1985	12	99	98	86	91	100	88	94	86	91	86
1986	1	99	98	84	91	100	86	87	89	87	87
1986	2	100	99	84	92	100	87	90	89	89	87
1986	3	99	98	90	93	100	88	90	92	89	91
1986	4	99	98	82	90	100	87	90	91	89	87
1986	5	99	97	88	93	100	89	90	92	90	90
1986	6	94	92	89	95	96	88	92	93	90	91
1986	7	89	89	89	97	88	86	92	93	89	91
1986	8	93	93	87	94	93	88	92	93	90	90
1986	9	91	90	88	94	92	87	91	92	89	90
1986	10	97	97	87	93	96	87	91	93	89	90
1986	11	98	96	89	93	99	84	90	92	87	91
1986	12	98	97	87	92	98	84	91	93	88	90
1987	1	99	97	87	92	100	84	88	90	86	89
1987	2	98	95	94	96	100	82	90	88	86	91
1987	3	98	96	94	95	100	84	92	90	88	92
1987	4	98	95	95	97	100	87	90	89	89	92
1987	5	95	92	94	94	97	90	91	89	91	92
1987	6	89	87	88	94	91	91	89	91	90	90
1987	7	95	92	87	94	97	90	92	89	91	88
1987	8	91	90	88	94	91	90	95	89	93	89
1987	9	95	94	90	97	96	93	93	91	93	91
1987	10	98	98	89	93	97	95	93	93	94	91
1987	11	98	97	88	89	98	95	93	93	94	91
1987	12	98	97	88	92	99	90	94	91	92	90
1988	1	100	99	84	92	100	88	91	86	90	85
1988	2	99	98	85	90	100	87	91	90	89	88
1988	3	99	98	85	89	100	89	92	84	91	85

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1988	4	99	98	88	93	100	92	93	82	93	85
1988	5	99	98	87	98	100	96	93	80	95	84
1988	6	94	91	87	98	96	96	95	83	96	85
1988	7	92	89	88	98	94	96	93	83	95	86
1988	8	90	83	90	97	96	96	94	88	95	89
1988	9	96	94	98	95	98	94	94	91	94	95
1988	10	99	98	90	96	99	93	93	87	93	89
1988	11	100	99	87	94	100	93	94	84	94	86
1988	12	100	100	87	95	100	93	93	83	93	85
1989	1	100	99	88	94	100	93	86	83	90	86
1989	2	100	99	91	98	100	92	90	90	91	91
1989	3	100	99	92	98	100	88	89	91	89	92
1989	4	99	97	91	92	100	89	89	92	89	92
1989	5	97	94	84	98	99	94	90	91	92	88
1989	6	96	93	86	97	99	94	90	91	92	89
1989	7	91	93	89	95	89	92	89	92	91	91
1989	8	93	91	88	97	94	95	89	92	92	90
1989	9	95	95	89	97	95	96	88	90	92	90
1989	10	98	98	88	96	98	94	89	92	92	90
1989	11	97	100	87	96	94	93	89	92	91	90
1989	12	98	99	94	94	97	91	88	92	90	93
1990	1	100	99	86	88	100	91	86	90	89	88
1990	2	99	98	86	86	100	92	88	90	90	88
1990	3	99	98	88	92	100	94	89	93	92	91
1990	4	99	98	88	92	100	94	86	94	90	91
1990	5	97	94	88	96	99	96	89	95	93	92
1990	6	94	93	86	89	94	95	90	92	93	89
1990	7	92	94	87	89	89	97	88	90	93	89
1990	8	92	96	85	88	88	97	89	90	93	88
1990	9	86	98	85	87	74	98	88	89	93	87
1990	10	97	100	85	87	93	97	87	89	92	87
1990	11	97	99	84	88	95	95	90	91	93	88
1990	12	97	96	83	87	98	93	90	90	92	87
1991	1	99	99	82	84	99	91	91	86	91	84
1991	2	100	99	81	84	100	90	90	86	90	84
1991	3	100	99	84	88	100	89	91	91	90	88
1991	4	99	99	85	86	98	92	91	87	92	86
1991	5	99	100	87	88	98	91	90	89	91	88
1991	6	93	93	90	90	93	93	92	90	93	90
1991	7	88	88	90	91	88	93	92	91	93	91
1991	8	85	85	90	90	85	98	90	90	94	90
1991	9	89	87	89	89	91	94	90	89	92	89
1991	10	92	93	89	90	91	95	90	91	93	90
1991	11	96	97	88	89	95	92	90	90	91	89
1991	12	99	99	86	88	99	88	89	90	89	88
1992	1	100	99	85	88	100	87	88	91	88	88

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1992	2	100	99	90	92	100	88	90	93	89	92
1992	3	99	98	92	93	100	90	90	94	90	93
1992	4	100	99	91	93	100	89	90	94	90	93
1992	5	98	97	91	93	99	87	89	94	88	93
1992	6	94	91	90	92	96	86	89	93	88	92
1992	7	89	83	91	91	94	90	89	91	90	91
1992	8	92	88	93	92	96	98	86	90	92	92
1992	9	95	93	92	91	96	98	87	89	93	91
1992	10	97	97	90	91	97	89	89	91	89	91
1992	11	98	98	91	90	97	89	90	89	89	90
1992	12	99	98	87	90	99	96	89	92	93	90

Fuente: Elaboración propia

Con los datos completos de humedad relativa máxima de las 10 estaciones, se utilizó el programa hydroacces y el método kriging, para determinar la humedad relativa máxima en el área de estudio.

Los resultados se muestran en la Tabla B.12.

Tabla B.12 Valores de Humedad relativa máxima (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	97	97	98	98	97	95	92	92	94	96	96	96
1973	97	97	98	98	97	95	93	93	97	95	96	93
1974	96	96	99	98	99	98	94	93	96	97	96	97
1975	98	98	100	100	100	99	97	97	95	96	95	96
1976	96	97	98	98	96	96	87	95	95	95	98	98
1977	98	100	99	98	98	97	95	93	93	96	97	93
1978	99	98	98	99	97	96	95	90	96	95	97	99
1979	98	98	97	98	97	91	93	94	98	96	95	97
1980	97	98	97	98	98	95	95	93	92	97	98	97
1981	94	96	96	99	98	95	88	93	92	98	98	98
1982	99	99	99	96	96	92	91	87	96	98	98	98
1984	98	99	99	99	95	98	96	94	97	98	98	97
1985	97	97	98	97	97	94	94	94	96	95	94	96
1986	97	97	98	97	97	94	90	93	92	96	97	97
1987	97	96	96	96	94	90	94	90	94	96	97	96
1988	96	97	95	94	93	91	89	91	95	95	95	95
1989	95	97	97	97	96	96	91	93	93	96	95	96
1990	97	97	98	98	97	93	90	90	83	93	95	96
1991	96	96	98	95	96	92	89	86	90	91	94	97
1992	98	98	98	98	97	94	91	93	93	96	95	97

Fuente: Elaboración propia

Humedad relativa media (%)

Para determinar la humedad relativa media

HRmedia = (HRmáxima + HRmínima)/2.

HRmedia,HRmáxima y HTmínima en % .

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla B.13.

Tabla B.13. Valores de Humedad relativa media (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	81	84	84	83	78	73	70	69	71	74	74	77
1973	81	84	84	84	80	75	71	70	73	80	80	73
1974	78	83	82	81	70	79	71	70	73	75	78	78
1975	76	88	86	86	84	78	76	74	73	75	74	74
1976	83	86	84	81	77	74	64	71	71	69	74	77
1977	85	84	85	84	78	75	70	69	70	73	74	76
1978	79	81	82	84	78	72	72	67	72	68	75	78
1979	83	81	86	82	78	69	71	73	75	73	67	72
1980	75	85	79	81	79	73	72	70	68	77	78	77
1981	79	84	83	85	76	72	64	68	67	77	73	80
1982	80	81	84	77	78	69	66	64	72	76	77	82
1984	79	87	87	84	79	79	75	70	74	77	73	78
1985	83	77	81	78	76	71	68	69	71	71	70	78
1986	84	85	81	85	79	71	67	71	68	72	74	80
1987	85	80	85	82	76	68	72	68	71	74	75	75
1988	85	87	78	83	78	70	67	67	72	74	77	77
1989	84	88	85	82	76	75	69	69	72	78	70	73
1990	81	87	81	86	81	75	70	68	66	78	78	79
1991	80	84	88	81	80	74	68	66	70	72	73	82
1992	84	86	86	88	83	76	69	70	72	74	76	79

Fuente: Elaboración propia

Relleno de datos Horas de sol

Ayabaca – Arenales

Se efectuó el análisis de regresión lineal simple entre las estaciones Ayabaca y Arenales, obteniéndose un coeficiente de correlación de 0.91, que nos indica una correlación muy buena.

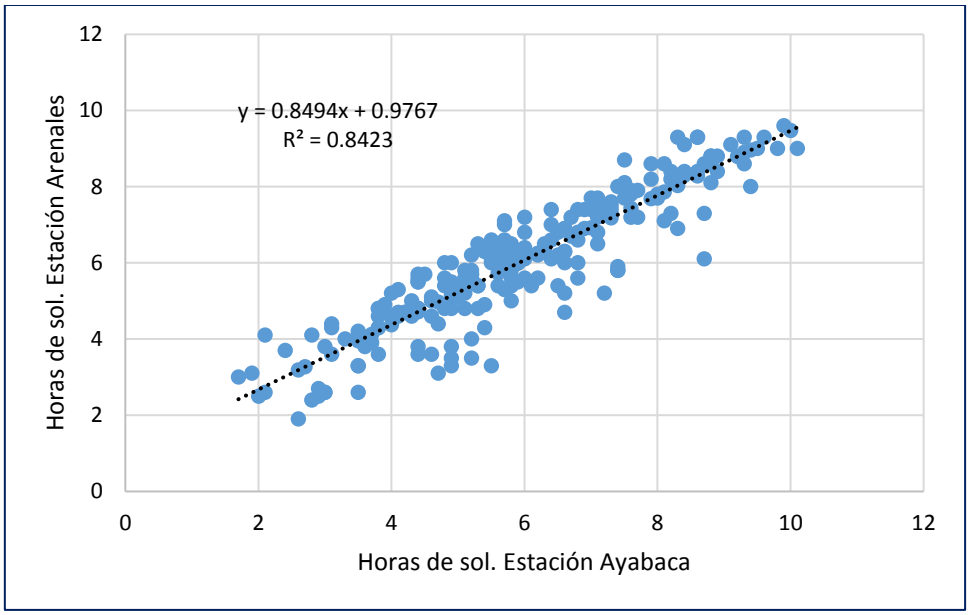


Figura B.5. Regresión lineal simple AYABACA-ARENALES
Fuente: Elaboración propia

Chilaco – Chulucanas

Se efectuó el análisis de regresión lineal simple entre las estaciones Chilaco y Chulucanas, se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.80, que nos indica una correlación buena.

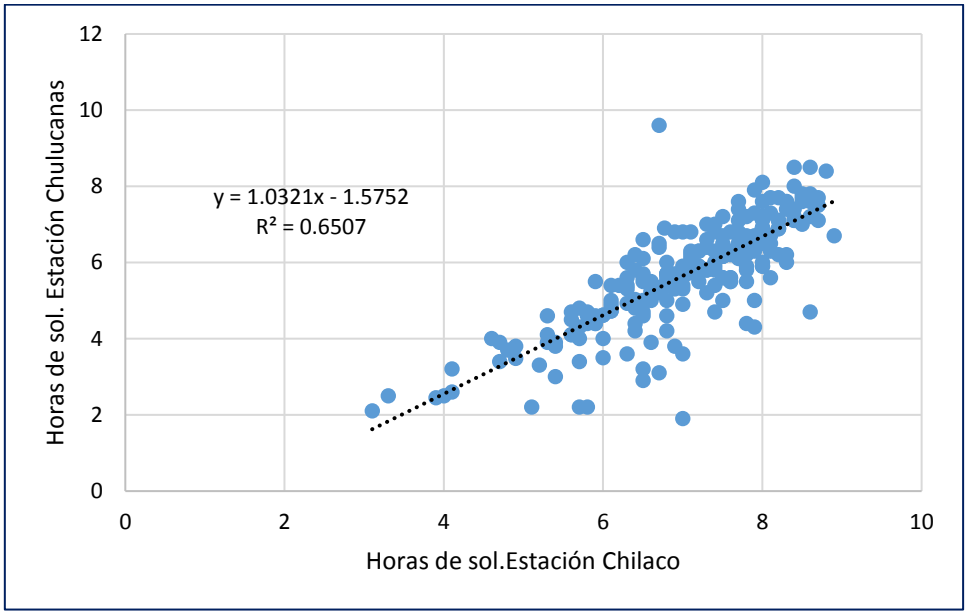


Figura B.6. Regresión lineal simple CHILACO-CHULUCANAS
Fuente: Elaboración propia

Los datos de la estación Sausal de Culucan, se estimaron del promedio de las estaciones Chilaco, Chulucanas y Morropón.
Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla B.14.

Tabla B.14. Valores de Horas de sol

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	1	5.1	4.9	8.3	6.2	2.8	7.9	8.9	4.3	8.7	6.3
1972	2	5.0	4.7	8.0	5.9	2.1	7.1	8.0	4.1	8.0	6.0
1972	3	3.3	2.7	6.4	4.8	2.8	6.7	6.2	4.8	6.7	5.3
1972	4	5.2	5.0	6.5	4.7	3.0	6.4	6.7	4.9	7.3	5.4
1972	5	6.2	6.2	4.1	3.2	4.1	4.9	5.2	5.2	5.5	4.2
1972	6	7.7	7.9	3.1	2.1	6.1	2.9	3.3	1.6	3.4	2.3
1972	7	7.9	8.1	5.6	4.1	7.7	5.7	6.1	4.1	6.0	4.6
1972	8	8.3	8.6	5.7	4.8	7.6	5.6	6.0	4.7	5.6	5.1
1972	9	7.4	7.6	5.9	4.4	6.5	5.5	5.3	4.8	5.4	5.0
1972	10	6.3	6.3	7.3	6.4	5.5	7.2	7.4	6.1	7.2	6.6
1972	11	5.2	5.0	6.4	5.8	5.3	6.9	6.7	6.0	6.0	6.1
1972	12	6.2	6.2	5.4	3.8	4.2	5.0	5.4	3.2	5.3	4.1
1973	1	4.0	5.2	4.1	2.6	2.8	3.7	3.5	2.0	3.8	2.9
1973	2	5.4	5.3	5.3	4.1	2.1	5.1	5.2	4.3	5.8	4.6
1973	3	4.8	3.8	6.1	4.9	2.8	6.4	6.2	4.6	6.5	5.2
1973	4	4.8	3.8	7.0	5.4	3.0	7.5	7.3	4.5	7.6	5.6
1973	5	6.5	5.3	7.6	5.6	4.1	8.3	8.2	5.4	8.2	6.2
1973	6	6.5	6.3	7.8	6.2	3.8	8.0	7.4	5.2	6.9	6.4

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1973	7	7.3	7.2	8.1	6.7	6.3	7.2	6.9	6.5	6.1	7.1
1973	8	7.7	7.0	8.5	7.6	6.5	7.6	7.6	7.7	7.4	7.9
1973	9	7.4	6.4	8.0	7.2	5.7	7.9	7.7	7.1	7.6	7.4
1973	10	6.1	6.4	8.0	7.6	5.4	8.1	7.4	6.5	7.1	7.4
1973	11	5.7	5.2	7.3	6.6	4.5	7.9	7.2	6.4	7.2	6.8
1973	12	4.6	3.8	5.9	4.6	3.2	7.0	6.4	4.4	6.4	5.0
1974	1	4.8	4.4	7.8	5.8	3.0	8.0	7.4	5.3	7.9	6.3
1974	2	3.0	1.7	6.6	3.9	1.3	6.9	6.1	3.5	7.0	4.7
1974	3	4.3	3.1	8.0	5.9	3.3	8.5	8.2	5.5	8.7	6.5
1974	4	7.2	6.0	8.9	6.7	4.0	9.1	8.6	6.5	8.7	7.4
1974	5	7.2	6.7	7.7	6.8	4.0	7.9	8.0	5.9	8.0	6.8
1974	6	5.4	5.1	5.3	4.6	4.0	5.4	5.1	3.8	4.7	4.6
1974	7	7.9	7.7	6.9	5.7	7.4	6.1	6.0	6.1	5.4	6.2
1974	8	9.3	8.6	8.6	7.2	8.2	7.8	7.6	7.9	7.3	7.9
1974	9	6.3	5.5	7.1	6.3	5.4	7.0	7.2	6.6	7.0	6.7
1974	10	4.8	4.9	8.2	7.1	4.6	8.3	7.6	7.1	7.8	7.5
1974	11	5.2	4.0	7.7	6.5	4.0	7.7	7.6	5.7	7.3	6.6
1974	12	4.7	4.2	7.6	5.5	4.0	7.7	7.4	4.7	7.4	5.9
1975	1	3.8	4.4	6.8	4.2	3.1	6.6	6.4	4.0	7.0	5.0
1975	2	2.5	2.0	4.7	3.4	0.7	5.6	5.6	3.0	6.6	3.7
1975	3	4.6	4.0	5.9	4.4	2.2	6.3	5.7	3.5	6.1	4.6
1975	4	5.6	4.4	7.0	4.9	2.7	6.8	7.2	3.8	7.9	5.2
1975	5	5.0	4.6	6.1	4.8	2.8	6.2	6.6	3.4	6.8	4.8
1975	6	6.2	5.9	6.3	5.3	4.3	6.4	6.7	4.2	6.4	5.3
1975	7	7.5	7.3	5.9	5.5	6.6	5.8	5.7	5.3	5.3	5.6
1975	8	6.6	6.4	7.1	6.0	5.2	7.1	6.9	5.1	7.1	6.1
1975	9	6.1	5.9	8.1	7.3	5.7	7.1	7.3	6.5	7.5	7.3
1975	10	5.4	4.8	8.2	6.9	4.4	7.8	7.4	5.6	7.7	6.9
1975	11	5.8	5.2	7.7	7.4	5.7	7.7	7.3	6.8	7.8	7.3
1975	12	6.8	6.0	8.4	7.1	6.0	8.4	8.0	6.9	8.4	7.5
1976	1	3.6	3.1	5.2	3.3	1.5	5.3	4.9	2.9	5.5	3.8
1976	2	4.1	2.8	7.6	5.6	1.6	7.8	7.3	5.0	8.1	6.1
1976	3	4.3	3.8	7.2	5.9	2.2	7.3	7.2	5.3	7.7	6.1
1976	4	5.4	5.3	7.2	5.5	3.1	7.5	6.9	5.2	8.0	6.0
1976	5	6.2	6.2	5.8	4.4	4.2	5.7	5.9	3.8	6.5	4.7
1976	6	7.4	7.0	5.3	3.9	5.5	4.8	4.5	3.3	4.5	4.2
1976	7	9.6	9.9	6.8	5.7	9.2	5.8	5.8	5.6	5.4	6.0
1976	8	7.8	8.0	5.6	4.5	6.2	4.8	5.1	4.8	5.3	5.0
1976	9	7.2	7.7	8.0	6.9	5.9	7.6	7.4	6.9	7.4	7.3
1976	10	6.0	5.9	6.5	5.5	6.1	6.1	5.5	5.8	5.8	5.9
1976	11	6.0	5.5	7.1	5.9	5.0	7.3	6.6	5.9	7.0	6.3
1976	12	6.1	5.5	6.9	5.3	4.4	7.1	7.3	4.8	7.3	5.7
1977	1	4.8	4.4	4.0	2.5	1.9	4.1	4.1	2.1	4.7	2.9
1977	2	3.6	4.4	6.1	5.0	2.3	6.6	7.0	4.1	7.9	5.1
1977	3	6.5	5.6	7.0	5.7	3.1	6.5	6.9	4.6	7.5	5.8
1977	4	5.8	5.1	6.8	5.4	2.5	6.3	7.0	5.1	7.3	5.8

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1977	5	7.4	6.8	7.1	5.9	5.2	7.3	7.3	5.4	7.2	6.1
1977	6	7.4	7.3	6.7	6.4	5.7	7.0	7.4	5.9	7.3	6.3
1977	7	8.6	8.8	6.3	6.0	8.2	6.0	6.4	6.3	6.0	6.2
1977	8	7.8	7.6	7.6	6.8	6.9	7.1	6.5	6.9	6.3	7.1
1977	9	8.1	7.5	8.5	7.7	7.9	8.1	7.7	8.1	7.6	8.1
1977	10	6.9	6.6	8.3	7.4	6.5	7.7	7.4	7.8	7.4	7.8
1977	11	6.0	6.6	7.5	6.5	5.1	7.4	6.7	6.0	7.0	6.7
1977	12	5.4	5.6	8.7	7.5	4.3	9.0	8.9	6.5	9.3	7.6
1978	1	5.6	6.0	7.9	6.7	4.7	8.0	8.1	6.2	8.6	6.9
1978	2	5.7	5.2	5.6	4.1	3.0	6.0	5.9	3.8	6.6	4.5
1978	3	5.7	4.5	6.6	5.0	2.7	7.0	6.8	5.0	7.4	5.5
1978	4	5.3	4.1	6.8	5.7	2.5	7.5	7.5	4.8	8.3	5.8
1978	5	6.5	5.8	7.2	6.3	3.6	7.5	7.7	5.4	7.6	6.3
1978	6	8.4	8.6	8.4	8.0	7.5	8.2	8.5	7.3	8.1	7.9
1978	7	8.7	7.5	7.5	7.2	6.4	6.9	6.9	7.2	6.4	7.3
1978	8	9.3	9.3	8.8	8.4	9.1	8.1	8.1	8.9	8.1	8.7
1978	9	6.6	5.5	8.4	7.2	5.4	7.8	8.1	7.5	7.8	7.7
1978	10	8.0	7.4	8.6	7.6	7.1	7.8	7.6	7.7	7.8	8.0
1978	11	6.8	6.5	8.4	7.4	4.8	8.7	8.4	7.0	8.6	7.6
1978	12	4.7	4.1	7.2	6.3	4.0	7.8	7.7	5.8	8.5	6.4
1979	1	5.5	4.4	5.8	4.6	2.0	6.2	6.5	4.4	6.9	4.9
1979	2	4.6	4.3	6.4	4.4	2.7	6.4	6.1	4.0	6.6	4.9
1979	3	3.3	3.5	6.5	4.6	1.6	7.3	6.2	3.7	7.0	4.9
1979	4	4.8	4.4	7.4	6.0	3.3	7.0	7.3	5.2	7.9	6.2
1979	5	6.9	6.6	8.2	7.1	3.9	8.0	8.1	6.9	7.6	7.4
1979	6	7.7	8.0	6.9	6.8	7.7	6.5	7.5	6.7	7.1	6.8
1979	7	9.0	9.5	6.5	6.6	9.1	5.8	6.2	7.7	5.5	6.9
1979	8	8.6	7.9	7.7	7.6	7.8	7.2	7.6	8.3	7.4	7.9
1979	9	7.3	7.3	7.8	7.2	6.1	6.9	6.9	7.3	7.2	7.4
1979	10	9.3	8.3	8.0	8.1	7.7	7.8	7.7	8.5	7.5	8.2
1979	11	7.7	7.5	7.8	6.7	6.8	7.4	7.1	7.1	7.2	7.2
1979	12	6.8	6.8	8.3	7.6	4.9	8.6	8.4	7.5	8.3	7.8
1980	1	5.6	5.2	7.9	6.3	4.5	8.3	8.8	6.5	9.2	6.9
1980	2	3.8	3.0	6.8	4.6	2.1	6.8	6.6	4.5	7.4	5.3
1980	3	4.8	5.1	7.0	5.3	2.8	7.2	6.7	4.5	7.6	5.6
1980	4	5.8	5.8	7.4	5.9	4.2	8.0	7.1	5.8	7.9	6.4
1980	5	7.2	7.1	8.5	7.0	4.5	8.4	8.1	6.5	7.9	7.3
1980	6	8.8	8.9	8.2	7.7	7.6	7.9	8.0	7.7	7.7	7.9
1980	7	8.8	8.8	7.4	6.8	8.0	7.1	7.1	7.8	6.5	7.3
1980	8	9.1	8.4	8.1	7.7	8.1	7.2	6.9	7.1	7.0	7.6
1980	9	8.2	8.2	7.9	7.9	8.0	7.5	7.2	7.1	7.1	7.6
1980	10	6.0	4.9	8.0	7.1	4.3	7.6	7.6	6.6	7.6	7.2
1980	11	5.1	5.0	6.8	6.0	4.2	6.6	6.6	6.4	6.9	6.4
1980	12	7.0	5.7	8.4	7.1	4.7	8.4	8.5	5.4	8.7	7.0
1981	1	5.7	4.4	7.2	5.8	3.0	8.0	7.1	4.3	7.6	5.8
1981	2	3.3	3.5	6.0	3.5	1.2	8.0	5.4	4.1	6.1	4.5

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1981	3	4.4	3.1	6.8	5.7	2.9	6.7	7.0	4.8	7.1	5.8
1981	4	6.0	4.8	7.2	5.9	3.6	6.2	7.2	4.9	7.5	6.0
1981	5	7.7	7.1	7.9	7.3	5.6	6.5	8.3	5.2	7.7	6.8
1981	6	8.2	7.9	6.5	5.6	7.1	8.0	6.9	5.6	6.3	5.9
1981	7	8.4	8.2	6.7	6.5	8.0	7.7	6.8	7.3	6.1	6.8
1981	8	8.6	8.1	7.1	6.8	8.4	7.4	6.8	7.6	6.5	7.2
1981	9	8.6	8.7	8.6	8.5	8.9	6.0	7.9	9.0	7.8	8.7
1981	10	6.3	5.8	8.3	7.6	4.9	7.0	8.2	7.3	8.2	7.7
1981	11	7.1	5.7	7.3	7.0	6.0	7.2	7.5	7.2	7.3	7.2
1981	12	4.7	4.2	8.0	6.9	3.3	9.2	8.7	5.4	8.5	6.8
1982	1	4.6	4.0	7.7	6.5	3.5	8.5	8.4	5.8	8.3	6.7
1982	2	5.5	4.4	7.3	5.8	3.3	7.9	7.5	5.4	7.6	6.2
1982	3	4.6	4.1	7.8	5.9	2.3	8.4	8.3	5.2	8.0	6.3
1982	4	6.3	5.4	7.6	6.2	4.0	7.5	7.3	6.0	7.5	6.6
1982	5	5.6	5.1	7.7	6.7	3.9	7.5	7.9	6.3	7.5	6.9
1982	6	8.8	8.8	6.4	6.2	3.6	6.4	6.7	7.1	6.0	6.6
1982	7	8.4	8.9	6.3	5.4	7.8	5.8	6.0	6.4	5.4	6.0
1982	8	9.3	9.6	7.0	6.8	8.9	7.0	6.8	7.9	6.2	7.2
1982	9	6.3	6.6	7.4	7.0	6.4	7.6	7.6	7.6	7.1	7.3
1982	10	5.6	4.8	6.1	5.4	4.2	6.4	6.4	5.2	6.3	5.6
1982	11	7.0	6.4	4.9	3.8	4.8	5.1	4.9	4.7	5.0	4.5
1982	12	4.9	3.9	3.3	2.5	2.7	3.6	3.5	1.8	3.9	2.5
1984	1	6.6	5.7	8.5	7.8	4.7	9.1	9.3	7.1	9.4	7.8
1984	2	2.4	2.8	5.6	4.7	1.7	6.5	6.7	4.1	7.2	4.8
1984	3	4.0	3.3	6.6	5.5	2.3	6.1	7.2	4.8	7.3	5.6
1984	4	3.6	3.8	7.1	6.1	2.7	7.7	8.2	5.6	8.2	6.3
1984	5	4.4	4.7	6.8	5.0	3.4	7.3	7.3	4.8	7.0	5.5
1984	6	6.0	5.9	6.2	5.4	3.5	6.4	6.4	5.1	5.8	5.6
1984	7	6.8	7.1	6.5	5.0	6.0	6.5	6.6	5.2	5.4	5.6
1984	8	9.1	9.1	7.6	6.3	7.7	7.1	7.2	7.6	6.8	7.2
1984	9	5.6	6.8	7.1	6.2	6.0	6.9	7.4	6.5	7.1	6.6
1984	10	5.2	5.1	7.5	6.3	4.1	7.5	7.9	5.8	7.6	6.5
1984	11	5.4	5.8	6.5	6.1	4.7	6.6	7.1	5.8	6.4	6.1
1984	12	6.2	5.7	8.2	6.2	3.0	8.3	9.0	5.7	8.5	6.7
1985	1	2.7	2.9	6.0	4.0	1.7	5.8	6.2	3.6	6.5	4.5
1985	2	5.6	6.2	7.5	5.6	3.2	7.3	7.6	5.1	7.7	6.1
1985	3	5.5	5.1	8.0	6.5	3.5	8.4	8.5	6.2	8.7	6.9
1985	4	6.2	5.2	8.0	6.0	3.3	8.5	8.4	5.8	8.8	6.6
1985	5	5.6	5.8	7.3	5.2	4.8	7.1	6.9	5.1	6.3	5.9
1985	6	8.6	9.3	8.0	6.9	8.7	7.4	8.1	8.0	7.0	7.6
1985	7	8.9	9.3	6.8	5.6	8.5	6.1	6.2	6.9	5.1	6.4
1985	8	7.4	6.9	7.3	5.8	6.5	6.4	6.5	6.7	6.1	6.6
1985	9	7.4	7.2	8.7	7.7	7.0	8.2	8.0	8.4	7.9	8.3
1985	10	6.2	6.5	8.0	7.2	6.8	7.7	7.6	7.1	2.0	7.4
1985	11	7.9	7.6	8.4	8.5	7.6	8.8	8.7	7.8	8.6	8.2
1985	12	5.1	4.6	8.1	6.3	4.1	7.8	7.5	6.4	7.3	6.9

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1986	1	3.8	3.6	6.3	3.6	1.9	5.8	6.0	3.4	6.5	4.4
1986	2	3.7	2.4	7.5	5.6	2.3	7.5	8.0	4.7	8.2	5.9
1986	3	4.6	4.6	6.8	6.9	4.6	7.0	6.8	4.8	7.2	6.2
1986	4	4.2	3.5	6.4	4.2	1.9	6.3	7.1	4.0	7.0	4.9
1986	5	6.3	6.6	6.5	5.7	3.8	6.6	6.5	5.6	6.0	5.9
1986	6	8.0	9.4	7.5	6.7	8.6	7.3	7.8	8.1	6.5	7.4
1986	7	9.0	9.8	6.8	5.5	9.5	5.9	6.0	7.5	4.5	6.6
1986	8	7.1	8.1	7.2	5.8	7.2	6.8	6.4	7.1	6.0	6.7
1986	9	5.8	7.4	8.0	6.9	7.7	7.5	7.3	7.6	7.1	7.5
1986	10	6.4	6.0	7.7	7.1	6.2	7.3	7.7	7.3	7.4	7.4
1986	11	5.4	6.1	7.0	5.9	5.7	6.7	6.6	5.3	6.6	6.1
1986	12	5.3	5.7	7.6	5.5	4.3	6.6	6.6	5.1	6.8	6.1
1987	1	3.5	5.2	6.5	3.2	2.8	5.6	6.0	3.1	6.4	4.3
1987	2	5.2	6.6	4.8	3.7	3.5	5.2	5.2	3.4	5.7	4.0
1987	3	5.5	4.9	5.8	4.7	3.3	5.6	5.5	4.3	6.0	4.9
1987	4	3.1	4.7	5.7	4.0	3.4	6.5	6.4	3.5	7.1	4.4
1987	5	6.9	6.9	6.7	5.2	6.2	7.2	7.2	5.7	6.6	5.9
1987	6	9.0	10.1	4.6	4.0	8.2	5.2	5.4	5.1	4.6	4.6
1987	7	5.2	7.2	4.7	3.9	5.7	4.5	5.1	7.1	4.2	5.2
1987	8	8.3	8.3	8.0	6.5	8.2	7.0	6.6	6.4	7.4	7.0
1987	9	5.8	7.4	7.9	6.5	6.6	6.7	7.0	7.0	7.5	7.1
1987	10	6.6	6.8	6.3	5.6	6.5	5.6	6.3	6.4	6.5	6.1
1987	11	6.1	5.6	8.7	7.1	5.3	8.0	8.6	7.3	8.7	7.7
1987	12	6.0	6.8	8.3	6.0	4.9	6.2	8.2	5.8	8.5	6.7
1988	1	2.6	3.0	6.7	9.6	1.4	5.1	6.5	3.5	6.6	6.6
1988	2	2.6	3.5	5.4	3.0	1.4	5.3	5.1	3.4	5.7	3.9
1988	3	3.8	4.9	7.4	5.8	4.1	8.3	7.9	4.9	7.9	6.0
1988	4	4.3	3.8	6.9	3.8	2.4	7.2	7.2	4.1	7.5	4.9
1988	5	5.3	4.9	7.9	5.0	3.0	7.6	7.1	4.5	7.0	5.8
1988	6	8.1	8.8	8.1	6.5	8.3	8.2	8.5	5.5	8.4	6.7
1988	7	8.3	8.4	7.4	6.3	8.4	7.5	7.3	6.2	6.3	6.6
1988	8	6.5	7.1	7.8	5.5	7.1	7.5	6.7	7.1	6.5	6.8
1988	9	6.1	6.0	7.5	5.0	6.0	7.2	6.8	6.9	6.2	6.5
1988	10	4.8	4.8	7.8	4.4	5.8	7.4	7.4	6.6	7.3	6.3
1988	11	3.9	3.7	7.7	6.1	3.4	7.5	7.4	5.4	7.3	6.4
1988	12	5.0	4.3	8.1	5.6	3.7	6.8	7.4	4.1	6.6	5.9
1989	1	2.5	2.9	5.7	2.2	1.2	5.8	5.0	2.8	6.4	3.6
1989	2	1.9	2.6	5.1	2.2	1.6	4.3	3.7	2.9	6.1	3.4
1989	3	3.1	1.9	6.1	4.7	2.4	7.0	5.4	4.8	7.1	5.2
1989	4	4.3	5.4	7.2	5.8	2.7	7.2	7.3	4.9	7.4	5.9
1989	5	6.7	6.7	8.0	6.7	4.3	7.8	7.3	5.0	6.9	6.6
1989	6	4.8	5.3	5.4	3.9	3.6	4.6	6.0	4.3	5.3	4.5
1989	7	7.3	8.2	5.7	3.4	7.4	6.2	6.3	6.2	5.1	5.1
1989	8	7.6	7.3	7.0	3.6	7.8	6.9	6.0	7.3	5.7	6.0
1989	9	4.7	6.6	7.4	5.4	5.6	6.5	6.8	5.6	6.7	6.1
1989	10	3.3	4.9	7.4	4.7	3.7	6.9	6.2	3.8	6.9	5.3

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1989	11	8.4	8.4	8.6	7.8	8.0	8.6	7.3	7.1	8.4	7.8
1989	12	5.4	6.5	8.6	4.7	5.9	8.8	8.4	5.5	8.6	6.3
1990	1	3.6	4.6	7.0	1.9	3.2	7.4	6.4	4.1	7.9	4.3
1990	2	4.1	2.1	5.8	2.2	1.8	5.8	6.1	3.9	6.8	4.0
1990	3	3.5	4.9	7.9	4.3	3.7	7.5	7.3	5.4	7.7	5.9
1990	4	2.6	3.0	6.7	3.1	1.9	6.7	6.1	3.1	7.0	4.3
1990	5	4.9	5.4	6.5	2.9	4.1	6.0	5.5	3.4	5.5	4.3
1990	6	7.2	7.6	6.3	4.9	6.0	6.7	7.2	5.6	5.9	5.6
1990	7	7.3	8.7	5.7	4.3	8.3	5.9	6.4	6.2	4.9	5.4
1990	8	9.5	10.0	7.6	6.3	9.6	7.8	7.5	9.3	6.5	7.7
1990	9	6.9	8.3	7.5	6.2	8.2	8.1	7.8	8.7	7.1	7.5
1990	10	3.3	5.5	6.7	5.3	4.2	7.1	7.1	6.6	6.4	6.2
1990	11	6.4	5.5	7.7	6.4	4.6	8.6	8.2	6.8	7.7	7.0
1990	12	6.3	5.8	8.2	6.9	4.9	7.4	7.3	7.3	6.5	7.5
1991	1	5.4	5.8	8.2	6.9	3.9	8.4	8.0	7.6	8.8	7.6
1991	2	4.1	3.5	7.5	6.2	1.9	6.9	7.3	5.4	8.0	6.4
1991	3	2.6	2.1	6.7	5.3	1.3	6.1	6.7	4.6	6.7	5.5
1991	4	5.5	5.9	7.5	6.2	3.7	8.6	9.4	6.2	8.9	6.6
1991	5	5.0	5.8	6.6	5.2	4.0	7.7	8.4	6.5	7.4	6.1
1991	6	9.3	8.6	6.7	5.3	5.8	6.7	6.6	6.7	6.0	6.2
1991	7	6.1	8.7	6.0	4.6	8.1	6.0	6.2	6.6	4.8	5.7
1991	8	5.9	7.4	6.0	4.6	7.3	5.7	4.9	6.8	4.3	5.8
1991	9	7.2	7.3	6.9	5.5	6.5	6.3	6.8	6.7	5.9	6.4
1991	10	6.0	5.9	7.1	5.8	5.6	6.7	6.1	6.3	6.3	6.4
1991	11	5.2	5.0	7.5	6.2	5.8	6.8	7.8	6.8	7.4	6.8
1991	12	3.9	3.5	6.9	5.5	3.1	5.2	5.9	5.5	4.9	6.0
1992	1	4.1	3.7	6.9	5.5	2.8	5.3	5.9	2.4	6.0	4.9
1992	2	3.2	2.6	6.1	4.7	2.1	4.8	5.1	3.2	5.4	4.7
1992	3	4.7	4.4	4.9	3.5	2.9	4.8	5.1	4.9	5.5	4.4
1992	4	4.4	4.0	7.1	5.8	2.7	4.9	5.7	3.3	5.5	5.4
1992	5	4.7	4.4	7.1	5.7	3.0	6.2	6.3	4.0	5.9	5.6
1992	6	8.0	8.3	3.9	2.4	6.4	5.6	5.2	4.3	4.9	3.5
1992	7	8.8	9.2	5.9	4.5	8.0	6.2	7.5	6.8	6.0	5.7
1992	8	9.0	9.4	6.4	5.0	8.3	7.2	6.7	7.1	5.3	6.2
1992	9	5.9	5.8	6.6	5.2	5.0	6.4	7.2	6.8	6.4	6.2
1992	10	6.9	7.0	7.8	6.5	6.4	7.3	8.2	7.0	7.6	7.1
1992	11	5.8	5.7	7.7	6.4	5.2	7.5	7.3	6.0	7.1	6.7
1992	12	5.7	5.6	7.8	6.5	4.5	8.4	8.3	5.4	8.2	6.6

Fuente: Elaboración propia

Con los datos completos de horas de sol de las 10 estaciones, se utilizó el programa hydroacces y el método kriging, para determinar las horas de sol en el área de estudio. Los resultados se muestran en la Tabla B.15.

Tabla B.15. Valores de Horas de sol obtenidos por Hydroacces

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	3.7	3.4	3.4	4.2	5.2	5.4	6.8	7.1	6.4	5.9	5.5	4.5
1973	3	3.7	3.8	3.8	5.1	4.9	6.6	7.2	6.5	5.9	5.3	3.8
1974	4.1	2.2	4	5.5	5.4	4.3	7.2	8.5	6	5.3	4.7	4.3
1975	3.5	1.8	3.2	3.7	3.5	4.8	6.5	5.5	6	4.9	5.9	6.4
1976	2.4	3.1	3.6	4.3	4.6	5.4	8.4	6.4	6.6	6	5.5	4.9
1977	2.8	3.1	4.4	4.1	5.8	6.2	7.9	7.2	8	7	5.6	5.1
1978	5.3	4	4.1	3.8	4.9	7.7	7.3	9.2	6.3	7.5	5.9	4.6
1979	3.6	3.5	2.6	4.2	5.6	7.4	8.8	8.2	6.8	8.4	7.2	6.2
1980	5.3	3.2	3.8	5.1	5.8	8	8.3	8.1	7.8	5.3	5.1	5.4
1981	4	2.6	3.7	4.5	6	7	8	8.3	8.9	5.9	6.6	4.1
1982	4.3	4.4	3.7	5.2	5	6.3	7.7	8.9	6.7	4.8	5.5	3
1984	5.8	2.5	3.4	3.7	4	4.7	6	8.2	6.1	4.8	5.2	4.6
1985	2.4	4.4	4.8	4.7	5.1	8.6	8.3	6.9	7.5	6.7	7.7	5
1986	2.8	3.2	4.5	3.1	5.1	8.5	9	7.3	7.2	6.5	5.5	4.8
1987	3.1	4.1	4.2	3.3	6.3	7.8	6.3	7.7	6.6	6.6	6	5.5
1988	2	2.3	4.2	3.3	4	7.4	7.8	7	6.3	5.8	4	4
1989	2	2.1	3.1	3.8	5.1	4.2	7.2	7.8	5.4	3.6	7.8	5.6
1990	3.6	3	4.2	2.4	4.2	6.3	7.6	9.7	8.1	4.7	5.7	6
1991	5.4	3.4	2.5	4.9	5.1	7.2	7.3	7	6.8	5.9	5.9	4
1992	2.9	2.6	4	3.2	3.7	6.4	8.1	8.3	5.8	6.7	5.5	5

Fuente: Elaboración propia

Relleno de datos de Velocidad de viento (m/s)

Para completar los datos de la estación de Arenales se obtuvo del promedio de la estación Ayabaca y Huarmaca

Para completar datos de la estación Mallares, se obtuvo del promedio de las estaciones Miraflores y San Miguel

Para completar datos de la estación Chulucanas, se obtuvo del promedio de las estaciones Morropón y Chilaco

Tabla B.16. Valores de velocidad de viento (m/s)

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHULU	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	1	3	2	2	3	3	6	4	3	6	6
1972	2	3	2	3	2	3	6	3	3	5	5
1972	3	2	1	3	1	4	2	3	3	4	4
1972	4	3	2	3	2	4	1	3	3	5	5
1972	5	3	2	3	2	5	3	4	3	6	5
1972	6	5	3	3	2	6	2	3	1	6	4
1972	7	6	4	3	2	8	3	3	2	6	6
1972	8	5	3	4	2	8	3	3	2	6	5
1972	9	5	4	3	2	5	3	4	2	7	5
1972	10	3	2	3	3	5	4	4	3	7	5
1972	11	3	2	4	3	4	3	4	3	7	5
1972	12	4	3	3	3	4	3	4	2	7	5
1973	1	4	4	2	1	3	2	3	2	1	6
1973	2	6	4	2	1	3	2	3	1	2	5

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHULU	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1973	3	6	3	3	3	2	1	4	4	1	4
1973	4	8	4	3	3	2	2	4	5	3	4
1973	5	7	3	3	6	4	2	4	4	4	7
1973	6	7	4	3	4	4	2	4	3	4	7
1973	7	12	4	3	5	2	5	4	4	3	7
1973	8	10	4	3	5	3	3	4	3	5	6
1973	9	8	4	3	6	4	3	5	2	8	6
1973	10	5	5	3	6	5	3	4	2	8	7
1973	11	6	4	3	5	4	3	4	2	8	8
1973	12	6	4	3	5	4	3	5	2	6	4
1974	1	6	4	3	6	2	3	4	1	6	8
1974	2	5	4	3	4	2	2	3	3	5	5
1974	3	4	5	3	5	4	2	3	3	5	6
1974	4	10	5	3	6	4	3	4	2	6	6
1974	5	8	4	3	5	3	3	4	2	6	6
1974	6	6	4	3	5	3	2	4	2	6	6
1974	7	11	6	3	5	8	3	4	2	6	8
1974	8	13	7	3	5	9	3	4	2	7	5
1974	9	9	5	3	6	3	4	4	2	7	6
1974	10	8	4	3	4	5	3	4	2	8	6
1974	11	9	5	4	6	5	3	4	2	6	6
1974	12	7	5	4	5	4	3	4	2	7	6
1975	1	5	4	5	6	3	3	4	3	8	8
1975	2	7	4	5	4	2	3	4	3	7	7
1975	3	8	3	3	3	3	2	4	2	6	5
1975	4	8	3	4	4	3	3	4	2	8	7
1975	5	7	3	4	5	5	3	4	2	9	6
1975	6	11	4	4	5	5	3	4	2	7	6
1975	7	9	4	4	4	4	2	4	3	6	6
1975	8	9	4	4	5	6	3	5	2	7	6
1975	9	7	4	4	5	6	4	5	2	6	7
1975	10	7	4	5	5	4	4	4	3	9	8
1975	11	7	3	5	5	4	3	4	3	8	9
1975	12	12	3	5	5	4	3	3	4	4	7
1976	1	7	4	3	5	2	2	4	3	4	8
1976	2	6	2	3	3	3	2	3	4	2	7
1976	3	7	3	3	4	5	2	3	3	3	7
1976	4	8	3	3	2	5	2	4	2	4	7
1976	5	9	4	3	3	6	2	4	2	4	8
1976	6	12	4	3	3	6	3	3	3	4	8
1976	7	16	6	3	4	11	3	3	3	4	9
1976	8	11	5	3	4	6	3	4	3	5	8
1976	9	13	5	4	4	8	3	3	4	5	8
1976	10	5	3	4	4	4	3	4	3	6	9
1976	11	8	4	4	5	6	3	4	4	6	9
1976	12	8	4	4	4	4	3	4	4	4	9

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHULU	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1977	1	6	5	4	4	3	2	4	3	3	8
1977	2	6	4	4	4	5	2	3	3	2	8
1977	3	7	7	4	3	5	2	3	4	2	8
1977	4	10	3	4	4	4	2	3	4	2	8
1977	5	7	4	4	5	5	2	3	4	2	9
1977	6	10	5	4	4	6	2	3	5	2	9
1977	7	11	5	4	3	8	2	4	4	2	8
1977	8	11	6	4	4	6	3	4	3	3	9
1977	9	12	6	5	4	8	4	4	5	3	11
1977	10	8	4	5	4	5	4	4	5	3	10
1977	11	7	4	5	4	4	4	4	5	3	11
1977	12	10	4	5	5	5	3	4	5	3	10
1978	1	7	5	4	6	6	3	4	5	5	8
1978	2	9	4	4	4	4	3	4	4	5	8
1978	3	7	4	3	5	5	2	4	4	4	5
1978	4	6	3	3	5	5	2	4	3	3	8
1978	5	10	4	3	4	5	3	4	3	8	9
1978	6	9	5	3	4	6	2	3	3	9	8
1978	7	9	5	4	4	6	2	4	3	7	7
1978	8	14	4	4	5	13	2	4	4	6	5
1978	9	9	5	4	6	4	3	4	4	8	8
1978	10	7	5	4	5	6	3	4	4	8	10
1978	11	6	4	4	6	6	3	4	4	7	10
1978	12	5	3	4	6	4	3	5	5	7	10
1979	1	7	4	4	6	3	3	4	5	6	10
1979	2	7	4	3	4	3	3	4	6	6	10
1979	3	7	3	3	4	3	2	4	3	5	8
1979	4	11	4	3	6	5	2	4	3	8	7
1979	5	8	4	3	5	8	3	4	4	7	6
1979	6	9	4	3	5	7	3	4	4	7	6
1979	7	10	7	3	4	8	2	3	4	6	9
1979	8	11	6	3	4	8	3	3	5	6	9
1979	9	8	2	3	5	2	3	4	5	6	9
1979	10	8	6	4	5	4	3	4	4	6	10
1979	11	9	5	4	5	6	3	4	5	8	10
1979	12	8	6	4	5	5	4	4	4	7	10
1980	1	8	4	5	6	4	3	4	5	5	10
1980	2	4	5	5	5	2	3	4	6	5	6
1980	3	9	4	5	4	5	3	3	4	4	8
1980	4	7	4	5	3	6	2	3	4	4	6
1980	5	6	4	4	5	5	3	4	3	7	6
1980	6	13	6	4	4	6	2	3	5	7	8
1980	7	11	6	5	5	9	3	3	4	7	6
1980	8	11	5	4	4	10	3	4	4	3	7
1980	9	11	6	5	4	7	5	4	5	9	9
1980	10	8	4	5	5	4	4	4	5	9	7

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHULU	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1980	11	5	4	5	6	4	6	4	5	8	9
1980	12	6	3	5	5	3	4	4	4	10	10
1981	1	6	3	3	5	4	4	5	3	7	9
1981	2	5	4	3	5	2	4	4	3	6	7
1981	3	6	4	3	3	3	4	4	4	5	5
1981	4	6	3	2	4	3	4	4	4	4	6
1981	5	7	3	2	4	4	4	3	2	7	7
1981	6	8	3	2	5	5	4	3	3	7	8
1981	7	12	6	3	5	9	3	3	4	8	7
1981	8	9	5	3	4	8	3	3	4	7	7
1981	9	12	4	3	4	6	4	4	4	9	9
1981	10	5	4	4	5	5	3	4	4	8	10
1981	11	4	3	5	5	4	4	4	5	9	9
1981	12	5	3	6	5	4	4	4	6	9	10
1982	1	6	3	6	5	3	5	5	6	7	8
1982	2	6	4	5	4	4	5	4	4	7	8
1982	3	6	4	5	4	3	4	4	5	6	8
1982	4	8	4	5	6	3	4	4	4	7	8
1982	5	6	4	5	4	3	4	4	3	7	8
1982	6	9	5	5	3	6	3	3	4	6	8
1982	7	11	6	5	5	7	5	3	4	7	8
1982	8	13	6	8	3	9	5	3	4	7	8
1982	9	9	5	6	5	4	3	4	5	8	8
1982	10	7	4	6	5	5	3	4	4	8	9
1982	11	7	4	6	4	3	5	4	4	7	9
1982	12	5	3	4	4	4	4	4	3	7	6
1984	1	5	3	4	4	4	5	3	4	8	9
1984	2	6	3	6	3	2	5	3	3	6	4
1984	3	6	3	5	3	2	4	3	2	5	5
1984	4	4	3	5	4	2	4	3	2	6	8
1984	5	6	3	4	4	4	3	3	3	7	6
1984	6	7	4	5	4	4	3	4	3	7	8
1984	7	7	4	5	2	10	2	3	3	7	8
1984	8	10	5	6	3	8	3	3	4	6	9
1984	9	9	4	6	3	4	5	3	3	8	8
1984	10	5	4	6	4	3	3	3	4	9	6
1984	11	5	2	5	4	4	4	4	3	9	9
1984	12	5	4	6	4	4	4	3	4	8	9
1985	1	6	4	4	4	3	6	4	4	6	8
1985	2	7	4	5	5	3	5	4	4	6	8
1985	3	9	4	4	3	3	4	3	3	4	8
1985	4	7	4	5	5	3	4	4	3	6	8
1985	5	7	4	3	4	5	4	4	3	8	8
1985	6	13	6	5	5	9	4	3	2	9	8
1985	7	12	5	4	4	7	4	3	3	9	8
1985	8	10	5	5	4	7	4	4	3	5	8

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHULU	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1985	9	8	5	5	4	5	4	4	6	9	9
1985	10	7	4	5	4	5	5	4	4	8	9
1985	11	7	4	5	5	4	5	4	4	8	7
1985	12	7	4	5	5	4	5	4	4	9	10
1986	1	6	4	5	4	5	4	4	3	6	8
1986	2	6	5	5	4	3	6	5	4	4	8
1986	3	6	5	4	4	4	4	3	3	4	8
1986	4	6	3	4	4	5	4	3	3	5	7
1986	5	6	4	4	2	5	4	4	3	7	7
1986	6	11	5	4	4	8	4	4	3	9	8
1986	7	14	6	4	4	13	3	4	3	9	7
1986	8	11	5	4	3	8	3	4	7	5	7
1986	9	10	6	5	4	11	4	4	4	9	10
1986	10	8	3	5	5	4	3	4	4	8	7
1986	11	12	4	5	4	5	4	4	3	8	7
1986	12	6	3	5	5	5	5	4	4	7	8
1987	1	6	4	5	4	3	4	4	3	6	7
1987	2	8	4	3	2	3	5	4	4	4	6
1987	3	8	4	4	4	3	4	3	3	4	6
1987	4	6	3	3	2	3	3	4	2	4	8
1987	5	9	3	4	3	6	3	3	2	6	5
1987	6	11	5	3	2	8	3	3	2	4	10
1987	7	8	5	4	3	6	2	4	2	5	7
1987	8	12	6	5	3	9	5	4	3	5	7
1987	9	6	4	5	3	6	3	4	3	7	10
1987	10	5	4	4	4	4	3	4	3	8	9
1987	11	6	4	5	4	3	5	3	3	8	9
1987	12	6	4	5	4	3	5	4	3	6	9
1988	1	5	3	5	4	3	5	4	3	7	7
1988	2	5	3	6	3	2	4	4	3	5	6
1988	3	8	4	5	3	5	5	3	5	5	6
1988	4	4	3	4	5	3	4	3	3	6	8
1988	5	6	3	5	3	4	4	3	2	7	8
1988	6	8	3	5	4	6	3	4	2	8	7
1988	7	11	5	3	4	7	3	3	3	7	7
1988	8	8	6	4	3	6	3	4	6	7	4
1988	9	8	6	5	4	4	5	4	3	7	8
1988	10	6	4	5	4	3	5	4	5	6	8
1988	11	5	3	5	4	3	5	4	4	8	8
1988	12	5	4	5	4	4	6	4	3	11	6
1989	1	6	3	5	4	3	5	4	3	6	7
1989	2	5	3	5	2	4	4	4	2	7	7
1989	3	5	4	4	3	3	4	4	2	3	6
1989	4	6	2	4	3	5	4	4	3	4	9
1989	5	8	4	4	3	5	5	4	2	6	7
1989	6	7	4	4	2	6	4	3	2	5	7

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHULU	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1989	7	11	6	4	2	11	4	3	2	5	7
1989	8	9	4	4	3	5	4	4	2	5	8
1989	9	9	4	4	3	5	3	4	2	7	9
1989	10	7	5	5	3	4	4	4	2	6	8
1989	11	8	4	5	4	3	5	4	3	6	9
1989	12	7	3	5	5	4	5	4	3	6	10
1990	1	8	3	6	4	4	5	4	3	5	8
1990	2	5	2	4	3	4	4	4	2	5	8
1990	3	6	5	4	4	5	4	4	3	5	8
1990	4	5	3	4	4	4	4	4	3	4	7
1990	5	9	4	4	3	6	4	4	2	5	8
1990	6	10	4	4	3	7	6	4	2	8	6
1990	7	9	6	4	3	7	5	3	2	6	8
1990	8	7	5	3	3	8	5	4	3	6	7
1990	9	8	5	5	4	6	4	4	3	5	10
1990	10	5	3	5	4	4	5	4	3	6	11
1990	11	5	4	5	4	4	4	4	3	5	8
1990	12	8	5	5	4	4	6	4	3	7	8
1991	1	7	4	6	4	4	6	4	3	8	7
1991	2	7	5	6	4	4	5	4	3	6	8
1991	3	5	4	5	4	3	4	4	2	4	7
1991	4	6	3	3	2	4	4	4	1	4	8
1991	5	7	3	4	3	5	4	4	3	5	7
1991	6	8	4	4	3	6	5	4	3	6	7
1991	7	9	4	3	3	6	5	3	3	6	9
1991	8	13	8	5	4	7	4	4	2	5	9
1991	9	7	5	6	5	6	5	4	3	6	9
1991	10	5	4	5	4	5	4	4	2	4	8
1991	11	5	5	6	5	4	4	4	3	5	9
1991	12	4	4	6	5	3	4	4	3	5	10
1992	1	4	4	5	4	4	6	4	3	5	9
1992	2	4	4	6	4	4	6	4	3	5	6
1992	3	4	3	5	4	4	4	4	2	3	7
1992	4	5	6	4	3	4	3	4	2	4	6
1992	5	4	3	4	3	4	4	4	2	4	7
1992	6	7	6	4	3	7	5	4	2	6	7
1992	7	7	6	5	4	8	5	4	2	6	10
1992	8	7	6	3	3	8	3	4	3	5	9
1992	9	5	5	5	4	5	3	4	3	6	7
1992	10	6	5	5	4	7	5	4	3	6	7
1992	11	5	5	5	4	4	5	4	3	7	10
1992	12	4	3	3	3	4	5	4	4	8	8

Fuente: Elaboración propia

Con los datos completos de velocidad de viento de las 10 estaciones, se utilizó el programa hydroacces y el método kriging, para determinar la velocidad de viento en el área de estudio.

Los resultados se muestran en la Tabla B.17.

Tabla B.17. Valores de velocidad de viento (m/s) obtenidos por Hydroacces

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	3.4	3.2	3.3	3.4	3.9	4.1	5.7	5.3	4.4	3.7	3.5	3.3
1973	3.3	3.6	3.8	4.6	4.8	4.7	5.4	4.9	4.4	4.2	4.1	3.8
1974	3.0	3.2	3.9	5.0	4.1	3.6	7.2	7.9	4.3	5.0	5.1	4.3
1975	3.6	3.8	4.1	4.1	4.5	5.6	5.1	5.5	5.1	4.6	4.6	6.1
1976	3.9	4.3	5.1	5.2	5.9	7.0	10.2	6.7	8.3	4.3	6.2	5.4
1977	4.2	5.0	5.8	5.8	5.5	7.2	7.9	6.9	8.7	6.2	5.6	6.6
1978	6.1	5.6	5.2	4.9	6.0	6.2	6.1	10.2	5.5	6.0	5.7	4.8
1979	5.0	5.5	4.3	6.0	6.8	6.6	7.8	8.3	4.7	5.6	6.8	6.0
1980	5.6	3.9	6.0	5.8	4.7	7.9	8.0	8.6	7.8	5.4	4.7	4.3
1981	4.5	3.3	4.3	4.3	4.4	5.3	8.4	7.2	7.2	5.0	4.5	5.1
1982	4.8	4.8	4.7	4.7	4.0	6.5	7.3	8.7	5.8	5.4	4.6	4.0
1984	4.5	3.3	3.1	2.8	4.3	4.7	7.3	7.6	5.2	3.9	4.1	4.6
1985	4.4	4.5	4.9	4.2	5.2	8.0	7.3	6.8	6.4	5.5	4.8	5.1
1986	4.9	4.4	4.7	4.8	5.0	7.5	10.3	8.7	8.9	5.0	6.3	5.0
1987	4.0	4.9	4.5	3.9	5.5	7.5	5.6	8.2	5.5	4.3	4.1	4.1
1988	3.6	3.2	5.9	3.5	4.2	5.3	7.0	6.6	5.1	4.7	4.0	4.0
1989	3.9	3.9	3.5	4.9	5.1	5.3	8.6	5.4	5.5	4.6	4.6	4.7
1990	4.8	4.0	4.8	4.2	6.0	6.4	6.4	6.3	6.0	4.2	4.1	5.1
1991	4.5	4.6	3.5	4.1	4.9	5.7	6.2	7.7	5.6	4.3	4.2	3.5
1992	4.1	3.6	3.4	4.0	3.5	5.8	6.4	6.6	4.5	5.6	4.3	4.1

Fuente: Elaboración propia

Relleno de datos de Precipitación (m.m)

1. Se efectuó la correlación entre las estaciones Ayabaca y Arenales obteniendo un coeficiente de correlación de 0.91, que nos indica una correlación muy buena.

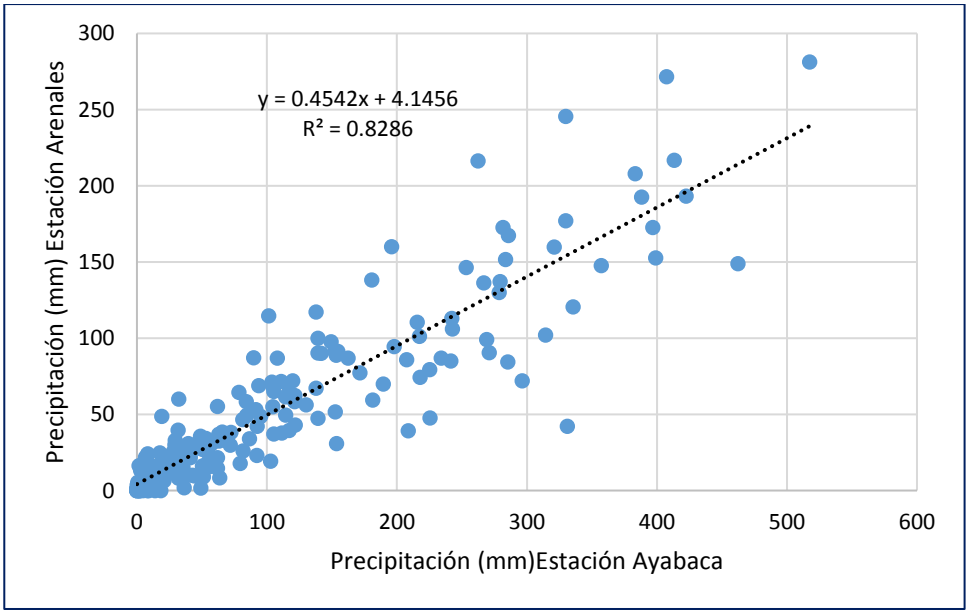


Figura B.7. Línea de tendencia Ayabaca - Arenales
Fuente: Elaboración propia

2. Se efectuó la correlación entre las estaciones Chilaco y Chulucanas obteniendo un coeficiente de correlación de 0.90, que nos indica una correlación muy buena.

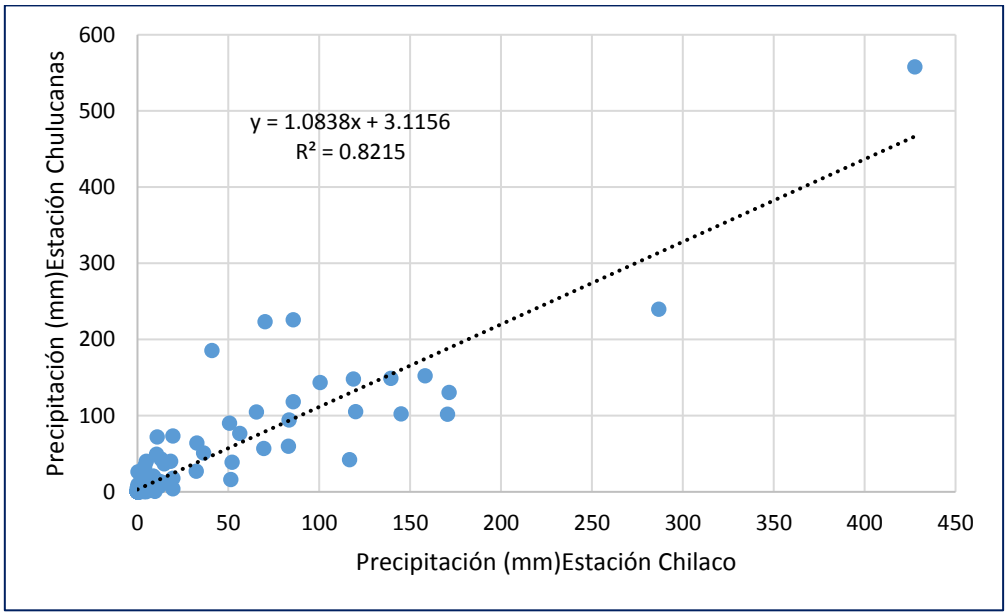


Figura B.8. Línea de tendencia Chilaco-Chulucanas
Fuente: Elaboración propia

Para las demás estaciones se empleó el método del promedio aritmético
Los resultados obtenidos para las diferentes estaciones se muestran en la Tabla B.18.

Tabla B.18. Valores de precipitación (mm)

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHULU	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	1	72.6	150.7	0.0	4.1	75.1	0.0	1.5	1.0	0.0	31.9
1972	2	66.6	137.6	32.7	63.8	105.0	0.2	0.0	0.0	0.0	35.7
1972	3	196.8	424.1	427.7	557.6	512.0	151.5	167.3	275.4	0.0	176.3
1972	4	92.0	193.5	19.4	3.7	213.5	18.0	8.6	4.0	0.0	29.2
1972	5	71.6	148.6	1.7	2.3	86.7	1.6	0.6	11.4	0.0	8.9
1972	6	26.4	49.0	1.5	2.3	46.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
1972	7	9.0	10.7	0.0	0.0	3.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.9
1972	8	18.1	30.8	0.0	1.0	9.5	0.0	0.0	1.2	0.0	2.0
1972	9	9.2	11.1	0.6	0.0	12.5	0.4	0.8	0.0	0.0	6.2
1972	10	14.0	21.7	0.0	0.0	0.6	0.0	0.1	0.0	0.0	0.4
1972	11	33.5	64.7	0.3	5.5	45.9	0.0	0.0	2.0	0.0	19.1
1972	12	91.4	152.4	8.5	20.5	67.7	7.6	2.5	12.0	1.8	34.6
1973	1	91.4	154.5	118.8	148.0	101.7	50.3	59.2	110.4	41.3	19.5
1973	2	216.4	262.4	41.0	185.5	296.9	17.3	38.6	191.5	8.4	64.7
1973	3	159.8	321.1	85.7	118.0	256.7	29.8	23.1	188.6	4.1	67.8
1973	4	245.6	329.9	13.7	12.1	226.4	5.7	11.7	63.9	3.0	57.6
1973	5	62.3	121.6	0.9	0.5	60.3	0.0	0.4	2.6	0.0	12.7
1973	6	15.6	55.2	0.1	0.7	18.1	0.0	0.4	0.6	0.2	5.4
1973	7	5.5	11.4	0.0	0.0	17.5	0.0	0.0	0.7	0.0	1.5
1973	8	9.5	15.6	0.4	1.0	10.5	0.0	0.2	1.1	0.2	8.3
1973	9	25.4	54.2	0.2	2.9	19.7	0.7	0.4	1.6	0.3	19.3
1973	10	5.5	15.6	0.7	0.7	13.4	0.2	0.6	0.8	1.0	5.8

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHULU	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1973	11	15.9	20.2	0.3	2.3	33.7	0.3	4.3	1.4	1.3	8.0
1973	12	71.2	103.8	0.6	2.6	64.9	1.0	1.2	6.6	2.2	40.2
1974	1	37.1	105.4	12.2	13.6	50.3	2.3	2.4	14.0	1.0	24.9
1974	2	172.7	281.6	4.1	25.4	228.7	7.6	1.7	21.8	1.0	58.0
1974	3	87.0	162.5	0.5	7.7	90.7	0.9	1.4	10.9	2.0	19.4
1974	4	43.0	121.8	4.8	0.2	52.8	0.6	3.0	0.2	0.4	32.7
1974	5	1.7	49.3	0.3	0.0	8.9	0.3	0.3	0.0	0.0	1.7
1974	6	17.9	79.5	0.1	0.6	20.0	0.4	0.5	2.7	1.1	9.8
1974	7	18.0	8.7	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.1	0.0	5.4
1974	8	9.6	21.5	0.0	0.0	19.5	0.0	0.0	0.1	0.0	20.3
1974	9	13.9	31.2	1.5	0.7	22.2	1.4	0.4	0.2	0.3	4.2
1974	10	32.8	68.4	0.7	1.2	13.7	2.7	0.0	0.7	0.3	20.5
1974	11	39.7	31.6	0.6	0.9	52.8	0.8	2.4	1.1	0.8	20.2
1974	12	23.4	26.5	0.1	0.0	44.6	0.0	0.1	1.3	0.0	4.8
1975	1	49.4	84.3	2.2	5.4	71.2	2.7	0.3	6.6	0.3	22.6
1975	2	207.9	383.2	10.8	72.1	258.4	4.3	11.0	83.7	7.5	106.4
1975	3	148.9	462.3	145.1	102.0	344.2	32.1	21.4	223.9	15.8	99.9
1975	4	85.8	207.4	2.5	15.0	210.8	0.9	0.4	62.0	0.0	59.3
1975	5	39.3	208.8	2.9	1.4	74.5	0.1	0.0	2.6	0.0	42.2
1975	6	38.5	65.6	2.1	3.3	29.4	0.5	3.5	3.4	1.7	25.1
1975	7	14.9	35.1	0.0	0.0	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
1975	8	55.3	62.1	1.9	3.9	45.0	3.5	1.1	7.8	1.0	15.6
1975	9	3.6	5.7	0.0	0.0	6.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5
1975	10	87.0	108.1	2.7	2.0	90.3	0.4	3.5	4.8	2.8	26.6
1975	11	16.3	16.3	0.5	0.9	21.5	0.6	0.0	0.0	0.0	9.0
1975	12	5.5	12.8	0.0	0.0	16.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
1976	1	136.3	266.8	56.3	76.5	326.9	24.6	23.3	75.3	62.9	72.0
1976	2	120.6	335.5	83.4	94.3	356.6	99.7	37.9	74.1	20.8	38.7
1976	3	192.7	388.2	116.6	42.3	240.7	3.1	1.1	86.5	0.8	78.0
1976	4	85.1	241.6	10.5	49.2	131.1	4.9	0.0	46.5	0.0	54.3
1976	5	37.0	63.1	32.3	26.9	54.2	6.7	8.2	25.6	12.3	23.2
1976	6	3.8	4.4	0.0	0.9	14.4	0.0	0.0	1.1	0.0	3.6
1976	7	1.6	0.2	0.0	1.0	2.5	0.0	0.0	0.4	0.0	1.0
1976	8	13.1	2.8	0.0	0.3	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
1976	9	18.0	7.6	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
1976	10	16.3	1.6	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
1976	11	8.9	10.9	0.0	0.0	12.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
1976	12	42.1	92.5	0.6	0.0	60.2	0.0	0.0	1.3	0.0	9.8
1977	1	90.6	271.0	2.7	12.0	149.5	1.0	1.2	15.0	0.0	55.5
1977	2	151.7	283.6	158.3	152.3	205.5	43.5	31.3	170.7	33.5	91.6
1977	3	160.0	195.9	100.4	143.2	261.0	9.8	22.0	195.7	17.5	71.3
1977	4	112.9	242.3	14.7	36.5	228.7	5.0	3.7	17.7	3.0	62.3
1977	5	8.9	36.7	0.0	0.4	24.0	1.1	0.0	0.3	0.0	13.1
1977	6	8.3	63.8	2.4	0.4	18.2	0.2	0.0	2.2	0.0	20.6
1977	7	1.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHULU	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1977	8	1.9	1.7	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1977	9	14.5	29.4	1.6	2.1	21.2	0.8	2.6	0.0	3.5	10.4
1977	10	6.4	20.9	0.3	0.4	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9
1977	11	8.3	15.3	0.0	0.0	36.5	0.0	0.0	0.4	0.0	2.7
1977	12	18.5	21.8	0.0	0.8	115.8	0.0	0.0	0.1	0.0	15.2
1978	1	22.4	31.5	0.2	2.6	38.4	0.0	0.0	0.3	0.0	7.7
1978	2	58.3	121.4	3.8	18.4	132.1	0.2	0.1	52.5	0.0	38.5
1978	3	114.7	101.4	69.5	56.6	210.9	41.1	38.6	55.4	33.1	85.6
1978	4	63.8	116.6	0.1	1.4	151.8	0.4	0.5	3.8	0.0	14.8
1978	5	87.2	89.8	0.6	1.7	84.7	1.2	0.0	9.4	0.0	17.2
1978	6	2.5	1.6	0.2	0.0	5.1	1.5	1.2	0.0	0.6	0.0
1978	7	5.2	15.3	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1978	8	2.2	0.8	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
1978	9	11.2	9.1	0.7	0.2	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
1978	10	16.2	8.3	0.0	0.4	8.8	0.0	0.0	0.0	1.0	1.1
1978	11	2.2	7.9	0.3	0.0	14.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1978	12	11.8	15.8	0.0	0.4	20.2	0.0	0.0	1.4	0.0	2.0
1979	1	90.1	141.7	7.0	5.7	170.7	2.4	1.7	6.6	0.6	24.1
1979	2	79.4	225.2	0.3	6.3	62.3	0.2	0.0	3.7	0.0	34.7
1979	3	193.3	422.5	4.9	39.8	415.1	5.2	1.0	85.9	1.0	83.1
1979	4	74.3	217.8	12.0	7.4	86.9	1.5	3.0	16.5	0.8	56.9
1979	5	29.7	71.9	0.8	2.4	18.4	0.6	8.7	1.6	5.0	28.5
1979	6	1.7	4.9	0.2	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979	7	1.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979	8	9.7	44.2	0.0	0.0	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5
1979	9	25.4	28.0	0.5	1.1	11.7	1.0	0.3	0.3	0.0	21.9
1979	10	5.5	0.8	0.0	0.0	0.4	0.0	0.3	0.0	0.0	1.0
1979	11	3.6	0.3	0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979	12	4.9	4.6	0.0	0.0	9.9	0.2	0.0	0.0	0.0	4.3
1980	1	38.2	72.3	0.4	0.1	38.7	0.0	0.2	0.0	0.0	27.3
1980	2	53.2	91.6	1.7	12.6	139.0	0.0	2.5	18.5	1.9	10.5
1980	3	71.5	110.9	19.4	73.4	116.9	17.2	13.7	91.6	8.2	25.1
1980	4	110.4	215.6	52.0	38.9	129.1	29.0	35.2	17.7	27.5	39.5
1980	5	23.1	92.2	0.1	0.3	17.9	0.0	0.3	0.4	0.0	3.6
1980	6	0.9	0.7	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	7	1.2	2.5	0.2	0.8	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0
1980	8	0.8	4.2	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	9	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	10	34.0	86.7	3.8	1.8	62.2	0.0	0.4	2.8	0.0	21.3
1980	11	68.9	93.8	2.3	9.5	33.3	0.0	5.6	13.5	8.5	23.9
1980	12	46.6	81.4	0.2	9.4	69.5	0.0	2.9	2.5	2.0	10.9
1981	1	21.6	62.0	0.0	1.1	75.8	0.0	0.3	1.9	0.0	18.6
1981	2	99.1	269.1	3.8	16.8	188.7	4.1	1.8	11.3	0.6	78.7
1981	3	177.1	330.0	70.2	223.3	348.3	19.9	25.7	577.2	23.6	116.6
1981	4	97.7	149.5	9.0	20.0	101.3	0.9	0.1	21.3	0.0	77.5

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHULU	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1981	5	16.1	50.5	0.0	0.6	9.5	1.0	0.0	0.0	0.0	17.4
1981	6	10.8	21.9	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6
1981	7	0.0	8.1	0.2	1.2	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	3.7
1981	8	12.7	12.0	0.0	0.7	13.9	0.0	0.6	0.9	0.0	1.2
1981	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981	10	60.0	32.3	1.3	2.9	47.4	0.0	2.2	3.7	2.8	22.1
1981	11	15.5	35.3	0.0	0.6	6.5	0.0	0.0	0.1	0.0	9.9
1981	12	49.6	114.5	0.4	1.5	40.8	0.0	1.5	1.6	5.9	19.6
1982	1	56.3	130.3	0.0	0.0	87.0	0.0	0.0	7.9	0.0	9.8
1982	2	88.9	153.3	0.6	0.8	136.3	0.6	0.0	3.1	0.0	21.8
1982	3	21.7	41.1	0.0	0.0	48.9	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
1982	4	117.1	137.8	10.1	5.8	155.6	1.1	3.9	13.9	2.6	56.6
1982	5	65.1	105.3	2.1	0.5	37.4	1.6	1.3	0.1	0.0	10.2
1982	6	4.5	5.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982	7	1.1	5.3	0.0	0.8	2.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
1982	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982	9	14.0	10.6	2.0	1.5	7.8	1.1	0.1	0.0	1.6	9.4
1982	10	90.4	139.4	3.3	1.2	55.0	2.6	1.7	0.2	0.0	41.4
1982	11	72.0	119.8	3.6	3.3	81.2	2.3	6.7	0.4	6.5	57.7
1982	12	216.8	413.3	65.4	104.9	576.4	22.7	10.4	110.2	10.8	71.0
1984	1	100.0	139.3	0.3	26.1	105.6	1.5	0.4	26.9	0.0	9.3
1984	2	281.3	517.4	120.0	105.0	475.3	61.3	29.7	206.4	15.1	127.7
1984	3	172.6	396.8	50.6	89.9	232.0	11.4	8.0	108.7	5.5	106.4
1984	4	72.0	296.4	9.6	0.3	121.9	12.7	0.3	6.9	1.2	37.9
1984	5	19.2	102.9	2.7	1.5	51.3	0.0	2.8	2.5	1.8	19.4
1984	6	17.6	53.9	0.1	0.1	16.7	0.2	0.0	0.6	0.0	19.2
1984	7	26.9	36.6	1.1	0.0	13.4	0.7	1.1	1.4	0.0	5.7
1984	8	5.4	8.1	0.9	1.5	1.7	3.2	0.0	0.2	0.0	0.4
1984	9	33.0	29.6	0.4	0.9	27.5	0.9	0.0	1.3	0.0	2.4
1984	10	61.6	114.4	0.4	3.1	66.6	0.3	0.8	2.5	0.3	31.3
1984	11	27.0	50.5	0.1	0.0	30.0	0.6	0.0	0.6	0.0	5.5
1984	12	14.6	62.0	1.1	0.3	45.1	0.0	0.1	2.3	0.0	12.9
1985	1	55.1	104.7	1.6	7.2	140.1	0.3	2.8	21.8	0.0	20.9
1985	2	32.5	63.3	12.9	42.9	97.6	0.0	3.0	28.4	0.0	18.2
1985	3	39.4	117.2	83.0	59.7	173.4	5.1	16.0	88.4	10.5	23.2
1985	4	8.9	51.2	0.0	0.0	39.3	0.2	0.0	0.1	0.0	8.2
1985	5	48.7	95.3	6.8	3.9	44.4	3.2	2.0	8.7	3.3	34.6
1985	6	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1985	7	0.8	0.0	0.6	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985	8	9.7	16.4	1.6	0.2	7.1	1.3	0.3	1.9	0.0	0.0
1985	9	3.3	3.8	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985	10	29.9	29.2	0.6	0.4	12.1	0.7	1.3	0.0	0.6	6.8
1985	11	1.9	11.3	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
1985	12	68.4	104.6	0.9	2.4	80.7	1.8	1.1	2.5	0.0	25.4
1986	1	101.2	217.3	5.5	16.4	122.3	2.3	1.5	20.4	0.0	46.8

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHULU	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1986	2	138.3	180.7	9.3	8.7	179.5	7.7	7.1	17.8	1.8	38.6
1986	3	30.5	57.0	0.0	5.2	92.6	38.6	33.7	156.3	16.3	15.0
1986	4	137.2	279.4	19.4	17.8	242.4	12.6	7.0	34.0	6.6	88.0
1986	5	35.0	62.8	1.4	1.3	13.0	2.0	0.8	0.0	0.0	22.6
1986	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1986	7	0.6	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1986	8	11.4	19.7	0.2	0.0	14.3	0.1	0.0	0.0	0.0	1.5
1986	9	7.1	10.3	0.0	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
1986	10	12.4	28.9	0.3	3.5	17.9	0.0	0.0	4.4	0.0	15.7
1986	11	34.3	52.2	1.1	4.6	42.3	0.8	8.4	0.0	5.6	24.8
1986	12	77.2	171.5	2.8	1.4	88.9	0.1	0.0	8.7	0.0	23.9
1987	1	146.4	253.3	36.3	50.9	152.5	9.6	22.8	70.5	15.7	74.3
1987	2	59.4	181.4	171.4	130.5	77.1	184.0	78.1	86.9	42.3	21.5
1987	3	86.9	234.2	286.7	239.4	319.3	92.2	98.6	396.7	30.5	74.3
1987	4	106.0	242.7	170.5	101.8	155.6	33.4	16.4	121.8	4.8	85.0
1987	5	34.3	53.2	0.0	0.0	14.6	0.0	0.0	1.0	0.0	10.7
1987	6	0.3	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1987	7	29.5	29.9	0.2	0.0	30.3	0.3	0.4	0.8	0.0	7.9
1987	8	24.1	8.2	0.1	3.2	1.9	0.0	0.0	0.7	0.0	2.2
1987	9	0.0	9.1	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1987	10	8.1	32.0	0.0	0.8	35.9	0.9	6.7	3.4	7.9	14.1
1987	11	35.6	49.0	1.4	0.0	12.9	0.7	0.4	0.0	0.6	15.0
1987	12	6.8	18.4	0.0	0.0	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8
1988	1	130.1	278.6	10.1	9.6	170.8	9.6	7.2	20.4	7.7	41.0
1988	2	84.5	285.2	10.0	7.4	186.4	2.4	0.3	14.6	0.0	67.1
1988	3	30.8	39.5	0.3	0.0	25.3	1.4	0.0	0.3	0.0	3.0
1988	4	94.5	198.0	51.4	16.1	85.1	20.2	5.9	13.4	8.7	69.3
1988	5	47.5	139.4	1.9	3.4	41.1	0.1	0.0	0.0	0.0	27.8
1988	6	2.1	5.6	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
1988	7	0.0	1.8	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988	8	0.0	4.7	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988	9	21.9	6.6	1.0	0.0	6.4	1.8	0.0	0.0	0.0	2.9
1988	10	13.5	28.4	0.0	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0
1988	11	26.0	81.8	0.8	0.0	66.0	1.7	0.2	2.8	0.6	23.2
1988	12	23.7	40.7	0.2	0.0	62.4	0.0	0.9	0.6	0.0	8.7
1989	1	152.7	399.0	18.2	40.1	195.9	9.5	8.3	108.2	14.5	128.5
1989	2	167.4	285.8	85.7	225.6	269.5	63.3	42.0	155.0	41.1	78.8
1989	3	147.7	357.1	139.4	148.9	562.6	38.6	9.1	114.2	10.1	63.7
1989	4	42.2	331.1	0.0	3.1	118.2	21.4	12.0	37.7	1.7	41.8
1989	5	1.8	36.3	0.0	0.5	18.3	0.0	0.4	0.0	2.1	4.3
1989	6	24.8	17.8	3.7	0.0	10.4	0.7	1.1	0.0	1.0	12.0
1989	7	2.8	1.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1989	8	0.0	13.9	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.5	0.9
1989	9	10.3	49.5	0.4	0.0	11.7	0.4	0.0	0.0	0.0	1.0
1989	10	51.7	152.7	0.0	2.1	45.0	4.3	0.6	1.7	0.4	51.1

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHULU	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1989	11	1.0	1.5	0.0	0.1	1.1	0.0	0.0	0.4	0.0	0.1
1989	12	2.8	3.7	0.0	0.0	18.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	1	29.0	44.4	0.0	1.4	36.3	0.1	0.0	0.0	0.0	17.1
1990	2	67.2	137.8	1.7	3.8	145.3	0.9	0.5	8.5	0.3	31.3
1990	3	70.0	189.6	4.0	33.4	107.1	1.4	3.7	11.5	4.1	50.6
1990	4	102.1	314.3	3.4	2.3	158.4	1.1	0.0	0.0	0.0	65.5
1990	5	30.8	153.5	0.5	0.2	20.8	1.2	1.9	5.6	4.0	49.2
1990	6	13.6	30.1	0.0	3.1	8.1	0.1	0.0	0.2	0.0	11.2
1990	7	0.0	18.5	0.0	3.1	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	8	4.2	0.0	0.0	3.1	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	9	0.0	2.2	0.0	3.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	10	48.7	19.1	7.6	11.4	87.5	1.3	0.4	0.0	1.7	19.0
1990	11	64.4	78.4	9.5	13.4	90.2	2.1	0.9	0.0	0.0	10.9
1990	12	58.3	84.2	7.9	11.7	50.6	4.3	2.7	0.0	4.0	26.1
1991	1	10.0	42.9	0.2	3.3	25.7	3.3	0.2	0.0	0.5	1.0
1991	2	47.6	225.6	32.6	38.4	125.8	5.9	0.8	17.0	4.3	51.9
1991	3	271.6	407.4	45.3	52.2	277.1	26.9	1.6	45.6	4.0	76.4
1991	4	37.8	111.4	0.0	3.1	66.9	0.2	0.0	7.8	0.0	28.1
1991	5	21.9	39.1	1.1	4.3	30.2	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4
1991	6	10.3	13.6	0.9	4.1	13.3	0.2	0.0	0.0	2.5	2.8
1991	7	4.8	1.4	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8
1991	8	4.7	1.1	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
1991	9	5.5	3.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
1991	10	19.3	33.4	0.0	3.1	20.2	0.0	0.0	1.0	0.0	2.7
1991	11	15.9	25.8	0.0	3.1	10.6	0.2	1.6	0.0	2.6	2.8
1991	12	37.3	72.9	3.7	7.1	96.0	4.9	4.0	8.8	6.8	45.6
1992	1	27.6	51.7	1.9	5.2	113.6	8.8	2.9	41.4	1.5	10.3
1992	2	77.8	162.1	63.6	72.0	147.8	42.5	11.0	86.9	9.0	52.2
1992	3	100.6	212.3	261.9	287.0	250.2	202.4	187.1	414.8	138.0	65.5
1992	4	146.4	313.1	243.4	266.9	311.9	230.8	128.3	264.9	114.8	90.3
1992	5	57.6	117.6	0.0	3.1	160.5	4.2	12.5	39.0	3.2	24.0
1992	6	11.8	16.9	0.4	3.5	16.2	1.4	0.4	0.3	0.0	4.9
1992	7	4.3	0.4	0.0	3.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1992	8	26.5	49.1	0.0	3.1	5.7	0.0	0.0	0.0	0.2	2.9
1992	9	41.3	81.7	0.2	3.3	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7
1992	10	21.0	37.0	0.0	3.1	16.0	0.7	0.0	0.0	0.0	1.4
1992	11	15.2	24.3	0.0	3.1	41.9	0.5	1.6	0.0	0.0	0.9
1992	12	32.7	62.9	0.8	4.0	66.1	0.3	0.0	8.4	0.0	18.9

Fuente: Elaboración propia

Con la información completa se procedió a efectuar el análisis de consistencia de la precipitación, la explicación del procedimiento se describe en el anexo análisis de consistencia.

Valores mensuales determinados mediante el análisis de consistencia, se muestran en la Tabla B.19.

Tabla N° B.19 Valores de precipitación (mm) consistentes

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	ENE	65.5	133.1	0.5	0.8	100.7	0.0	0.0	1.0	1.3	0.0
1972	FEB	65.6	132.4	22.3	30.9	110.2	17.9	9.4	32.9	27.9	5.9
1972	MAR	228.2	455.3	451.2	557.6	449.7	161.9	156.9	857.9	375.2	77.6
1972	ABR	128.4	288.0	4.3	3.7	194.2	12.5	8.6	4.8	9.5	5.4
1972	MAY	81.0	192.8	1.5	1.3	79.2	0.0	0.0	1.7	8.9	0.0
1972	JUN	31.2	79.8	0.0	0.0	31.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1972	JUL	6.9	10.7	0.1	0.2	5.0	0.1	0.1	0.1	0.9	0.0
1972	AGO	17.4	24.8	0.2	0.3	14.1	0.0	0.0	0.5	2.0	0.0
1972	SEP	11.7	15.0	0.7	0.7	8.7	0.0	0.0	0.2	6.2	0.0
1972	OCT	9.7	14.7	0.0	0.0	9.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
1972	NOV	39.9	64.0	1.4	2.4	44.9	0.0	0.0	1.9	19.1	0.0
1972	DIC	64.0	122.3	12.0	20.5	125.2	4.9	3.2	21.2	32.7	3.8
1973	ENE	76.1	154.6	52.6	86.3	116.9	50.3	56.3	110.4	148.6	66.4
1973	FEB	165.1	333.2	131.6	182.7	277.3	36.6	19.3	194.3	165.1	12.0
1973	MAR	148.5	296.4	95.5	118.0	292.7	26.9	26.0	181.6	79.4	12.9
1973	ABR	168.6	378.3	14.2	12.1	255.0	16.9	11.7	15.6	31.0	7.4
1973	MAY	56.1	133.4	2.1	1.8	54.8	0.0	0.0	2.4	12.7	0.0
1973	JUN	19.4	49.7	0.4	0.3	19.7	0.3	0.4	0.5	5.4	0.3
1973	JUL	6.6	10.3	0.2	0.3	4.8	0.0	0.0	0.2	1.5	0.0
1973	AGO	10.3	14.8	0.7	1.4	8.4	0.0	0.0	1.9	8.3	0.0
1973	SEP	32.9	42.1	2.1	2.3	24.3	0.3	0.2	0.7	19.3	0.3
1973	OCT	10.0	15.1	0.4	0.5	9.4	0.6	1.0	0.5	5.8	1.0
1973	NOV	13.9	22.2	0.6	1.0	15.6	1.2	4.3	0.8	8.0	4.1
1973	DIC	49.3	94.2	1.5	2.6	96.4	1.8	1.2	2.7	4.1	1.4
1974	ENE	42.2	85.8	6.7	10.9	64.8	2.3	2.6	14.0	18.8	3.0
1974	FEB	145.4	293.4	16.5	22.9	244.2	6.1	3.2	24.3	20.7	2.0
1974	MAR	68.5	136.7	6.2	7.7	135.0	1.2	1.1	11.8	5.2	0.6
1974	ABR	45.8	102.6	0.2	0.2	69.2	4.3	3.0	0.3	0.5	1.9
1974	MAY	13.7	32.7	0.3	0.2	13.4	0.0	0.0	0.3	1.7	0.0
1974	JUN	25.6	65.7	0.7	0.6	26.1	0.3	0.5	0.8	9.8	0.3
1974	JUL	10.5	16.2	0.6	1.0	7.6	0.0	0.0	0.8	5.4	0.0
1974	AGO	12.8	18.3	1.6	3.5	10.4	0.0	0.0	4.6	20.3	0.0
1974	SEP	22.3	28.5	0.4	0.5	16.5	0.3	0.2	0.2	4.2	0.3
1974	OCT	33.3	50.3	1.4	1.9	31.3	0.2	0.3	1.9	20.5	0.3
1974	NOV	27.4	43.9	1.5	2.5	30.8	0.7	2.4	2.0	20.2	2.3
1974	DIC	19.4	37.1	0.0	0.0	38.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1975	ENE	44.8	91.2	3.1	5.2	68.9	2.7	3.0	6.6	8.9	3.6
1975	FEB	180.8	364.9	54.4	75.5	303.7	10.0	5.3	80.3	68.2	3.3
1975	MAR	192.4	383.9	82.5	102.0	379.1	27.2	26.3	156.9	68.6	13.0
1975	ABR	106.0	237.7	17.5	15.0	160.3	0.6	0.4	19.3	38.4	0.3
1975	MAY	74.0	176.2	7.1	6.0	72.3	0.0	0.0	7.9	42.2	0.0
1975	JUN	29.2	74.7	1.7	1.6	29.6	2.4	3.5	2.1	25.1	2.4
1975	JUL	19.6	30.4	0.1	0.2	14.3	0.0	0.0	0.2	1.0	0.0
1975	AGO	48.4	69.0	1.2	2.7	39.3	3.5	0.8	3.6	15.6	0.5
1975	SEP	5.3	6.7	0.1	0.1	3.9	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1975	OCT	82.6	125.0	1.8	2.5	77.7	1.7	2.9	2.4	26.6	2.8
1975	NOV	12.5	20.1	0.7	1.1	14.1	0.0	0.0	0.9	9.0	0.0
1975	DIC	7.1	13.5	0.0	0.0	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1976	ENE	159.7	324.8	35.9	58.9	245.5	24.6	27.5	75.3	101.4	32.5
1976	FEB	173.0	349.1	58.8	81.6	290.6	90.2	47.4	86.8	73.8	29.6
1976	MAR	165.4	330.1	34.2	42.3	326.0	2.1	2.1	65.1	28.5	1.0
1976	ABR	96.3	215.9	57.5	49.2	145.6	0.0	0.0	63.4	125.9	0.0
1976	MAY	35.4	84.3	3.9	3.3	34.6	8.8	12.7	4.4	23.2	12.3
1976	JUN	4.9	12.6	0.3	0.2	5.0	0.0	0.0	0.3	3.6	0.0
1976	JUL	0.7	1.1	0.1	0.2	0.5	0.0	0.0	0.2	1.0	0.0
1976	AGO	6.6	9.3	0.2	0.4	5.3	0.0	0.0	0.5	2.2	0.0
1976	SEP	9.5	12.2	0.1	0.1	7.1	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0
1976	OCT	6.2	9.3	0.2	0.3	5.8	0.0	0.0	0.3	3.0	0.0
1976	NOV	7.6	12.2	0.2	0.3	8.6	0.0	0.0	0.2	2.4	0.0
1976	DIC	40.0	76.5	0.0	0.0	78.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1977	ENE	111.8	227.4	7.1	11.7	171.9	1.0	1.1	15.0	20.2	1.3
1977	FEB	136.4	275.3	112.8	156.6	229.1	49.0	25.8	166.4	141.5	16.1
1977	MAR	124.2	247.9	115.9	143.2	244.8	16.1	15.7	220.3	96.4	7.7
1977	ABR	122.8	275.4	42.7	36.5	185.7	5.4	3.7	47.0	93.4	2.3
1977	MAY	16.0	38.0	2.2	1.8	15.6	0.0	0.0	2.5	13.1	0.0
1977	JUN	19.7	50.5	1.4	1.3	20.0	0.0	0.0	1.8	20.6	0.0
1977	JUL	0.4	0.7	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1977	AGO	1.5	2.1	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
1977	SEP	21.6	27.6	1.1	1.2	16.0	3.7	2.3	0.4	10.4	3.5
1977	OCT	10.0	15.1	0.2	0.3	9.4	0.0	0.0	0.3	2.9	0.0
1977	NOV	9.1	14.5	0.2	0.3	10.2	0.0	0.0	0.3	2.7	0.0
1977	DIC	32.1	61.3	0.5	0.8	62.8	0.0	0.0	0.8	1.3	0.0
1978	ENE	20.2	41.1	0.1	0.2	31.0	0.0	0.0	0.3	0.4	0.0
1978	FEB	66.4	133.9	24.8	34.4	111.5	0.2	0.1	36.5	31.1	0.1
1978	MAR	86.0	171.6	45.8	56.6	169.4	40.5	39.2	87.1	38.1	19.4
1978	ABR	69.9	156.7	1.6	1.4	105.7	0.7	0.5	1.8	3.6	0.3
1978	MAY	60.1	142.9	2.9	2.4	58.7	0.0	0.0	3.2	17.2	0.0
1978	JUN	2.0	5.1	0.0	0.0	2.0	0.8	1.2	0.0	0.0	0.8
1978	JUL	8.0	12.5	0.0	0.0	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1978	AGO	1.2	1.8	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
1978	SEP	8.7	11.1	0.2	0.2	6.4	0.0	0.0	0.1	1.8	0.0
1978	OCT	9.6	14.6	0.1	0.1	9.1	0.6	1.0	0.1	1.1	1.0
1978	NOV	3.9	6.2	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1978	DIC	9.8	18.8	0.2	0.4	19.2	0.0	0.0	0.4	0.6	0.0
1979	ENE	88.1	179.1	3.1	5.2	135.4	2.4	2.7	6.6	8.9	3.2
1979	FEB	78.1	157.6	3.5	4.8	131.2	0.1	0.1	5.2	4.4	0.0
1979	MAR	207.6	414.2	32.2	39.8	409.1	3.1	3.1	61.2	26.8	1.5
1979	ABR	79.7	178.8	8.7	7.4	120.5	4.3	3.0	9.5	18.9	1.9
1979	MAY	27.5	65.5	4.8	4.0	26.9	3.6	5.2	5.4	28.5	5.0
1979	JUN	1.9	4.8	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979	JUL	0.9	1.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1979	AGO	22.2	31.7	0.4	0.8	18.0	0.0	0.0	1.0	4.5	0.0
1979	SEP	21.6	27.6	2.3	2.6	16.0	0.0	0.0	0.8	21.9	0.0
1979	OCT	1.9	2.9	0.1	0.1	1.8	0.0	0.0	0.1	1.0	0.0
1979	NOV	1.5	2.4	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979	DIC	4.0	7.6	0.0	0.0	7.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1
1980	ENE	32.6	66.4	0.0	0.0	50.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	FEB	60.4	121.9	10.9	15.1	101.5	1.6	0.9	16.0	13.6	0.5
1980	MAR	60.3	120.3	59.4	73.4	118.8	15.7	15.2	112.9	49.4	7.5
1980	ABR	95.7	214.7	45.5	38.9	144.7	51.0	35.2	50.1	99.6	22.3
1980	MAY	30.6	72.8	0.6	0.5	29.9	0.0	0.0	0.7	3.6	0.0
1980	JUN	0.9	2.2	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	JUL	1.4	2.3	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	AGO	2.1	2.9	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	SEP	0.5	0.6	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	OCT	52.9	80.1	1.4	2.0	49.8	0.0	0.0	1.9	21.3	0.0
1980	NOV	62.5	100.2	1.7	2.9	70.4	1.6	5.6	2.4	23.9	5.3
1980	DIC	40.6	77.5	5.5	9.4	79.4	2.0	1.3	9.7	15.0	1.6
1981	ENE	34.9	70.9	0.9	1.5	53.6	0.0	0.0	1.9	2.6	0.0
1981	FEB	118.5	239.2	9.8	13.6	199.1	3.9	2.0	14.5	12.3	1.3
1981	MAR	172.2	343.7	180.7	223.3	339.5	23.2	22.4	343.6	150.3	11.1
1981	ABR	73.3	164.4	23.4	20.0	110.8	0.1	0.1	25.8	51.2	0.1
1981	MAY	17.5	41.6	2.9	2.5	17.1	0.0	0.0	3.3	17.4	0.0
1981	JUN	16.6	42.6	1.2	1.1	16.9	0.0	0.0	1.5	17.4	0.0
1981	JUL	3.2	4.9	0.4	0.7	2.3	0.1	0.1	0.6	3.7	0.0
1981	AGO	10.2	14.5	0.1	0.2	8.3	0.0	0.0	0.3	1.2	0.0
1981	SEP	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981	OCT	40.4	61.2	1.5	2.1	38.1	1.7	2.9	2.0	22.1	2.8
1981	NOV	19.5	31.3	0.7	1.2	22.0	0.0	0.0	1.0	9.9	0.0
1981	DIC	42.1	80.4	0.9	1.5	82.4	3.1	2.0	1.6	2.4	2.4
1982	ENE	59.9	121.7	3.8	6.2	92.0	0.0	0.0	7.9	10.6	0.0
1982	FEB	80.6	162.6	1.4	1.9	135.3	0.4	0.2	2.0	1.7	0.1
1982	MAR	22.5	44.9	0.0	0.0	44.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982	ABR	86.3	193.6	6.8	5.8	130.6	5.6	3.9	7.5	14.8	2.5
1982	MAY	47.7	113.5	1.7	1.4	46.6	0.0	0.0	1.9	10.2	0.0
1982	JUN	2.3	5.9	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982	JUL	2.5	3.9	0.0	0.0	1.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
1982	AGO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982	SEP	10.7	13.7	1.0	1.1	7.9	1.7	1.1	0.3	9.4	1.6
1982	OCT	82.4	124.8	2.8	3.9	77.6	0.0	0.0	3.8	41.4	0.0
1982	NOV	73.7	118.1	4.2	7.1	83.0	1.9	6.7	5.8	57.7	6.3
1982	DIC	247.7	473.7	61.5	104.9	485.1	18.2	11.8	108.7	167.4	14.0
1984	ENE	75.5	153.4	12.8	21.0	116.0	1.5	1.7	26.9	36.2	2.0
1984	FEB	271.2	547.3	108.7	150.9	455.5	59.7	31.3	160.5	136.4	19.6
1984	MAR	161.4	322.0	72.7	89.9	318.0	9.9	9.5	138.3	60.5	4.7
1984	ABR	103.1	231.3	0.4	0.3	155.9	0.4	0.3	0.4	0.8	0.2
1984	MAY	39.8	94.7	3.3	2.7	38.9	1.3	1.9	3.7	19.4	1.8

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1984	JUN	19.3	49.4	1.3	1.2	19.6	0.0	0.0	1.6	19.2	0.0
1984	JUL	24.9	38.6	0.6	1.1	18.1	1.0	1.2	0.9	5.7	0.0
1984	AGO	5.6	7.9	0.0	0.1	4.5	3.2	0.8	0.1	0.4	0.4
1984	SEP	29.8	38.2	0.3	0.3	22.1	0.0	0.0	0.1	2.4	0.0
1984	OCT	70.2	106.3	2.1	2.9	66.1	0.2	0.3	2.9	31.3	0.3
1984	NOV	29.8	47.7	0.4	0.7	33.5	0.0	0.0	0.6	5.5	0.0
1984	DIC	25.0	47.8	0.2	0.3	48.9	0.0	0.0	0.3	0.5	0.0
1985	ENE	65.6	133.4	10.4	17.0	100.9	0.3	0.3	21.8	29.3	0.4
1985	FEB	41.2	83.1	24.9	34.6	69.1	2.0	1.0	36.7	31.2	0.6
1985	MAR	66.5	132.6	48.3	59.7	131.0	10.7	10.4	91.9	40.2	5.1
1985	ABR	20.9	46.9	0.0	0.0	31.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985	MAY	43.2	102.9	5.8	4.9	42.3	2.4	3.4	6.5	34.6	3.3
1985	JUN	0.5	1.2	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
1985	JUL	0.3	0.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985	AGO	10.8	15.3	0.0	0.0	8.7	1.3	0.3	0.0	0.0	0.2
1985	SEP	2.6	3.3	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985	OCT	20.6	31.2	0.5	0.6	19.4	0.4	0.6	0.6	6.8	0.6
1985	NOV	5.1	8.1	0.2	0.3	5.7	0.0	0.0	0.2	2.1	0.0
1985	DIC	52.1	99.6	1.4	2.4	102.0	1.2	0.8	2.5	3.8	0.9
1986	ENE	96.4	196.1	9.7	15.9	148.3	2.3	2.6	20.4	27.5	3.0
1986	FEB	106.1	214.2	9.3	12.8	178.2	9.7	5.1	13.7	11.6	3.2
1986	MAR	36.3	72.4	4.2	5.2	71.5	35.5	34.4	8.0	3.5	17.0
1986	ABR	138.6	310.9	20.8	17.8	209.6	10.1	7.0	22.9	45.6	4.4
1986	MAY	25.4	60.5	3.8	3.2	24.8	0.0	0.0	4.3	22.6	0.0
1986	JUN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1986	JUL	0.2	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1986	AGO	12.8	18.3	0.1	0.3	10.4	0.1	0.0	0.3	1.5	0.0
1986	SEP	8.1	10.3	0.2	0.2	6.0	0.0	0.0	0.1	2.1	0.0
1986	OCT	17.1	25.9	1.1	1.5	16.1	0.0	0.0	1.4	15.7	0.0
1986	NOV	33.2	53.3	1.8	3.1	37.4	2.4	8.4	2.5	24.8	7.9
1986	DIC	69.3	132.5	0.8	1.4	135.7	0.0	0.0	1.5	2.2	0.0
1987	ENE	120.8	245.7	33.6	55.1	185.7	9.6	10.7	70.5	94.9	12.7
1987	FEB	67.7	136.6	75.9	105.4	113.7	171.8	90.3	112.0	95.2	56.4
1987	MAR	129.0	257.3	193.7	239.4	254.1	96.9	93.9	368.3	161.1	46.5
1987	ABR	106.0	237.9	119.1	101.8	160.4	23.8	16.4	131.1	260.5	10.4
1987	MAY	23.4	55.8	1.8	1.5	22.9	0.0	0.0	2.0	10.7	0.0
1987	JUN	1.2	3.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1987	JUL	23.3	36.1	0.8	1.5	17.0	0.4	0.5	1.2	7.9	0.0
1987	AGO	13.3	19.0	0.2	0.4	10.8	0.0	0.0	0.5	2.2	0.0
1987	SEP	3.3	4.2	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1987	OCT	22.0	33.3	1.0	1.3	20.7	4.8	8.3	1.3	14.1	7.9
1987	NOV	32.5	52.1	1.1	1.8	36.6	0.1	0.4	1.5	15.0	0.4
1987	DIC	8.2	15.6	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988	ENE	126.8	257.8	9.7	15.9	194.9	9.6	10.7	20.4	27.5	12.7
1988	FEB	118.4	238.9	7.7	10.7	198.8	1.8	0.9	11.3	9.6	0.6
1988	MAR	19.3	38.4	0.0	0.0	37.9	0.7	0.7	0.0	0.0	0.3

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1988	ABR	79.4	178.1	18.8	16.1	120.1	8.5	5.9	20.7	41.2	3.7
1988	MAY	52.3	124.5	4.7	3.9	51.1	0.0	0.0	5.2	27.8	0.0
1988	JUN	2.0	5.2	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
1988	JUL	0.7	1.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988	AGO	1.9	2.8	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988	SEP	11.6	14.8	0.3	0.3	8.6	0.0	0.0	0.1	2.9	0.0
1988	OCT	14.4	21.7	0.3	0.5	13.5	0.0	0.0	0.5	5.0	0.0
1988	NOV	41.4	66.4	1.7	2.9	46.6	0.1	0.2	2.3	23.2	0.2
1988	DIC	26.0	49.8	0.0	0.0	51.0	0.4	0.2	0.0	0.0	0.3
1989	ENE	163.6	332.6	51.5	84.6	251.4	9.5	10.6	108.2	145.6	12.5
1989	FEB	153.8	310.5	132.9	184.5	258.4	69.0	36.3	196.1	166.7	22.7
1989	MAR	214.9	428.9	120.5	148.9	423.6	23.0	22.3	229.1	100.2	11.0
1989	ABR	103.3	231.8	8.1	7.0	156.3	17.4	12.0	9.0	17.8	7.6
1989	MAY	12.9	30.8	0.7	0.6	12.6	1.5	2.2	0.8	4.3	2.1
1989	JUN	11.6	29.7	0.8	0.8	11.8	0.7	1.1	1.0	12.0	0.8
1989	JUL	1.6	2.4	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1989	AGO	5.7	8.2	0.1	0.2	4.6	0.0	0.0	0.2	0.9	0.0
1989	SEP	23.7	30.3	0.1	0.1	17.5	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
1989	OCT	72.2	109.3	3.4	4.8	67.9	0.2	0.4	4.7	51.1	0.4
1989	NOV	1.0	1.5	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
1989	DIC	5.1	9.8	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	ENE	24.0	48.8	0.0	0.0	36.9	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1
1990	FEB	74.6	150.5	4.3	6.0	125.2	0.9	0.5	6.3	5.4	0.3
1990	MAR	73.8	147.3	27.0	33.4	145.5	2.6	2.5	51.4	22.5	1.2
1990	ABR	120.9	271.1	2.7	2.3	182.8	0.0	0.0	3.0	5.9	0.0
1990	MAY	47.1	112.0	8.3	6.9	46.0	2.9	4.1	9.3	49.2	4.0
1990	JUN	11.3	29.0	0.8	0.7	11.5	0.0	0.0	1.0	11.2	0.0
1990	JUL	7.2	11.3	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	AGO	2.1	3.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	SEP	0.8	1.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	OCT	44.9	68.0	1.3	1.8	42.3	1.0	1.8	1.7	19.0	1.7
1990	NOV	54.9	87.9	0.8	1.3	61.8	0.3	0.9	1.1	10.9	0.9
1990	DIC	39.6	75.8	7.9	13.5	77.6	4.6	2.9	14.0	21.6	3.5
1991	ENE	17.2	35.0	0.0	0.0	26.4	3.3	3.7	0.0	0.0	4.4
1991	FEB	84.9	171.4	14.9	20.6	142.7	4.4	2.3	22.0	18.7	1.4
1991	MAR	192.5	384.2	49.0	60.6	379.4	14.5	14.0	93.2	40.7	6.9
1991	ABR	45.4	101.9	8.1	7.0	68.7	0.0	0.0	9.0	17.8	0.0
1991	MAY	23.9	56.8	0.7	0.6	23.3	0.0	0.0	0.8	4.4	0.0
1991	JUN	8.8	22.6	0.2	0.2	9.0	0.0	0.0	0.2	2.8	0.0
1991	JUL	0.8	1.3	0.5	0.9	0.6	0.0	0.0	0.8	4.8	0.0
1991	AGO	1.1	1.6	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
1991	SEP	1.5	1.9	0.1	0.1	1.1	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0
1991	OCT	23.3	35.2	0.2	0.3	21.9	0.0	0.0	0.2	2.7	0.0
1991	NOV	15.9	25.5	0.2	0.3	17.9	0.5	1.6	0.3	2.8	1.5
1991	DIC	42.9	82.1	4.0	6.8	84.1	6.5	4.2	7.0	10.8	5.0
1992	ENE	39.4	107.5	0.0	0.0	51.0	8.8	2.4	41.4	23.4	0.0
1992	FEB	44.4	210.5	95.0	111.9	144.8	44.8	8.7	59.6	65.7	15.5
1992	MAR	108.9	204.1	279.6	294.2	258.5	218.3	171.2	325.5	70.9	138.2

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1992	ABR	253.7	432.3	275.1	137.9	251.5	246.4	128.3	274.9	136.0	112.7
1992	MAY	135.2	146.9	234.2	188.6	135.0	3.2	10.4	29.0	24.0	3.2
1992	JUN	30.9	3.5	1.8	0.0	15.3	2.2	0.4	0.0	4.9	2.5
1992	JUL	0.0	3.0	0.0	0.0	4.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1992	AGO	8.8	47.8	1.1	3.4	0.0	0.0	0.0	0.9	2.9	0.4
1992	SEP	40.2	91.1	0.9	6.1	0.0	1.8	0.0	0.1	17.7	0.0
1992	OCT	13.5	31.1	1.4	4.9	34.9	1.5	0.0	0.0	1.4	0.0
1992	NOV	13.1	25.9	5.7	0.9	52.2	2.7	1.6	0.0	0.9	0.2
1992	DIC	45.0	66.6	1.5	2.2	52.4	0.0	0.0	0.0	53.2	1.5

Fuente: Elaboración propia

Con los datos completos de precipitación de las 10 estaciones, se utilizó el programa hydroacces y el método kriging, para determinar la precipitación en el área de estudio. Los resultados se muestran en la Tabla B.20.

Tabla N° B.20 Valores de precipitación (mm) obtenidos por Hydroacces

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	67.4	81.0	531.2	113.7	58.8	22.7	5.2	14.1	7.5	7.9	33.2	83.6
1973	115.3	235.1	233.1	184.8	47.5	18.1	4.5	8.2	22.8	8.0	12.2	59.6
1974	48.2	164.7	86.0	53.4	11.5	24.8	7.5	11.6	14.8	26.9	24.7	23.1
1975	48.3	219.4	278.5	120.7	65.9	25.2	13.1	35.3	3.4	64.2	11.3	8.4
1976	189.7	211.8	218.7	109.8	31.6	4.9	0.6	4.8	6.2	4.9	6.5	47.7
1977	120.1	195.7	215.8	138.6	14.7	21.7	0.3	1.0	14.7	7.7	7.8	38.5
1978	20.9	82.6	129.1	74.9	51.3	1.6	5.3	0.9	5.8	7.3	3.2	11.8
1979	92.7	86.2	268.2	93.1	26.0	1.6	0.6	15.9	15.7	1.5	1.2	4.7
1980	33.5	70.2	106.4	105.6	25.5	0.7	1.0	1.4	0.3	41.6	54.1	51.7
1981	36.5	132.8	310.7	90.6	16.5	7.6	2.5	7.2	0.0	32.4	17.2	50.6
1982	64.3	88.0	27.1	99.9	40.3	1.4	1.7	0.0	7.7	65.6	66.7	333.1
1984	86.9	340.1	235.8	113.6	35.0	18.8	17.1	3.8	19.5	55.5	25.2	29.9
1985	75.0	55.3	107.5	23.1	39.7	0.5	0.2	7.4	1.7	16.0	4.4	62.9
1986	106.1	119.0	45.5	159.8	23.6	0.0	0.2	9.0	5.4	14.4	29.9	83.1
1987	148.5	103.9	264.9	125.5	20.5	1.2	16.2	9.4	2.1	17.7	28.4	9.7
1988	137.1	131.7	23.1	95.2	46.3	1.8	0.5	1.3	7.7	11.2	36.6	31.0
1989	205.6	223.0	327.5	114.4	11.1	7.9	1.0	4.1	15.4	59.0	0.8	6.1
1990	24.7	82.7	104.3	137.3	44.6	10.3	4.8	1.2	0.5	35.4	46.5	51.4
1991	17.6	100.4	255.7	52.3	17.7	6.7	2.1	1.7	1.9	16.0	13.5	52.9
1992	51.8	93.4	231.5	213.4	89.8	16.3	2.2	10.2	17.4	17.6	25.8	43.6

Fuente: Elaboración propia

Anexo C
Análisis de consistencia

Análisis de consistencia

Después de efectuar el relleno de datos de las precipitaciones, descrito en el Anexo B. Análisis de información climatológica, se procedió a efectuar el análisis de consistencia en forma mensual y por zona.

Al efectuar el análisis de consistencia con los totales de cada estación, conforme se detalla en la Tabla C.1, nos muestra como resultado la Figura C.1 donde podemos observar como las estaciones automáticamente se agrupan por zonas, con lo cual se ha definido de la siguiente manera:

Zona alta: Huarmaca, Ayabaca y Arenales
Zona Media: Chilaco, Chulucanas, Morropón y Sausal de Culucan
Zona Baja: Mallares, Miraflores y San Miguel

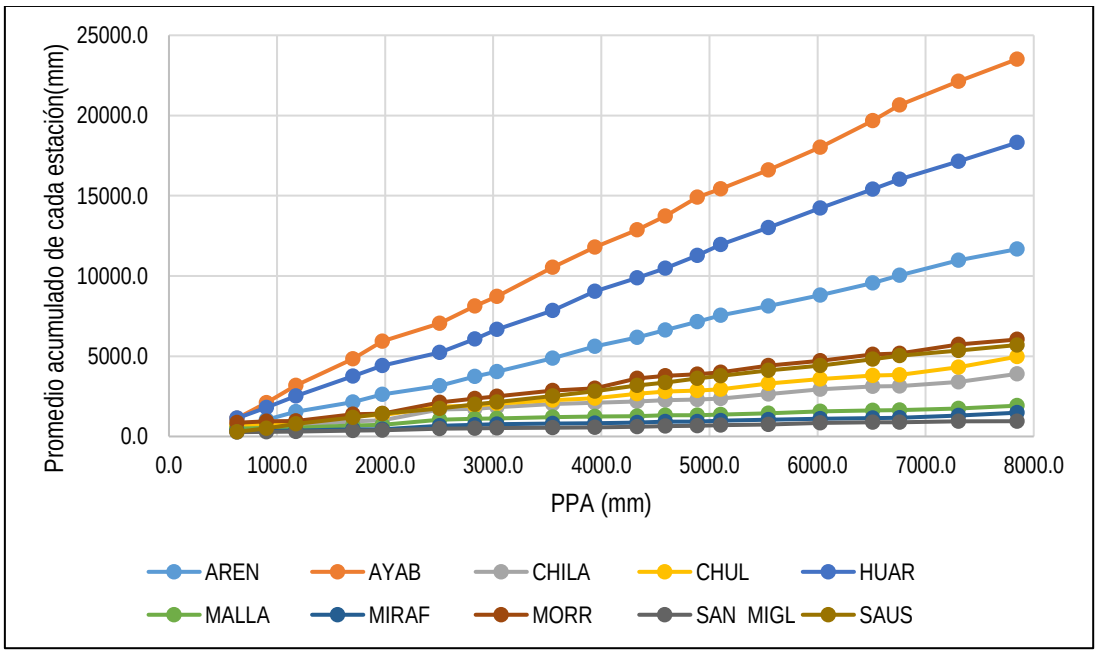


Figura C.1. CDA de las10 estaciones
Fuente: Elaboración propia

Una vez definido las estaciones por zonas, se procedió a realizar el análisis por meses, se tomó como totales de precipitación, los valores mensuales de cada estación, procediéndose a determinar los valores más consistentes de cada mes y año.

Tabla C.1. Valores de precipitación anual y acumulada

AÑO	ANUAL											ACUMULADO										
	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS	PROM	PPA	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	701.3	1394.9	492.4	660.8	1177.8	179.4	181.5	307.0	1.8	345.2	544.2	7847.4	11676.0	23517.1	3899.3	4973.8	18315.8	1918.8	1480.8	6043.4	950.5	5698.3
1973	924.1	1465.5	262.4	474.3	1119.8	105.3	140.1	569.8	62.0	310.8	543.4	7303.2	10974.7	22122.2	3406.9	4313.0	17138.0	1739.4	1299.3	5736.4	948.7	5353.1
1974	496.8	988.0	24.9	50.3	607.0	17.0	12.2	53.1	6.9	221.9	247.8	6759.7	10050.6	20656.7	3144.5	3838.7	16018.2	1634.1	1159.2	5166.6	886.7	5042.3
1975	752.4	1651.7	170.7	206.0	1176.9	45.2	41.2	394.8	29.1	408.8	487.7	6511.9	9553.8	19668.7	3119.6	3788.4	15411.2	1617.1	1147.0	5113.5	879.8	4820.4
1976	675.5	1415.2	299.7	291.4	1212.4	139.0	70.5	310.8	96.8	288.9	480.0	6024.3	8801.4	18017.0	2948.9	3582.4	14234.3	1571.9	1105.8	4718.7	850.7	4411.6
1977	583.1	1182.4	280.4	348.6	1070.5	61.4	60.8	402.9	57.5	345.7	439.3	5544.2	8125.9	16601.8	2649.2	3291.0	13021.9	1432.9	1035.3	4407.9	753.9	4122.7
1978	397.7	519.5	75.4	81.7	678.9	44.4	40.4	122.8	34.7	168.9	216.4	5104.9	7542.8	15419.4	2368.8	2942.4	11951.4	1371.5	974.5	4005.0	696.4	3777.0
1979	518.6	1163.2	25.7	62.7	789.3	11.1	15.0	114.6	7.4	259.0	296.7	4888.5	7145.1	14899.9	2293.4	2860.7	11272.5	1327.1	934.1	3882.2	661.7	3608.1
1980	448.8	853.4	80.1	146.8	610.2	46.2	60.8	147.2	48.1	162.1	260.4	4591.8	6626.5	13736.7	2267.7	2798.0	10483.2	1316.0	919.1	3767.6	654.3	3349.1
1981	560.2	1085.2	84.9	268.7	837.3	25.9	32.3	618.0	32.9	376.9	392.2	4331.4	6177.7	12883.3	2187.6	2651.2	9873.0	1269.8	858.3	3620.4	606.2	3187.0
1982	747.9	1261.2	87.1	118.8	1188.8	32.0	24.3	135.8	21.5	281.1	389.9	3939.2	5617.5	11798.1	2102.7	2382.5	9035.7	1243.9	826.0	3002.4	573.3	2810.1
1984	831.2	1807.9	187.3	228.7	1187.1	92.8	43.2	360.3	23.9	378.1	514.1	3549.4	4869.6	10536.9	2015.6	2263.7	7846.9	1211.9	801.7	2866.6	551.8	2529.0
1985	298.6	599.1	108.0	116.7	597.5	12.6	26.5	151.8	14.4	139.5	206.5	3035.3	4038.4	8729.0	1828.3	2035.0	6659.8	1119.1	758.5	2506.3	527.9	2150.9
1986	585.2	1079.8	40.0	59.0	820.2	64.2	58.5	241.7	30.3	279.0	325.8	2828.8	3739.8	8129.9	1720.3	1918.3	6062.3	1106.5	732.0	2354.5	513.5	2011.4
1987	537.4	1111.4	666.6	526.6	820.5	321.1	223.4	681.8	93.3	309.8	529.2	2503.1	3154.6	7050.1	1680.3	1859.3	5242.1	1042.3	673.5	2112.8	483.2	1732.4
1988	474.6	1110.3	75.7	36.5	656.4	37.2	14.5	52.1	17.0	248.5	272.3	1973.9	2617.2	5938.7	1013.7	1332.7	4421.6	721.2	450.1	1431.0	389.9	1422.6
1989	605.2	1649.6	247.4	420.4	1252.0	138.3	73.5	417.2	71.4	382.2	525.7	1701.6	2142.6	4828.4	938.0	1296.2	3765.2	684.0	435.6	1378.9	372.9	1174.1
1990	488.2	1072.1	34.6	90.0	712.3	12.5	10.1	25.8	14.1	280.9	274.1	1175.9	1537.4	3178.8	690.6	875.8	2513.2	545.7	362.1	961.7	301.5	791.9
1991	486.6	977.6	83.8	128.2	665.8	41.6	8.2	80.2	20.7	221.9	271.5	901.8	1049.2	2106.7	656.0	785.7	1800.9	533.2	352.0	935.9	287.4	511.0
1992	562.6	1129.1	572.2	657.5	1135.1	491.6	343.8	855.7	266.7	289.1	630.3	630.3	562.6	1129.1	572.2	657.5	1135.1	491.6	343.8	855.7	266.7	289.1

Fuente: Elaboración propia

Mes de Enero

Análisis de consistencia de la zona alta

Se tomaron los valores totales anuales y acumulados de las estaciones de la zona alta

Tabla C.2. Valores totales anuales y acumulados zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	ARE	AYAB	HUAR	PROM	PPA	ARE	AYAB	HUAR
1972	72.6	150.7	75.1	99.5	2236.0	1458.1	3001.7	2248.1
1973	91.4	154.5	101.7	115.9	2136.5	1385.5	2851.0	2173.0
1974	37.1	105.4	50.3	64.3	2020.6	1294.1	2696.5	2071.3
1975	49.4	84.3	71.2	68.3	1956.4	1257.0	2591.1	2021.0
1976	136.3	266.8	326.9	243.3	1888.1	1207.6	2506.8	1949.8
1977	90.6	271.0	149.5	170.4	1644.7	1071.3	2240.0	1622.9
1978	22.4	31.5	38.4	30.8	1474.4	980.7	1969.0	1473.4
1979	90.1	141.7	170.7	134.2	1443.6	958.3	1937.5	1435.0
1980	38.2	72.3	38.7	49.7	1309.4	868.2	1795.8	1264.3
1981	21.6	62.0	75.8	53.1	1259.7	830.0	1723.5	1225.6
1982	56.3	130.3	87.0	91.2	1206.6	808.4	1661.5	1149.8
1984	100.0	139.3	105.6	115.0	1115.4	752.1	1531.2	1062.8
1985	55.1	104.7	140.1	100.0	1000.4	652.1	1391.9	957.2
1986	101.2	217.3	122.3	146.9	900.4	597.0	1287.2	817.1
1987	146.4	253.3	152.5	184.1	753.5	495.8	1069.9	694.8
1988	130.1	278.6	170.8	193.2	569.4	349.4	816.6	542.3
1989	152.7	399.0	195.9	249.2	376.3	219.3	538.0	371.5
1990	29.0	44.4	36.3	36.6	127.1	66.6	139.0	175.6
1991	10.0	42.9	25.7	26.2	90.5	37.6	94.6	139.3
1992	27.6	51.7	113.6	64.3	64.3	27.6	51.7	113.6

Fuente: Elaboración propia

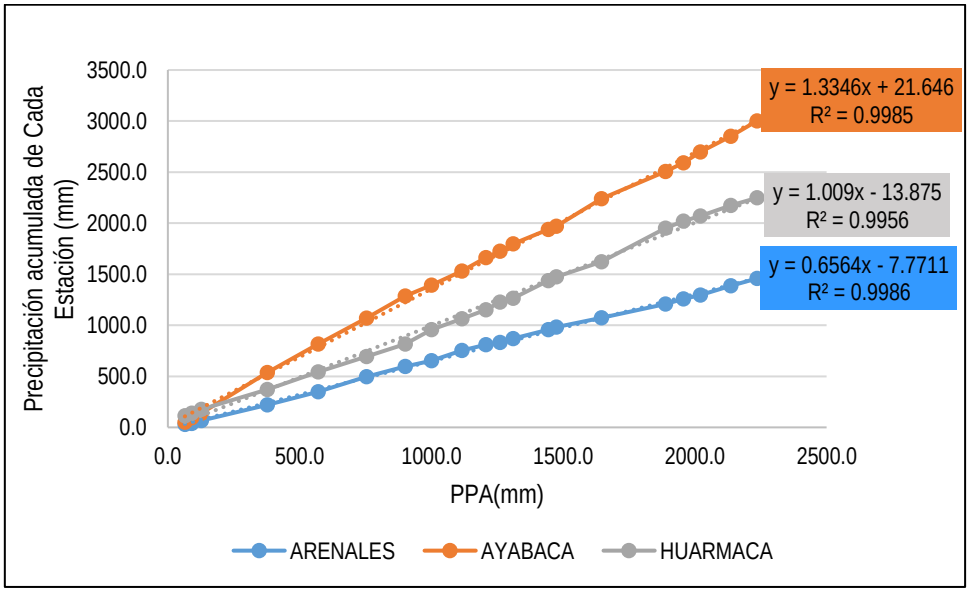


Figura C.2. ENERO: CDA - ZONA ALTA

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron valores de $R^2 > 0.99$, con las ecuaciones determinadas efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.3. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	ARE	AYAB	HUAR	PROM	PPA	ARE	AYAB	HUAR
1972	65.3	132.7	100.4	99.5	2236.0	1459.9	3005.8	2242.2
1973	76.1	154.6	116.9	115.9	2136.5	1394.6	2873.0	2141.9
1974	42.2	85.8	64.8	64.3	2020.6	1318.6	2718.4	2025.0
1975	44.8	91.2	68.9	68.3	1956.4	1276.4	2632.6	1960.1
1976	159.7	324.8	245.5	243.3	1888.1	1231.6	2541.5	1891.2
1977	111.8	227.4	171.9	170.4	1644.7	1071.8	2216.7	1645.7
1978	20.2	41.1	31.0	30.8	1474.4	960.0	1989.3	1473.8
1979	88.1	179.1	135.4	134.2	1443.6	939.8	1948.3	1442.7
1980	32.6	66.4	50.2	49.7	1309.4	851.7	1769.2	1307.4
1981	34.9	70.9	53.6	53.1	1259.7	819.1	1702.9	1257.2
1982	59.9	121.7	92.0	91.2	1206.6	784.2	1631.9	1203.6
1984	75.5	153.4	116.0	115.0	1115.4	724.4	1510.2	1111.5
1985	65.6	133.4	100.9	100.0	1000.4	648.9	1356.8	995.5
1986	96.4	196.1	148.3	146.9	900.4	583.3	1223.4	894.7
1987	120.8	245.7	185.7	184.1	753.5	486.8	1027.3	746.4
1988	126.8	257.8	194.9	193.2	569.4	366.0	781.6	560.7
1989	163.6	332.6	251.4	249.2	376.3	239.2	523.8	365.8
1990	24.0	48.8	36.9	36.6	127.1	75.6	191.2	114.3
1991	17.2	35.0	26.4	26.2	90.5	51.6	142.4	77.4
1992	34.4	107.5	51.0	64.3	64.3	34.4	107.5	51.0

Fuente: Elaboración propia

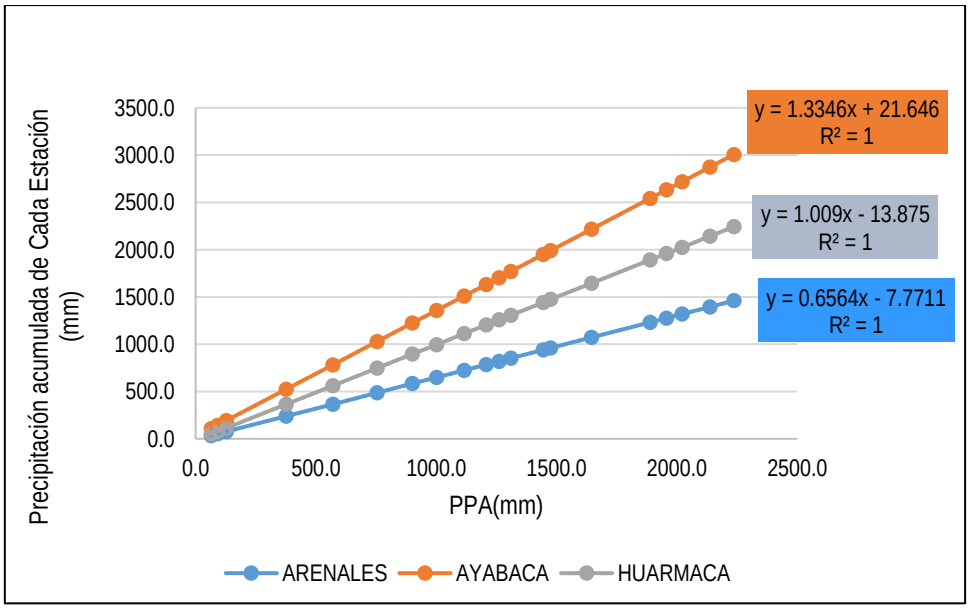


Figura C.3. ENERO: CDA - ZONA ALTA-CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia de la zona media

Tabla C.4. Valores totales anuales y acumulados zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.0	4.1	1.0	31.9	9.3	478.7	273.9	429.3	548.6	663.1
1973	118.8	148.0	110.4	19.5	99.2	469.5	273.9	425.2	547.6	631.2
1974	12.2	13.6	14.0	24.9	16.2	370.3	155.1	277.2	437.2	611.7
1975	2.2	5.4	6.6	22.6	9.2	354.1	142.9	263.6	423.2	586.8
1976	56.3	76.5	75.3	72	70.0	344.9	140.7	258.2	416.6	564.2
1977	2.7	12.0	15.0	55.5	21.3	274.9	84.4	181.7	341.3	492.2
1978	0.2	2.6	0.3	7.7	2.7	253.6	81.7	169.7	326.3	436.7
1979	7.0	5.7	6.6	24.1	10.9	250.9	81.5	167.1	326.0	429.0
1980	0.4	0.1	0.0	27.3	7.0	240.1	74.5	161.4	319.4	404.9
1981	0.0	1.1	1.9	18.6	5.4	233.1	74.1	161.3	319.4	377.6
1982	0.0	0.0	7.9	9.8	4.4	227.7	74.1	160.2	317.5	359.0
1984	0.3	26.1	26.9	9.3	15.7	223.3	74.1	160.2	309.6	349.2
1985	1.6	7.2	21.8	20.9	12.9	207.6	73.8	134.1	282.7	339.9
1986	5.5	16.4	20.4	46.8	22.3	194.8	72.2	126.9	260.9	319.0
1987	36.3	50.9	70.5	74.3	58.0	172.5	66.7	110.5	240.5	272.2
1988	10.1	9.6	20.4	41	20.3	114.5	30.4	59.6	170.0	197.9
1989	18.2	40.1	108.2	128.5	73.8	94.2	20.3	50.0	149.6	156.9
1990	0.0	1.4	0.0	17.1	4.6	20.5	2.1	9.9	41.4	28.4
1991	0.2	3.3	0.0	1.0	1.1	15.8	2.1	8.5	41.4	11.3
1992	1.9	5.2	41.4	10.3	14.7	14.7	1.9	5.2	41.4	10.3

Fuente: Elaboración propia

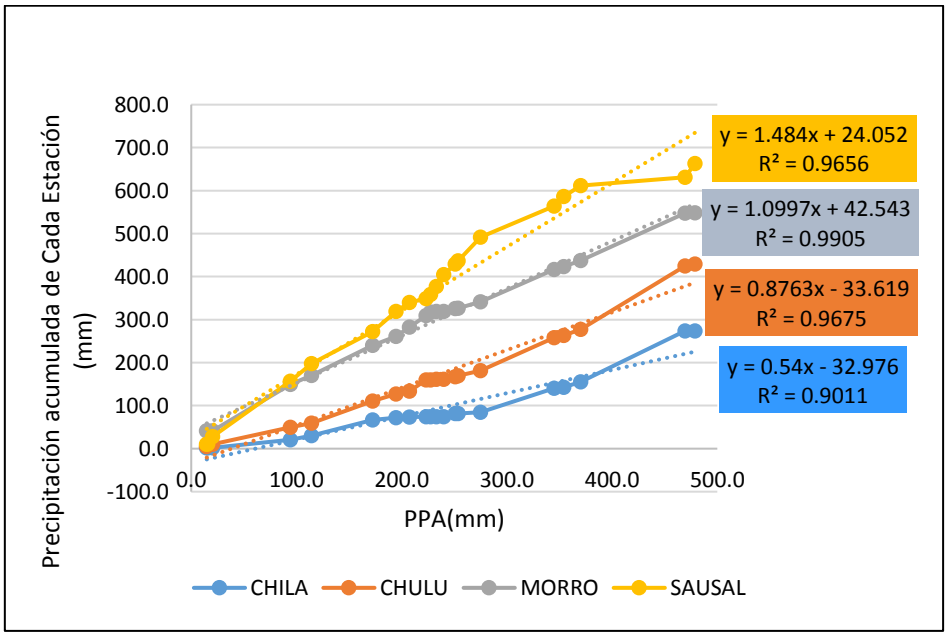


Figura C.4. ENERO: CDA ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Efectuamos de nuevo el análisis tomando como patrón de precipitaciones la estación Morropón ya que presento un $R^2 > 0.99$

Tabla C.5. Valores totales anuales y acumulados, tomando como patrón de precipitaciones la estación Morropón zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.0	4.1	1.0	31.9	1.0	548.6	273.9	429.3	548.6	663.1
1973	118.8	148.0	110.4	19.5	110.4	547.6	273.9	425.2	547.6	631.2
1974	12.2	13.6	14.0	24.9	14.0	437.2	155.1	277.2	437.2	611.7
1975	2.2	5.4	6.6	22.6	6.6	423.2	142.9	263.6	423.2	586.8
1976	56.3	76.5	75.3	72	75.3	416.6	140.7	258.2	416.6	564.2
1977	2.7	12.0	15.0	55.5	15.0	341.3	84.4	181.7	341.3	492.2
1978	0.2	2.6	0.3	7.7	0.3	326.3	81.7	169.7	326.3	436.7
1979	7.0	5.7	6.6	24.1	6.6	326.0	81.5	167.1	326.0	429.0
1980	0.4	0.1	0.0	27.3	0.0	319.4	74.5	161.4	319.4	404.9
1981	0.0	1.1	1.9	18.6	1.9	319.4	74.1	161.3	319.4	377.6
1982	0.0	0.0	7.9	9.8	7.9	317.5	74.1	160.2	317.5	359.0
1984	0.3	26.1	26.9	9.3	26.9	309.6	74.1	160.2	309.6	349.2
1985	1.6	7.2	21.8	20.9	21.8	282.7	73.8	134.1	282.7	339.9
1986	5.5	16.4	20.4	46.8	20.4	260.9	72.2	126.9	260.9	319.0
1987	36.3	50.9	70.5	74.3	70.5	240.5	66.7	110.5	240.5	272.2
1988	10.1	9.6	20.4	41	20.4	170.0	30.4	59.6	170.0	197.9
1989	18.2	40.1	108.2	128.5	108.2	149.6	20.3	50.0	149.6	156.9
1990	0.0	1.4	0.0	17.1	0.0	41.4	2.1	9.9	41.4	28.4
1991	0.2	3.3	0.0	1	0.0	41.4	2.1	8.5	41.4	11.3
1992	1.9	5.2	41.4	10.3	41.4	41.4	1.9	5.2	41.4	10.3

Fuente: Elaboración propia

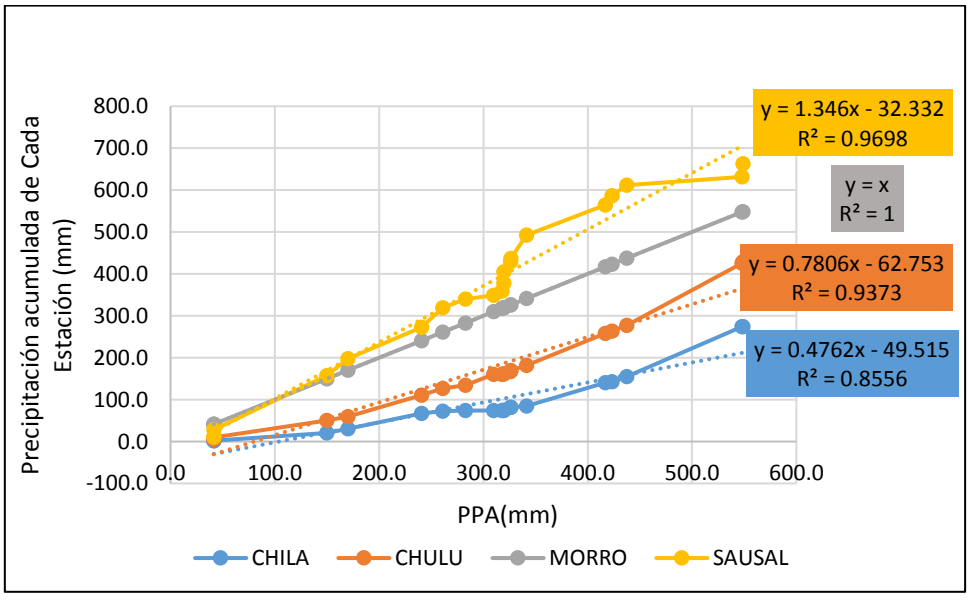


Figura C.5. ENERO: CDA ZONA MEDIA-TOMANDO COMO PATRON DE PRECIPITACION LA ESTACION MORROPON
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones determinadas, efectuamos la corrección de datos

Tabla C.6. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.5	0.8	1.0	1.3	0.9	458.0	211.7	365.5	548.6	706.1
1973	52.6	86.2	110.4	148.6	99.4	457.1	211.3	364.7	547.6	704.7
1974	6.7	10.9	14.0	18.8	12.6	357.6	158.7	278.5	437.2	556.1
1975	3.1	5.2	6.6	8.9	5.9	345.0	152.0	267.6	423.2	537.3
1976	35.9	58.8	75.3	101.4	67.8	339.1	148.9	262.4	416.6	528.4
1977	7.1	11.7	15.0	20.2	13.5	271.3	113.0	203.7	341.3	427.1
1978	0.1	0.2	0.3	0.4	0.3	257.7	105.9	192.0	326.3	406.9
1979	3.1	5.2	6.6	8.9	5.9	257.5	105.7	191.7	326.0	406.5
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	251.5	102.6	186.6	319.4	397.6
1981	0.9	1.5	1.9	2.6	1.7	251.5	102.6	186.6	319.4	397.6
1982	3.8	6.2	7.9	10.6	7.1	249.8	101.7	185.1	317.5	395.0
1984	12.8	21.0	26.9	36.2	24.2	242.7	97.9	178.9	309.6	384.4
1985	10.4	17.0	21.8	29.3	19.6	218.5	85.1	157.9	282.7	348.2
1986	9.7	15.9	20.4	27.5	18.4	198.8	74.7	140.9	260.9	318.8
1987	33.6	55.0	70.5	94.9	63.5	180.5	65.0	125.0	240.5	291.4
1988	9.7	15.9	20.4	27.5	18.4	117.0	31.4	69.9	170.0	196.5
1989	51.5	84.5	108.2	145.6	97.5	98.6	21.7	54.0	149.6	169.0
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	-29.8	-30.4	41.4	23.4
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	-29.8	-30.4	41.4	23.4
1992	-29.8	-30.4	41.4	23.4	1.1	1.1	-29.8	-30.4	41.4	23.4

Fuente: Elaboración propia

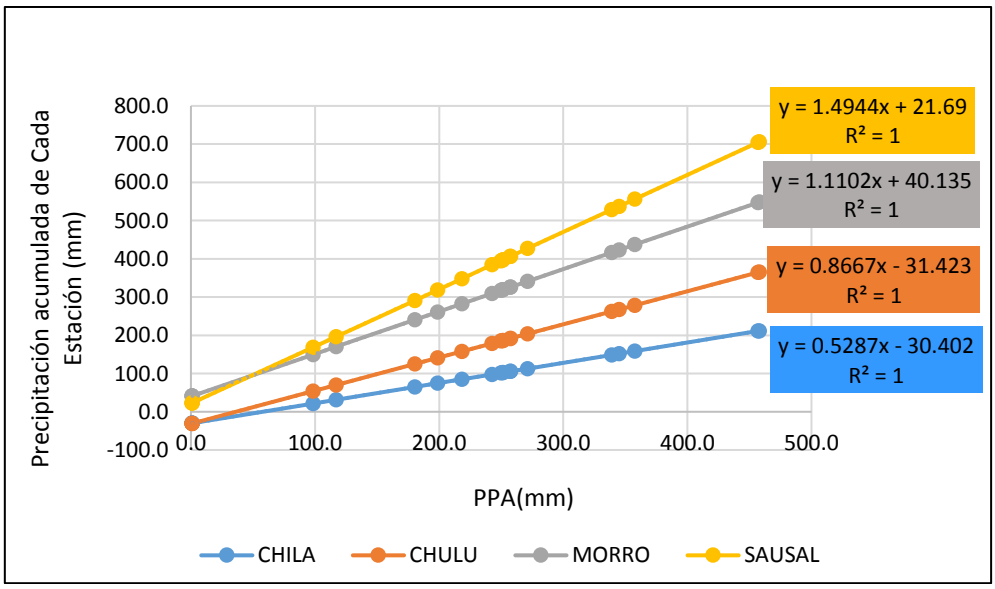


Figura C.6. ENERO: CDA ZONA MEDIA-CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Efectuada la corrección de datos, como resultado en el año 1992 en las estaciones Chilaco y Chulucanas nos dieron valores negativos, el cual lo reemplazamos por 0.

Análisis de consistencia de la zona baja

Tabla C.7. Valores totales anuales y acumulados zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.0	1.5	0.0	0.5	136.8	128.3	136.2	146.0
1973	50.3	59.2	41.3	50.3	136.3	128.3	134.7	146.0
1974	2.3	2.4	1.0	1.9	86.1	78.0	75.5	104.7
1975	2.7	0.3	0.3	1.1	84.2	75.7	73.1	103.7
1976	24.6	23.3	62.9	36.9	83.1	73.0	72.8	103.4
1977	1.0	1.2	0.0	0.7	46.1	48.4	49.5	40.5
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	45.4	47.4	48.3	40.5
1979	2.4	1.7	0.6	1.6	45.4	47.4	48.3	40.5
1980	0.0	0.2	0.0	0.1	43.8	45.0	46.6	39.9
1981	0.0	0.3	0.0	0.1	43.8	45.0	46.4	39.9
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	43.7	45.0	46.1	39.9
1984	1.5	0.4	0.0	0.6	43.7	45.0	46.1	39.9
1985	0.3	2.8	0.0	1.0	43.0	43.5	45.7	39.9
1986	2.3	1.5	0.0	1.3	42.0	43.2	42.9	39.9
1987	9.6	22.8	15.7	16.0	40.7	40.9	41.4	39.9
1988	9.6	7.2	7.7	8.2	24.7	31.3	18.6	24.2
1989	9.5	8.3	14.5	10.8	16.5	21.7	11.4	16.5
1990	0.1	0.0	0.0	0.0	5.8	12.2	3.1	2.0
1991	3.3	0.2	0.5	1.3	5.7	12.1	3.1	2.0
1992	8.8	2.9	1.5	4.4	4.4	8.8	2.9	1.5

Fuente: Elaboración propia

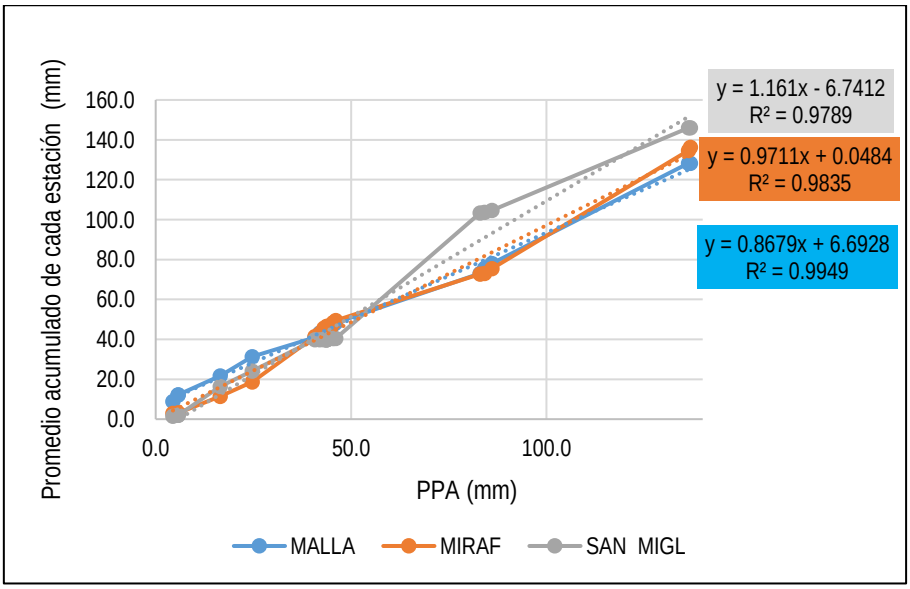


Figura C.7. ENERO: CDA ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Como resultado del análisis de consistencia, nos dio en la estación Mallares un valor de $R^2 > 0.99$, dicha estación se tomará como patrón de precipitaciones para efectuar un nuevo análisis de consistencia.

Tabla C.8. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación Mallares zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.0	1.5	0.0	0.0	128.3	128.3	136.2	146.0
1973	50.3	59.2	41.3	50.3	128.3	128.3	134.7	146.0
1974	2.3	2.4	1.0	2.3	78.0	78.0	75.5	104.7
1975	2.7	0.3	0.3	2.7	75.7	75.7	73.1	103.7
1976	24.6	23.3	62.9	24.6	73.0	73.0	72.8	103.4
1977	1.0	1.2	0.0	1.0	48.4	48.4	49.5	40.5
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	47.4	47.4	48.3	40.5
1979	2.4	1.7	0.6	2.4	47.4	47.4	48.3	40.5
1980	0.0	0.2	0.0	0.0	45.0	45.0	46.6	39.9
1981	0.0	0.3	0.0	0.0	45.0	45.0	46.4	39.9
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	45.0	45.0	46.1	39.9
1984	1.5	0.4	0.0	1.5	45.0	45.0	46.1	39.9
1985	0.3	2.8	0.0	0.3	43.5	43.5	45.7	39.9
1986	2.3	1.5	0.0	2.3	43.2	43.2	42.9	39.9
1987	9.6	22.8	15.7	9.6	40.9	40.9	41.4	39.9
1988	9.6	7.2	7.7	9.6	31.3	31.3	18.6	24.2
1989	9.5	8.3	14.5	9.5	21.7	21.7	11.4	16.5
1990	0.1	0.0	0.0	0.1	12.2	12.2	3.1	2.0
1991	3.3	0.2	0.5	3.3	12.1	12.1	3.1	2.0
1992	8.8	2.9	1.5	8.8	8.8	8.8	2.9	1.5

Fuente: Elaboración propia

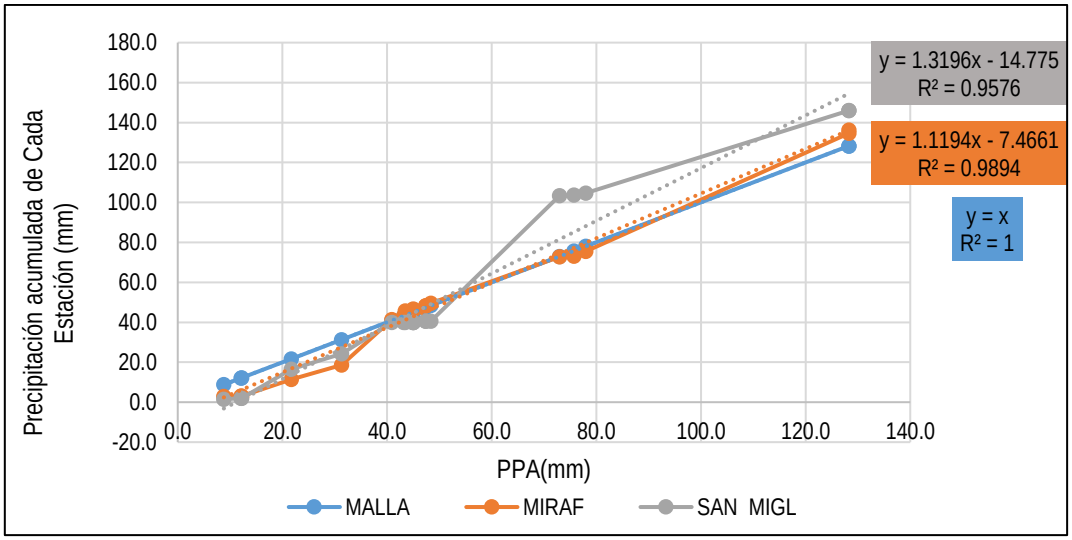


Figura C.8. ENERO: CDA ZONA BAJA- TOMANDO COMO PATRON DE PRECIPITACION LA ESTACION MALLARES
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones determinadas efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.9. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.0	0.0	0.0	0.0	139.7	128.3	136.2	154.5
1973	50.3	56.3	66.4	50.3	139.7	128.3	136.2	154.5
1974	2.3	2.6	3.0	2.3	82.0	78.0	79.8	88.2
1975	2.7	3.0	3.6	2.7	79.4	75.7	77.3	85.1
1976	24.6	27.5	32.5	24.6	76.3	73.0	74.3	81.6
1977	1.0	1.1	1.3	1.0	48.1	48.4	46.7	49.1
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	46.9	47.4	45.6	47.8
1979	2.4	2.7	3.2	2.4	46.9	47.4	45.6	47.8
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	44.2	45.0	42.9	44.6
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	44.2	45.0	42.9	44.6
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	44.2	45.0	42.9	44.6
1984	1.5	1.7	2.0	1.5	44.2	45.0	42.9	44.6
1985	0.3	0.3	0.4	0.3	42.5	43.5	41.2	42.6
1986	2.3	2.6	3.0	2.3	42.1	43.2	40.9	42.2
1987	9.6	10.7	12.7	9.6	39.5	40.9	38.3	39.2
1988	9.6	10.7	12.7	9.6	28.5	31.3	27.6	26.5
1989	9.5	10.6	12.5	9.5	17.5	21.7	16.8	13.9
1990	0.1	0.1	0.1	0.1	6.6	12.2	6.2	1.3
1991	3.3	3.7	4.4	3.3	6.5	12.1	6.1	1.2
1992	8.8	2.4	-3.2	8.8	2.7	8.8	2.4	-3.2

Fuente: Elaboración propia

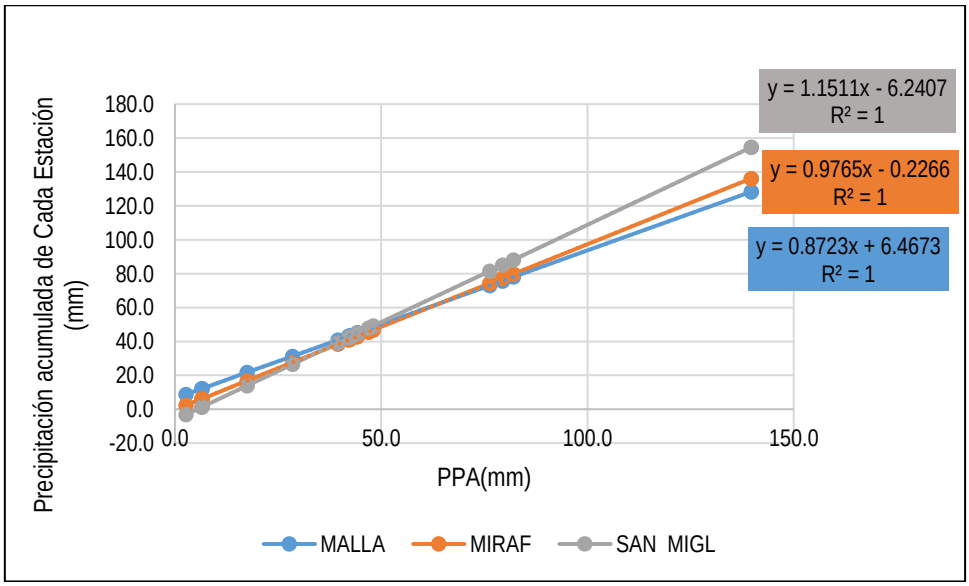


Figura C.9. ENERO: CDA ZONA BAJA-CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

En la estación San Miguel nos resultó un valor negativo, para el año 1992, el cual lo cambiaremos por 0.

Como resultado de efectuar el análisis de consistencia en la zona alta, media y baja obtenemos los valores consistentes mensuales para el mes de ENERO.

Tabla C.10. Valores totales anuales para el mes de enero

AÑO	ARE	AYAB	CHILA	CHUL	HUARM	MALLA	MIRAF	MORR	SANMIGL	SAUS
1972	65.3	132.8	0.5	0.8	100.4	0.0	0.0	1.0	0.0	1.4
1973	76.1	154.6	52.6	86.2	116.9	50.3	56.3	110.4	66.4	148.6
1974	42.2	85.8	6.7	10.9	64.9	2.3	2.6	14.0	3.0	18.8
1975	44.8	91.2	3.1	5.2	68.9	2.7	3.0	6.6	3.6	8.9
1976	159.7	324.8	35.9	58.8	245.5	24.6	27.5	75.3	32.5	101.4
1977	111.8	227.4	7.1	11.7	171.9	1.0	1.1	15.0	1.3	20.2
1978	20.2	41.1	0.1	0.2	31.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.4
1979	88.1	179.1	3.1	5.2	135.4	2.4	2.7	6.6	3.2	8.9
1980	32.6	66.4	0.0	0.0	50.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981	34.9	70.9	0.9	1.5	53.6	0.0	0.0	1.9	0.0	2.6
1982	59.9	121.7	3.8	6.2	92.0	0.0	0.0	7.9	0.0	10.6
1984	75.5	153.4	12.8	21.0	116.0	1.5	1.7	26.9	2.0	36.2
1985	65.6	133.4	10.4	17.0	100.9	0.3	0.3	21.8	0.4	29.3
1986	96.5	196.1	9.7	15.9	148.3	2.3	2.6	20.4	3.0	27.5
1987	120.8	245.7	33.6	55.0	185.7	9.6	10.8	70.5	12.7	94.9
1988	126.8	257.8	9.7	15.9	194.9	9.6	10.8	20.4	12.7	27.5
1989	163.6	332.6	51.5	84.5	251.4	9.5	10.6	108.2	12.5	145.6
1990	24.0	48.8	0.0	0.0	36.9	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0
1991	17.2	35.0	0.0	0.0	26.4	3.3	3.7	0.0	4.4	0.0
1992	34.4	107.5	0.0	0.0	51.0	8.8	2.4	41.4	0.0	23.4

Fuente: Elaboración propia

Mes de Febrero

Análisis de consistencia de la zona alta

Tabla C.11. Valores totales anuales y acumulados zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	ARE	AYAB	HUAR	PROM	PPA	ARE	AYAB	HUAR
1972	66.6	137.6	105.0	103.1	3556.1	2270.8	4583.8	3813.8
1973	216.4	262.4	296.9	258.6	3453.1	2204.2	4446.2	3708.8
1974	172.7	281.6	228.7	227.7	3194.5	1987.8	4183.8	3411.9
1975	207.9	383.2	258.4	283.2	2966.8	1815.1	3902.2	3183.2
1976	120.6	335.5	356.6	270.9	2683.7	1607.2	3519.0	2924.8
1977	151.7	283.6	205.5	213.6	2412.8	1486.6	3183.5	2568.2
1978	58.3	121.4	132.1	103.9	2199.2	1334.9	2899.9	2362.7
1979	79.4	225.2	62.3	122.3	2095.2	1276.6	2778.5	2230.6
1980	53.2	91.6	139.0	94.6	1972.9	1197.2	2553.3	2168.3
1981	99.1	269.1	188.7	185.6	1878.3	1144.0	2461.7	2029.3
1982	88.9	153.3	136.3	126.2	1692.7	1044.9	2192.6	1840.6
1984	281.3	517.4	475.3	424.7	1566.5	956.0	2039.3	1704.3
1985	32.5	63.3	97.6	64.5	1141.9	674.7	1521.9	1229.0
1986	138.3	180.7	179.5	166.2	1077.4	642.2	1458.6	1131.4
1987	59.4	181.4	77.1	106.0	911.2	503.9	1277.9	951.9
1988	84.5	285.2	186.4	185.4	805.3	444.5	1096.5	874.8

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	ARE	AYAB	HUAR	PROM	PPA	ARE	AYAB	HUAR
1989	167.4	285.8	269.5	240.9	619.9	360.0	811.3	688.4
1990	67.2	137.8	145.3	116.8	379.0	192.6	525.5	418.9
1991	47.6	225.6	125.8	133.0	262.2	125.4	387.7	273.6
1992	77.8	162.1	147.8	129.2	129.2	77.8	162.1	147.8

Fuente: Elaboración propia

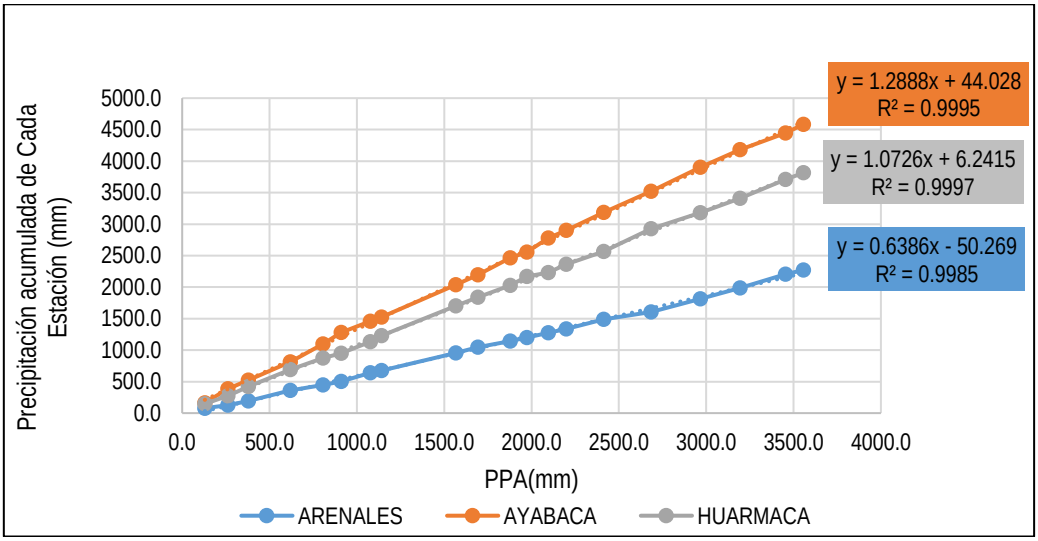


Figura C.10. FEBRERO: CDA - ZONA ALTA
Fuente: Elaboración propia

Como se obtuvieron valores de $R^2 > 0.99$, con estas ecuaciones efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.12. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	ARE	AYAB	HUAR	PROM	PPA	ARE	AYAB	HUAR
1972	65.8	132.9	110.6	103.1	3556.1	2220.7	4627.2	3820.6
1973	165.1	333.2	277.3	258.6	3453.1	2154.9	4494.3	3710.0
1974	145.4	293.4	244.2	227.7	3194.5	1989.7	4161.1	3432.7
1975	180.8	364.9	303.7	283.2	2966.8	1844.3	3867.7	3188.5
1976	173.0	349.1	290.6	270.9	2683.7	1663.5	3502.7	2884.7
1977	136.4	275.3	229.1	213.6	2412.8	1490.5	3153.6	2594.2
1978	66.4	133.9	111.5	103.9	2199.2	1354.1	2878.3	2365.1
1979	78.1	157.6	131.2	122.3	2095.2	1287.7	2744.4	2253.6
1980	60.4	121.9	101.5	94.6	1972.9	1209.6	2586.7	2122.4
1981	118.5	239.2	199.1	185.6	1878.3	1149.2	2464.8	2020.9
1982	80.6	162.6	135.3	126.2	1692.7	1030.7	2225.6	1821.8
1984	271.2	547.3	455.5	424.7	1566.5	950.1	2063.0	1686.5
1985	41.2	83.1	69.1	64.5	1141.9	678.9	1515.7	1231.0
1986	106.1	214.2	178.2	166.2	1077.4	637.8	1432.6	1161.9
1987	67.7	136.6	113.7	106.0	911.2	531.6	1218.4	983.6
1988	118.4	238.9	198.8	185.4	805.3	464.0	1081.8	870.0

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	ARE	AYAB	HUAR	PROM	PPA	ARE	AYAB	HUAR
1989	153.8	310.5	258.4	240.9	619.9	345.6	842.9	671.1
1990	74.6	150.5	125.2	116.8	379.0	191.8	532.5	412.7
1991	84.9	171.4	142.7	133.0	262.2	117.2	382.0	287.5
1992	32.3	210.6	144.8	129.2	129.2	32.3	210.6	144.8

Fuente: Elaboración propia

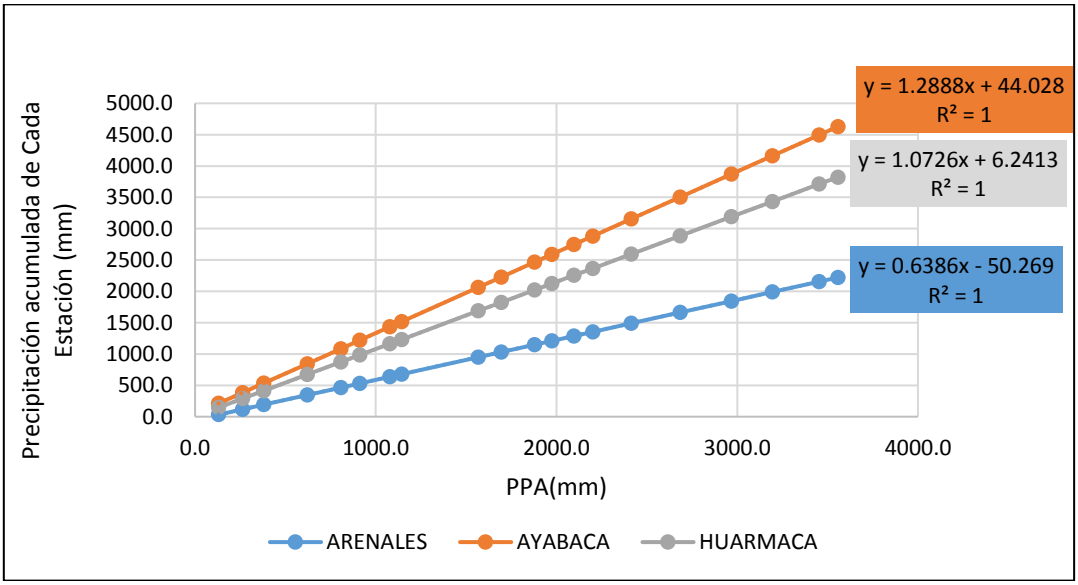


Figura C.11. FEBRERO: CDA - ZONA ALTA-CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia de la zona media

Tabla C.13. Valores totales anuales y acumulados zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	32.7	63.8	0.0	35.7	33.1	1112.3	847.7	1282.7	1252.4	1066.6
1973	41.0	185.5	191.5	64.7	120.7	1079.3	815.0	1218.9	1252.4	1030.9
1974	4.1	25.4	21.8	58	27.3	958.6	774.0	1033.4	1060.9	966.2
1975	10.8	72.1	83.7	106.4	68.3	931.3	769.9	1008.0	1039.1	908.2
1976	83.4	94.3	74.1	38.7	72.6	863.0	759.1	935.9	955.4	801.8
1977	158.3	152.3	170.7	91.6	143.2	790.4	675.7	841.6	881.3	763.1
1978	3.8	18.4	52.5	38.5	28.3	647.2	517.4	689.3	710.6	671.5
1979	0.3	6.3	3.7	34.7	11.3	618.9	513.6	670.9	658.1	633.0
1980	1.7	12.6	18.5	10.5	10.8	607.6	513.3	664.6	654.4	598.3
1981	3.8	16.8	11.3	78.7	27.7	596.8	511.6	652.0	635.9	587.8
1982	0.6	0.8	3.1	21.8	6.6	569.2	507.8	635.2	624.6	509.1
1984	120.0	105.0	206.4	127.7	139.8	562.6	507.2	634.4	621.5	487.3
1985	12.9	42.9	28.4	18.2	25.6	422.8	387.2	529.4	415.1	359.6
1986	9.3	8.7	17.8	38.6	18.6	397.2	374.3	486.5	386.7	341.4
1987	171.4	130.5	86.9	21.5	102.6	378.6	365.0	477.8	368.9	302.8
1988	10.0	7.4	14.6	67.1	24.8	276.0	193.6	347.3	282.0	281.3
1989	85.7	225.6	155.0	78.8	136.3	251.3	183.6	339.9	267.4	214.2

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1990	1.7	3.8	8.5	31.3	11.3	115.0	97.9	114.3	112.4	135.4
1991	32.6	38.4	17.0	51.9	35.0	103.7	96.2	110.5	103.9	104.1
1992	63.6	72.0	86.9	52.2	68.7	68.7	63.6	72.0	86.9	52.2

Fuente: Elaboración propia

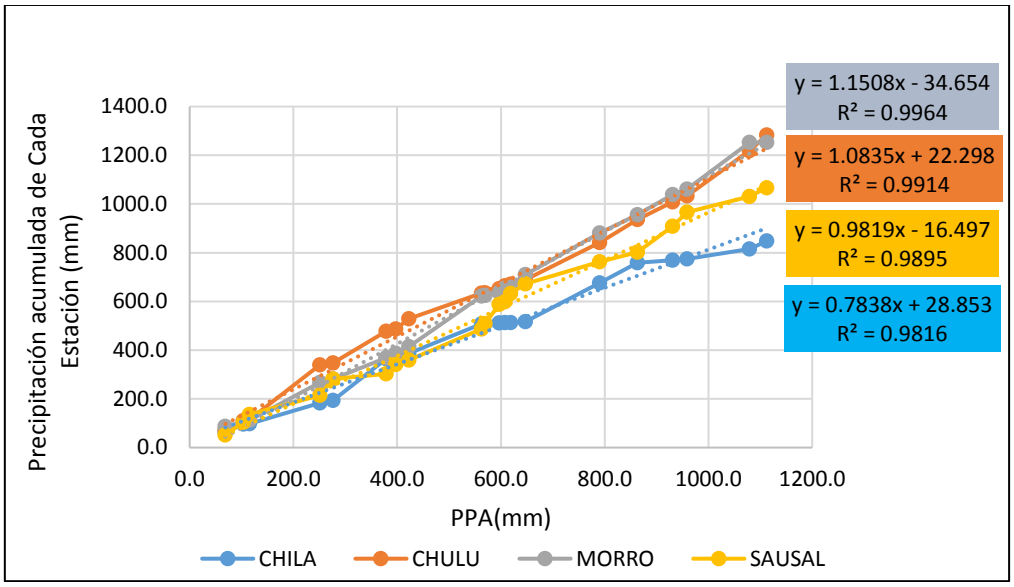


Figura C.12. FEBRERO: CDA - ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Como resultado del análisis de consistencia se obtuvieron valores de $R^2 > 0.99$, en las estaciones de Morropón y Chulucanas, se toma como patrón de precipitaciones estas estaciones y efectuamos un nuevo análisis de consistencia.

Tabla C.14. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones las estaciones Morropón y Chulucanas - zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	32.7	63.8	0.0	35.7	31.9	1267.5	847.7	1282.7	1252.4	1066.6
1973	41.0	185.5	191.5	64.7	188.5	1235.6	815.0	1218.9	1252.4	1030.9
1974	4.1	25.4	21.8	58	23.6	1047.1	774.0	1033.4	1060.9	966.2
1975	10.8	72.1	83.7	106.4	77.9	1023.5	769.9	1008.0	1039.1	908.2
1976	83.4	94.3	74.1	38.7	84.2	945.6	759.1	935.9	955.4	801.8
1977	158.3	152.3	170.7	91.6	161.5	861.4	675.7	841.6	881.3	763.1
1978	3.8	18.4	52.5	38.5	35.5	699.9	517.4	689.3	710.6	671.5
1979	0.3	6.3	3.7	34.7	5.0	664.5	513.6	670.9	658.1	633.0
1980	1.7	12.6	18.5	10.5	15.6	659.5	513.3	664.6	654.4	598.3
1981	3.8	16.8	11.3	78.7	14.1	643.9	511.6	652.0	635.9	587.8
1982	0.6	0.8	3.1	21.8	2.0	629.9	507.8	635.2	624.6	509.1
1984	120.0	105.0	206.4	127.7	155.7	627.9	507.2	634.4	621.5	487.3
1985	12.9	42.9	28.4	18.2	35.7	472.2	387.2	529.4	415.1	359.6
1986	9.3	8.7	17.8	38.6	13.3	436.6	374.3	486.5	386.7	341.4

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1987	171.4	130.5	86.9	21.5	108.7	423.3	365.0	477.8	368.9	302.8
1988	10.0	7.4	14.6	67.1	11.0	314.6	193.6	347.3	282.0	281.3
1989	85.7	225.6	155.0	78.8	190.3	303.6	183.6	339.9	267.4	214.2
1990	1.7	3.8	8.5	31.3	6.2	113.3	97.9	114.3	112.4	135.4
1991	32.6	38.4	17.0	51.9	27.7	107.2	96.2	110.5	103.9	104.1
1992	63.6	72.0	86.9	52.2	79.5	79.5	63.6	72.0	86.9	52.2

Fuente: Elaboración propia

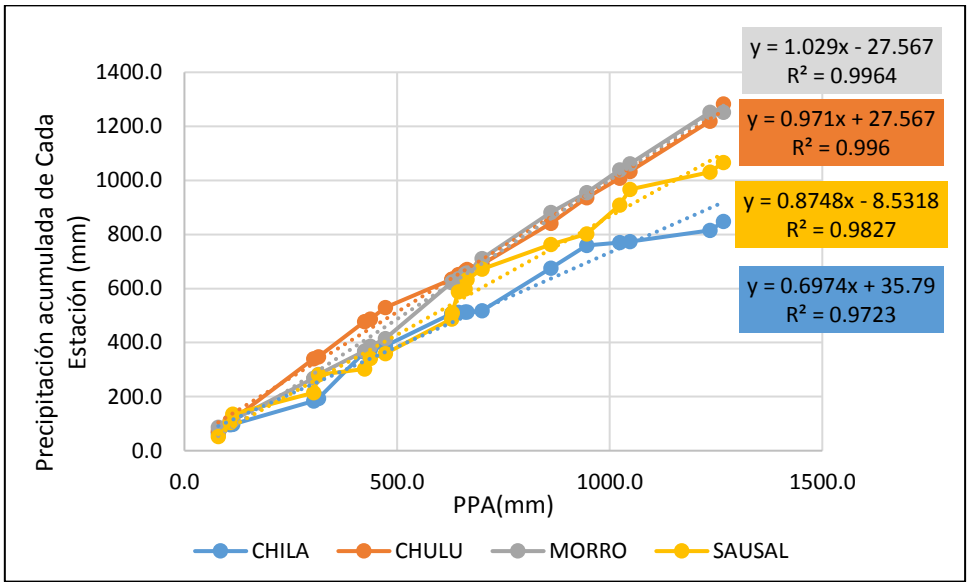


Figura C.13. FEBRERO: CDA - ZONA MEDIA TOMANDO COMO PATRON DE PRECIPITACION LAS ESTACIONES MORROPON Y CHULUCANAS
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones determinadas efectuamos la corrección de datos

Tabla C.15. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	22.2	31.0	32.8	27.9	28.5	1138.8	919.8	1258.4	1276.7	1100.3
1973	131.5	183.0	194.0	164.9	168.3	1110.3	897.5	1227.4	1243.9	1072.4
1974	16.5	22.9	24.3	20.6	21.1	942.0	766.1	1044.3	1049.9	907.5
1975	54.3	75.6	80.2	68.1	69.6	920.9	749.6	1021.4	1025.7	886.9
1976	58.7	81.8	86.6	73.7	75.2	851.3	695.3	945.8	945.5	818.7
1977	112.6	156.8	166.2	141.3	144.2	776.1	636.6	864.0	858.9	745.1
1978	24.7	34.4	36.5	31.0	31.7	631.9	523.9	707.2	692.7	603.8
1979	3.5	4.9	5.1	4.4	4.5	600.2	499.2	672.8	656.2	572.8
1980	10.8	15.1	16.0	13.6	13.9	595.8	495.7	667.9	651.1	568.4
1981	9.8	13.6	14.5	12.3	12.5	581.9	484.9	652.8	635.1	554.8
1982	1.4	1.9	2.0	1.7	1.7	569.3	475.1	639.2	620.6	542.5
1984	108.6	151.2	160.2	136.2	139.0	567.6	473.7	637.3	618.6	540.8
1985	24.9	34.6	36.7	31.2	31.8	428.6	365.1	486.1	458.4	404.6
1986	9.2	12.9	13.6	11.6	11.8	396.7	340.3	451.5	421.7	373.4

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1987	75.8	105.5	111.9	95.1	97.1	384.9	331.0	438.6	408.1	361.8
1988	7.7	10.7	11.3	9.6	9.8	287.8	255.2	333.1	296.2	266.7
1989	132.7	184.8	195.8	166.5	169.9	278.0	247.6	322.4	284.9	257.1
1990	4.3	6.0	6.3	5.4	5.5	108.0	114.8	137.6	89.1	90.6
1991	19.3	26.9	28.5	24.3	24.8	102.5	110.5	131.7	82.7	85.2
1992	91.2	104.7	54.2	61.0	77.8	77.8	91.2	104.7	54.2	61.0

Fuente: Elaboración propia

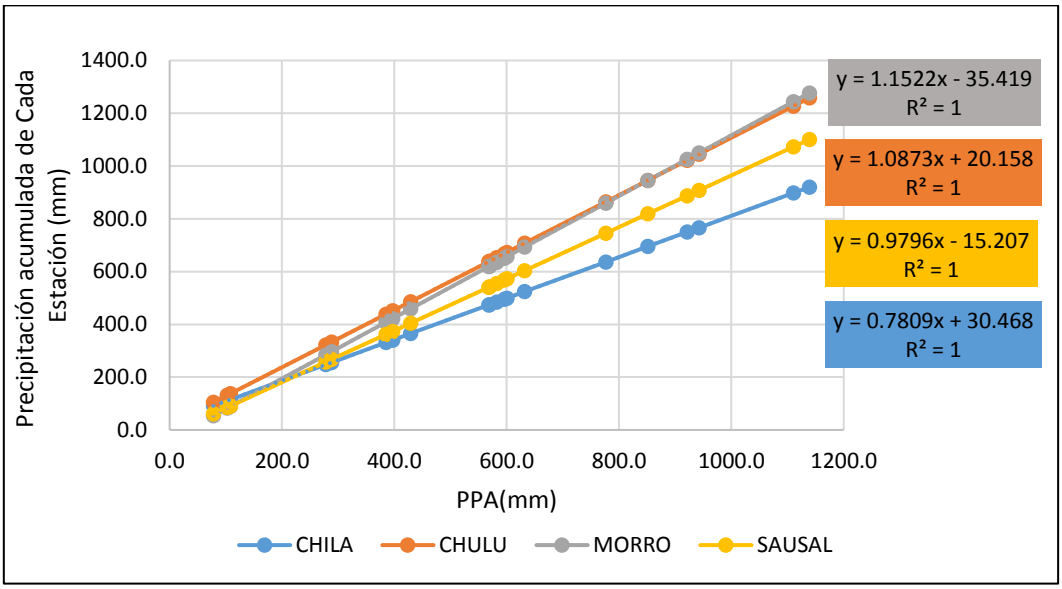


Figura C.14. FEBRERO: CDA - ZONA MEDIA - CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia de la zona baja

Tabla C.16. Valores totales anuales y acumulados zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.2	0.0	0.0	0.1	343.6	545.7	297.4	187.6
1973	17.3	38.6	8.4	21.4	343.5	545.5	297.4	187.6
1974	7.6	1.7	1.0	3.4	322.1	528.2	258.8	179.2
1975	4.3	11.0	7.5	7.6	318.6	520.6	257.1	178.2
1976	99.7	37.9	20.8	52.8	311.0	516.3	246.1	170.7
1977	43.5	31.3	33.5	36.1	258.2	416.6	208.2	149.9
1978	0.2	0.1	0.0	0.1	222.1	373.1	176.9	116.4
1979	0.2	0.0	0.0	0.1	222.0	372.9	176.8	116.4
1980	0.0	2.5	1.9	1.5	222.0	372.7	176.8	116.4
1981	4.1	1.8	0.6	2.2	220.5	372.7	174.3	114.5
1982	0.6	0.0	0.0	0.2	218.3	368.6	172.5	113.9
1984	61.3	29.7	15.1	35.4	218.1	368.0	172.5	113.9
1985	0.0	3.0	0.0	1.0	182.8	306.7	142.8	98.8
1986	7.7	7.1	1.8	5.5	181.8	306.7	139.8	98.8

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1987	184.0	78.1	42.3	101.5	176.2	299.0	132.7	97.0
1988	2.4	0.3	0.0	0.9	74.8	115.0	54.6	54.7
1989	63.3	42.0	41.1	48.8	73.9	112.6	54.3	54.7
1990	0.9	0.5	0.3	0.6	25.1	49.3	12.3	13.6
1991	5.9	0.8	4.3	3.7	24.5	48.4	11.8	13.3
1992	42.5	11.0	9.0	20.8	20.8	42.5	11.0	9.0

Fuente: Elaboración propia

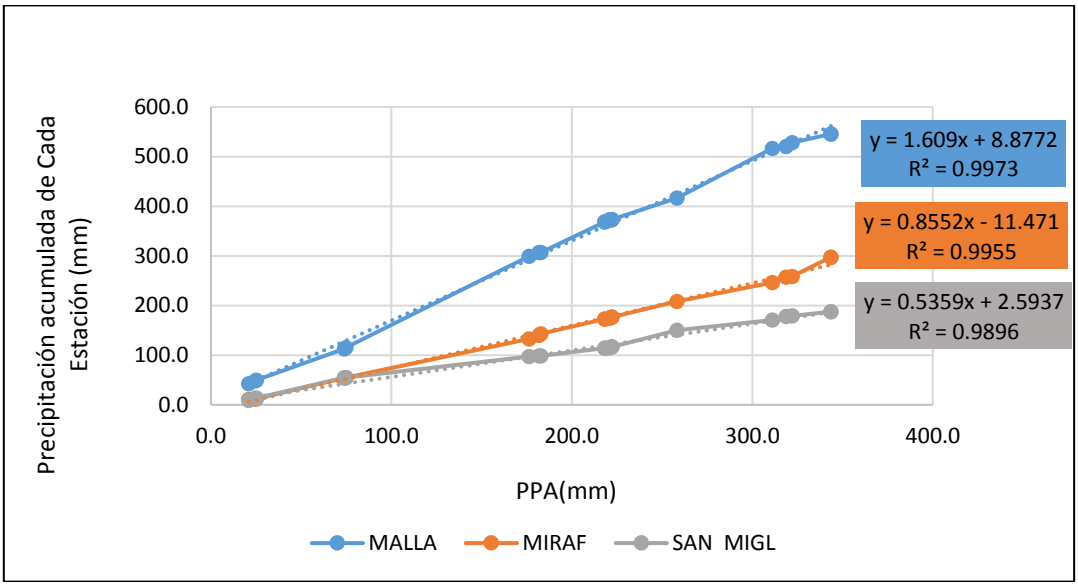


Figura C.15. FEBRERO: CDA - ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como patrón de precipitaciones las estaciones de Mallares y Miraflores ya que se obtuvieron valores de $R^2 > 0.99$, con estas ecuaciones determinadas se efectúa la corrección de datos.

Tabla C.17. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones las estaciones de Mallares y Miraflores zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.2	0.0	0.0	0.1	421.6	545.7	297.4	187.6
1973	17.3	38.6	8.4	28.0	421.5	545.5	297.4	187.6
1974	7.6	1.7	1.0	4.7	393.5	528.2	258.8	179.2
1975	4.3	11.0	7.5	7.7	388.9	520.6	257.1	178.2
1976	99.7	37.9	20.8	68.8	381.2	516.3	246.1	170.7
1977	43.5	31.3	33.5	37.4	312.4	416.6	208.2	149.9
1978	0.2	0.1	0.0	0.2	275.0	373.1	176.9	116.4
1979	0.2	0.0	0.0	0.1	274.9	372.9	176.8	116.4
1980	0.0	2.5	1.9	1.3	274.8	372.7	176.8	116.4
1981	4.1	1.8	0.6	3.0	273.5	372.7	174.3	114.5
1982	0.6	0.0	0.0	0.3	270.6	368.6	172.5	113.9
1984	61.3	29.7	15.1	45.5	270.3	368.0	172.5	113.9

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1985	0.0	3.0	0.0	1.5	224.8	306.7	142.8	98.8
1986	7.7	7.1	1.8	7.4	223.3	306.7	139.8	98.8
1987	184.0	78.1	42.3	131.1	215.9	299.0	132.7	97.0
1988	2.4	0.3	0.0	1.4	84.8	115.0	54.6	54.7
1989	63.3	42.0	41.1	52.7	83.5	112.6	54.3	54.7
1990	0.9	0.5	0.3	0.7	30.8	49.3	12.3	13.6
1991	5.9	0.8	4.3	3.4	30.1	48.4	11.8	13.3
1992	42.5	11.0	9.0	26.8	26.8	42.5	11.0	9.0

Fuente: Elaboración propia

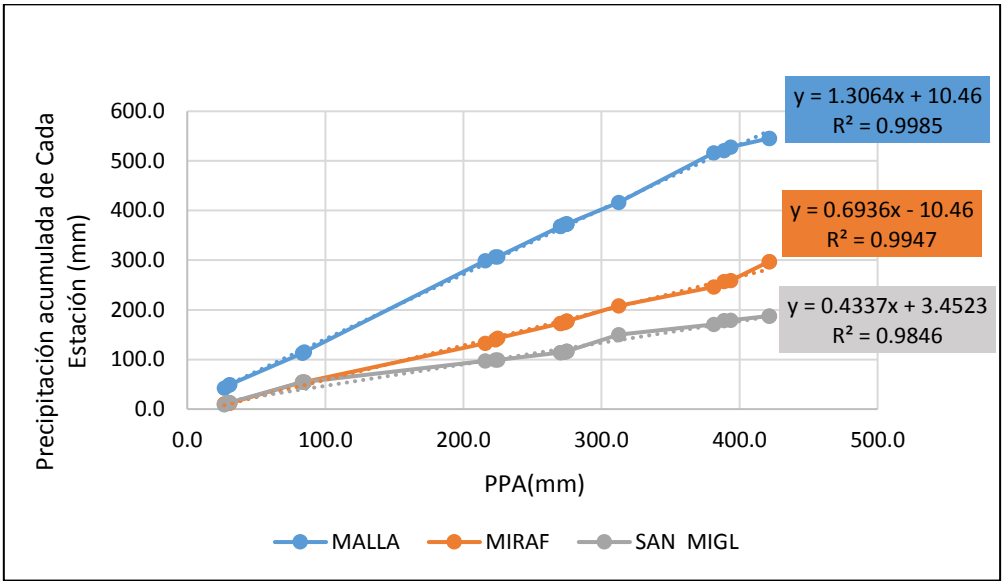


Figura C.16. FEBRERO: CDA - ZONA BAJA-TOMANDO COMO PATRON DE PRECIPITACIONES LAS ESTACIONES MALLARES Y MIRAFLORES
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones determinadas efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.18. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.1	0.1	0.0	0.1	343.1	561.2	281.9	186.3
1973	36.5	19.4	12.1	22.7	343.0	561.0	281.9	186.2
1974	6.1	3.2	2.0	3.8	320.4	524.5	262.5	174.1
1975	10.0	5.3	3.3	6.2	316.6	518.5	259.2	172.1
1976	89.9	47.7	29.8	55.8	310.4	508.5	253.9	168.8
1977	48.9	25.9	16.2	30.3	254.6	418.6	206.2	138.9
1978	0.2	0.1	0.1	0.1	224.2	369.7	180.3	122.7
1979	0.1	0.1	0.0	0.1	224.1	369.5	180.2	122.7
1980	1.6	0.9	0.5	1.0	224.0	369.4	180.1	122.6
1981	3.9	2.0	1.3	2.4	223.0	367.8	179.2	122.1

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1982	0.4	0.2	0.1	0.2	220.6	363.9	177.2	120.8
1984	59.4	31.6	19.7	36.9	220.4	363.5	177.0	120.7
1985	2.0	1.0	0.7	1.2	183.5	304.1	145.4	100.9
1986	9.7	5.1	3.2	6.0	182.3	302.1	144.4	100.3
1987	171.2	90.9	56.8	106.3	176.3	292.4	139.3	97.1
1988	1.8	0.9	0.6	1.1	69.9	121.2	48.4	40.2
1989	68.8	36.5	22.8	42.7	68.8	119.5	47.4	39.6
1990	0.9	0.5	0.3	0.6	26.1	50.7	10.9	16.8
1991	4.4	2.3	1.5	2.7	25.6	49.8	10.4	16.5
1992	45.4	8.1	15.1	22.9	22.9	45.4	8.1	15.1

Fuente: Elaboración propia

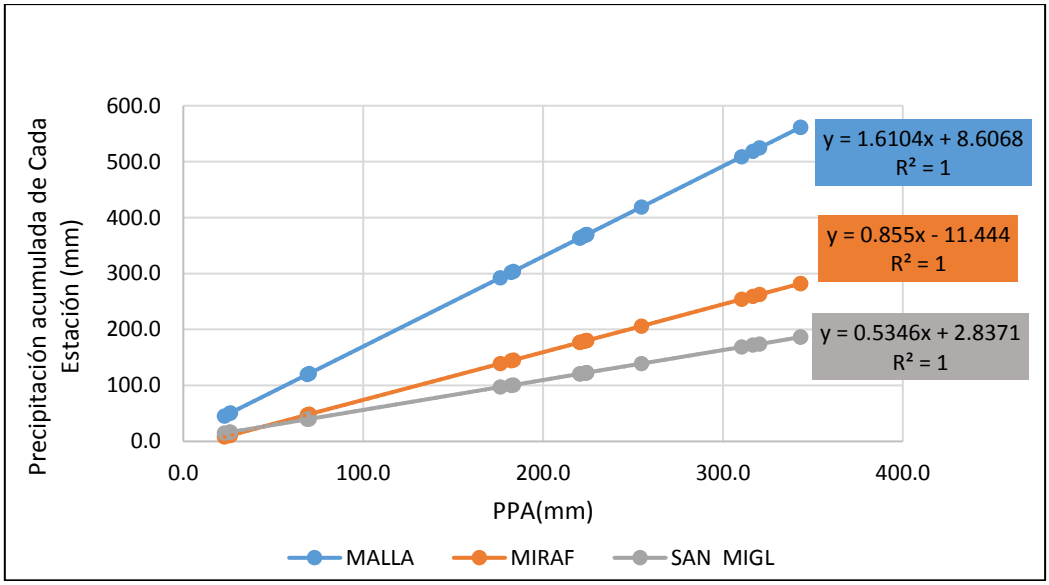


Figura C.17. FEBRERO: CDA - ZONA BAJA - CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Efectuado el análisis de consistencia en las zonas alta, media y baja, obtenemos los nuevos valores mensuales consistentes, para el mes de FEBRERO.

Tabla C.19. Valores totales anuales para el mes de febrero

AÑO	ARE	AYAB	CHILA	CHUL	HUARM	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	65.8	132.9	22.3	31.0	110.6	0.1	0.1	32.8	0.0	27.9
1973	165.1	333.2	131.5	183.0	277.3	36.5	19.4	194.0	12.1	164.9
1974	145.4	293.4	16.5	22.9	244.2	6.1	3.2	24.3	2.0	20.7
1975	180.8	365.0	54.3	75.6	303.7	10.0	5.3	80.2	3.3	68.2
1976	173.0	349.1	58.7	81.8	290.6	89.9	47.7	86.6	29.8	73.7
1977	136.4	275.3	112.6	156.8	229.1	48.9	25.9	166.2	16.2	141.3
1978	66.4	134.0	24.7	34.4	111.5	0.2	0.1	36.5	0.1	31.0
1979	78.1	157.6	3.5	4.9	131.2	0.1	0.1	5.1	0.0	4.4
1980	60.4	121.9	10.8	15.1	101.5	1.6	0.9	16.0	0.5	13.6
1981	118.6	239.2	9.8	13.6	199.1	3.9	2.1	14.5	1.3	12.3

AÑO	ARE	AYAB	CHILA	CHUL	HUARM	MALLA	MIRAF	MORR	SANMIGL	SAUS
1982	80.6	162.6	1.4	1.9	135.3	0.4	0.2	2.0	0.1	1.7
1984	271.2	547.3	108.6	151.2	455.5	59.4	31.6	160.2	19.7	136.2
1985	41.2	83.1	24.9	34.6	69.2	2.0	1.0	36.7	0.7	31.2
1986	106.1	214.2	9.2	12.9	178.2	9.7	5.1	13.6	3.2	11.6
1987	67.7	136.6	75.8	105.6	113.7	171.2	90.9	111.9	56.8	95.1
1988	118.4	238.9	7.7	10.7	198.8	1.8	0.9	11.3	0.6	9.6
1989	153.8	310.5	132.7	184.8	258.4	68.8	36.5	195.8	22.8	166.5
1990	74.6	150.5	4.3	6.0	125.2	0.9	0.5	6.3	0.3	5.4
1991	84.9	171.4	19.3	26.9	142.7	4.4	2.3	28.5	1.5	24.3
1992	32.3	210.6	91.2	104.7	144.9	45.4	8.1	54.2	15.1	61.0

Fuente: Elaboración propia

Mes de Marzo

Análisis de consistencia de la zona alta

Tabla C.20. Valores totales anuales y acumulados zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUARM	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUARM
1972	196.8	424.1	512.0	377.6	4109.9	2473.5	4971.1	4885.0
1973	159.8	321.1	256.7	245.9	3732.3	2276.8	4547.0	4373.0
1974	87.0	162.5	90.7	113.4	3486.4	2117.0	4225.9	4116.3
1975	148.9	462.3	344.2	318.5	3373.0	2030.0	4063.4	4025.6
1976	192.7	388.2	240.7	273.9	3054.5	1881.1	3601.1	3681.4
1977	160.0	195.9	261.0	205.6	2780.7	1688.4	3212.9	3440.7
1978	114.7	101.4	210.9	142.3	2575.0	1528.4	3017.0	3179.7
1979	193.3	422.5	415.1	343.6	2432.7	1413.7	2915.6	2968.8
1980	71.5	110.9	116.9	99.8	2089.1	1220.4	2493.1	2553.7
1981	177.1	330.0	348.3	285.1	1989.3	1148.9	2382.2	2436.8
1982	21.7	41.1	48.9	37.2	1704.2	971.8	2052.2	2088.5
1984	172.6	396.8	232.0	267.1	1666.9	950.1	2011.1	2039.6
1985	39.4	117.2	173.4	110.0	1399.8	777.5	1614.3	1807.6
1986	30.5	57.0	92.6	60.0	1289.8	738.1	1497.1	1634.2
1987	86.9	234.2	319.3	213.5	1229.8	707.6	1440.1	1541.6
1988	30.8	39.5	25.3	31.9	1016.3	620.7	1205.9	1222.3
1989	147.7	357.1	562.6	355.8	984.4	589.9	1166.4	1197.0
1990	70.0	189.6	107.1	122.2	628.6	442.2	809.3	634.4
1991	271.6	407.4	277.1	318.7	506.4	372.2	619.7	527.3
1992	100.6	212.3	250.2	187.7	187.7	100.6	212.3	250.2

Fuente: Elaboración propia

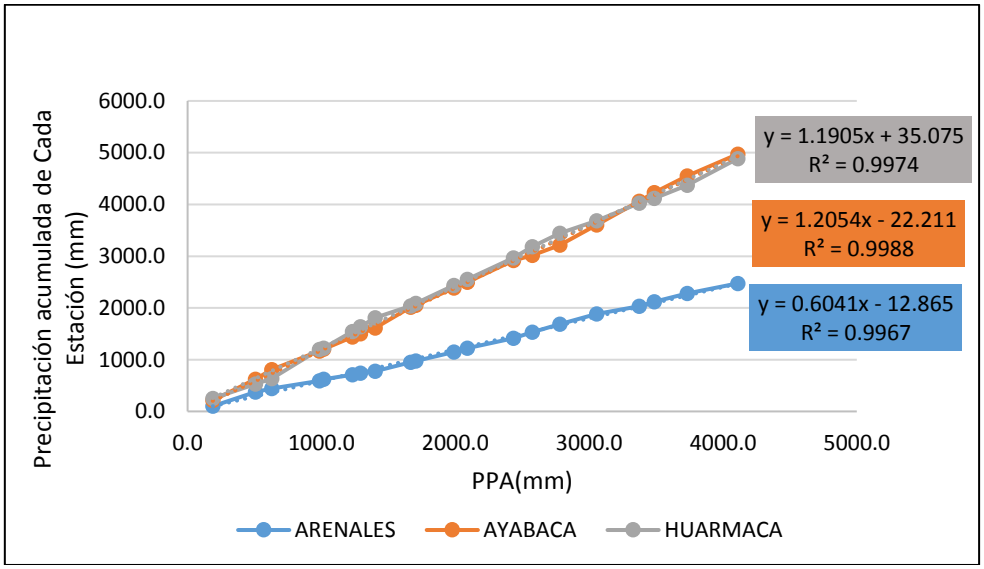


Figura C.18. MARZO: CDA - ZONA ALTA
Fuente: Elaboración propia

Realizado el análisis de consistencia, se obtuvieron valores de R2 > 0.99, con estas ecuaciones efectuamos la corrección de datos

Tabla C.21. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUARM	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUARM
1972	228.1	455.2	449.6	377.6	4109.9	2469.9	4931.8	4927.9
1973	148.5	296.4	292.7	245.9	3732.3	2241.8	4476.7	4478.3
1974	68.5	136.7	135.0	113.4	3486.4	2093.3	4180.3	4185.6
1975	192.4	383.9	379.1	318.5	3373.0	2024.8	4043.6	4050.6
1976	165.4	330.1	326.0	273.9	3054.5	1832.4	3659.7	3671.5
1977	124.2	247.9	244.8	205.6	2780.7	1666.9	3329.6	3345.4
1978	86.0	171.6	169.4	142.3	2575.0	1542.7	3081.7	3100.6
1979	207.6	414.2	409.1	343.6	2432.7	1456.7	2910.2	2931.2
1980	60.3	120.3	118.8	99.8	2089.1	1249.1	2495.9	2522.1
1981	172.2	343.7	339.5	285.1	1989.3	1188.9	2375.7	2403.3
1982	22.5	44.9	44.3	37.2	1704.2	1016.6	2032.0	2063.9
1984	161.4	322.0	318.0	267.1	1666.9	994.1	1987.1	2019.5
1985	66.5	132.6	131.0	110.0	1399.8	832.7	1665.1	1701.5
1986	36.3	72.4	71.5	60.0	1289.8	766.3	1532.5	1570.6
1987	129.0	257.3	254.1	213.5	1229.8	730.0	1460.1	1499.1
1988	19.3	38.4	37.9	31.9	1016.3	601.1	1202.8	1245.0
1989	214.9	428.9	423.6	355.8	984.4	581.8	1164.4	1207.0
1990	73.8	147.3	145.5	122.2	628.6	366.9	735.5	783.5
1991	192.5	384.2	379.4	318.7	506.4	293.0	588.2	637.9
1992	100.5	204.0	258.5	187.7	187.7	100.5	204.0	258.5

Fuente: Elaboración propia

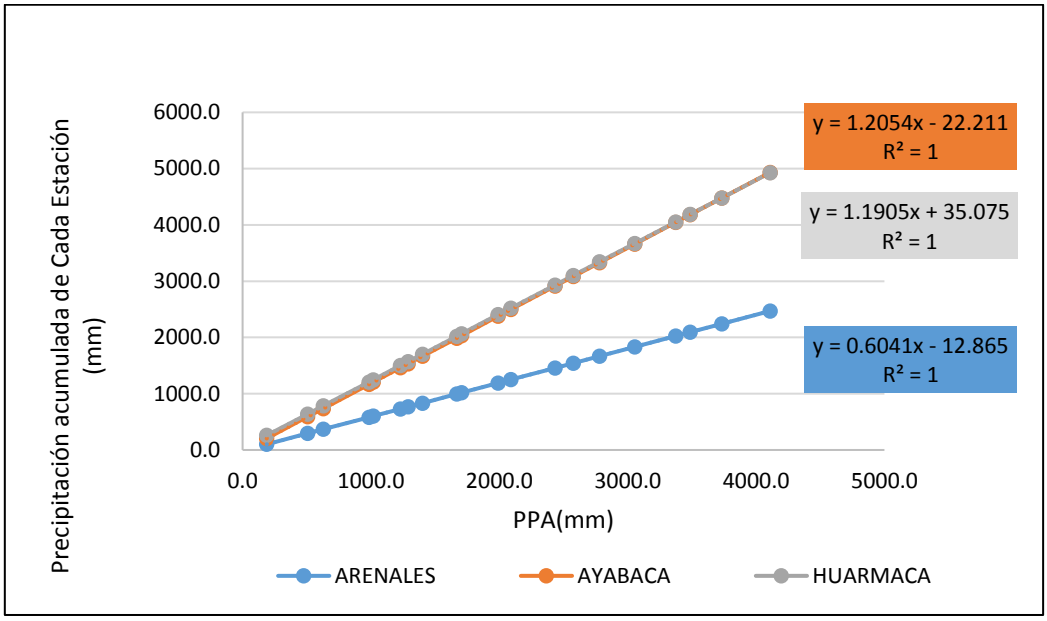


Figura C.19. MARZO: CDA - ZONA ALTA - CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia de la zona media

Tabla C.22. Valores totales anuales y acumulados zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	427.7	557.6	275.4	176.3	359.3	2155.7	1911.2	2279.6	3127.7	1304.4
1973	85.7	118.0	188.6	67.8	115.0	1796.5	1483.5	1722.0	2852.3	1128.1
1974	0.5	7.7	10.9	19.4	9.6	1681.4	1397.8	1604.0	2663.7	1060.3
1975	145.1	102.0	223.9	99.9	142.7	1671.8	1397.3	1596.3	2652.8	1040.9
1976	116.6	42.3	86.5	78	80.9	1529.1	1252.2	1494.3	2428.9	941.0
1977	100.4	143.2	195.7	71.3	127.7	1448.2	1135.6	1452.0	2342.4	863.0
1978	69.5	56.6	55.4	85.6	66.8	1320.6	1035.2	1308.8	2146.7	791.7
1979	4.9	39.8	85.9	83.1	53.4	1253.8	965.7	1252.2	2091.3	706.1
1980	19.4	73.4	91.6	25.1	52.4	1200.4	960.8	1212.4	2005.4	623.0
1981	70.2	223.3	577.2	116.6	246.8	1148.0	941.4	1139.0	1913.8	597.9
1982	0.0	0.0	0.0	3.2	0.8	901.2	871.2	915.7	1336.6	481.3
1984	50.6	89.9	108.7	106.4	88.9	900.4	871.2	915.7	1336.6	478.1
1985	83.0	59.7	88.4	23.2	63.6	811.5	820.6	825.8	1227.9	371.7
1986	0.0	5.2	156.4	15	44.1	747.9	737.6	766.1	1139.5	348.5
1987	286.7	239.4	396.7	74.3	249.3	703.8	737.6	760.9	983.1	333.5
1988	0.3	0.0	0.3	3.0	0.9	454.5	450.9	521.5	586.4	259.2
1989	139.4	148.9	114.2	63.7	116.6	453.6	450.6	521.5	586.1	256.2
1990	4.0	33.4	11.5	50.6	24.9	337.0	311.2	372.6	471.9	192.5
1991	45.3	52.2	45.6	76.4	54.9	312.2	307.2	339.2	460.4	141.9
1992	261.9	287.0	414.8	65.5	257.3	257.3	261.9	287.0	414.8	65.5

Fuente: Elaboración propia

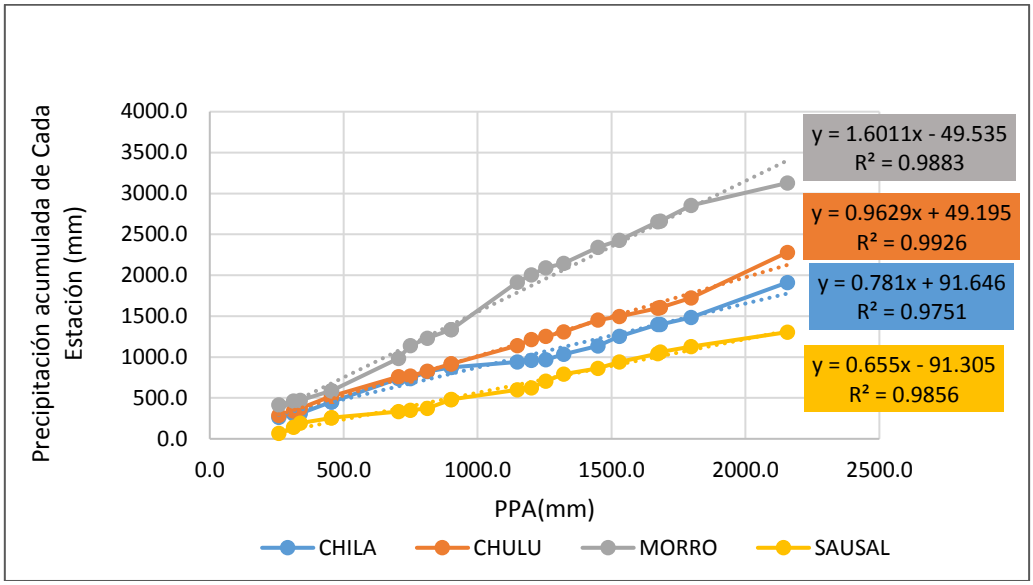


Figura C.20. MARZO: CDA - ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como patrón de precipitaciones la estación de Chulucanas, ya que presenta un valor de $R^2 > 0.99$.

Tabla C.23. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación de Chulucanas zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHIL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHIL	MORR	SAUS
1972	427.7	557.6	275.4	176.3	557.6	2279.6	1911.2	2279.6	3127.7	1304.4
1973	85.7	118.0	188.6	67.8	118.0	1722.0	1483.5	1722.0	2852.3	1128.1
1974	0.5	7.7	10.9	19.4	7.7	1604.0	1397.8	1604.0	2663.7	1060.3
1975	145.1	102.0	223.9	99.9	102.0	1596.3	1397.3	1596.3	2652.8	1040.9
1976	116.6	42.3	86.5	78	42.3	1494.3	1252.2	1494.3	2428.9	941.0
1977	100.4	143.2	195.7	71.3	143.2	1452.0	1135.6	1452.0	2342.4	863.0
1978	69.5	56.6	55.4	85.6	56.6	1308.8	1035.2	1308.8	2146.7	791.7
1979	4.9	39.8	85.9	83.1	39.8	1252.2	965.7	1252.2	2091.3	706.1
1980	19.4	73.4	91.6	25.1	73.4	1212.4	960.8	1212.4	2005.4	623.0
1981	70.2	223.3	577.2	116.6	223.3	1139.0	941.4	1139.0	1913.8	597.9
1982	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	915.7	871.2	915.7	1336.6	481.3
1984	50.6	89.9	108.7	106.4	89.9	915.7	871.2	915.7	1336.6	478.1
1985	83.0	59.7	88.4	23.2	59.7	825.8	820.6	825.8	1227.9	371.7
1986	0.0	5.2	156.4	15	5.2	766.1	737.6	766.1	1139.5	348.5
1987	286.7	239.4	396.7	74.3	239.4	760.9	737.6	760.9	983.1	333.5
1988	0.3	0.0	0.3	3.0	0.0	521.5	450.9	521.5	586.4	259.2
1989	139.4	148.9	114.2	63.7	148.9	521.5	450.6	521.5	586.1	256.2
1990	4.0	33.4	11.5	50.6	33.4	372.6	311.2	372.6	471.9	192.5
1991	45.3	52.2	45.6	76.4	52.2	339.2	307.2	339.2	460.4	141.9
1992	261.9	287.0	414.8	65.5	287.0	287.0	261.9	287.0	414.8	65.5

Fuente: Elaboración propia

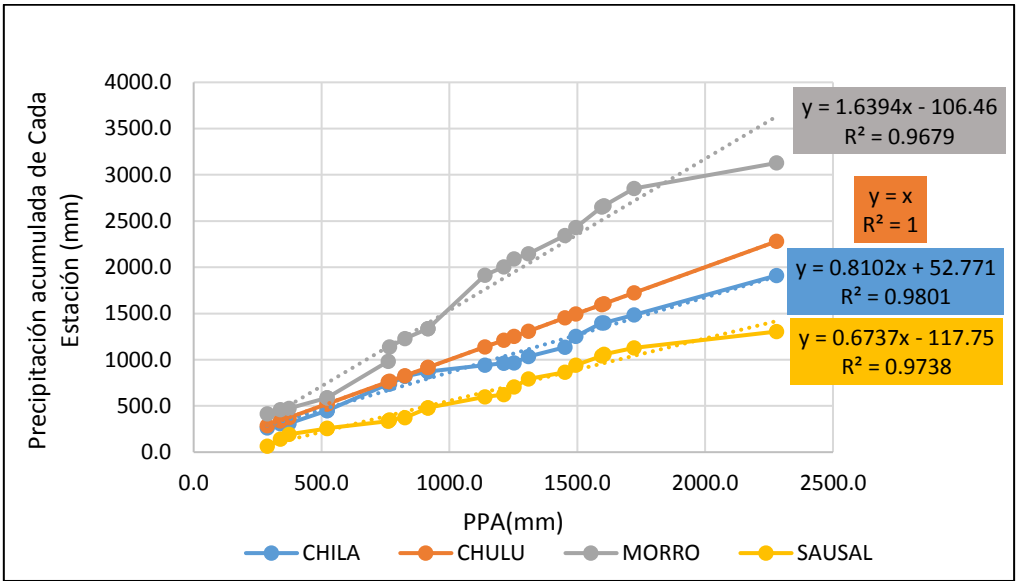


Figura C.21. MARZO: CDA - ZONA MEDIA – TOMANDO COMO PATRON DE PRECIPITACIONES LA ESTACION CHULUCANAS
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones determinadas efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.24. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	451.8	557.6	914.1	375.7	574.8	2307.0	1899.7	2279.6	3630.7	1418.0
1973	95.6	118.0	193.4	79.5	121.6	1732.2	1447.9	1722.0	2716.5	1042.3
1974	6.2	7.7	12.6	5.2	7.9	1610.6	1352.3	1604.0	2523.1	962.8
1975	82.6	102.0	167.2	68.7	105.1	1602.6	1346.1	1596.3	2510.5	957.7
1976	34.3	42.3	69.3	28.5	43.6	1497.5	1263.4	1494.3	2343.3	888.9
1977	116.0	143.2	234.8	96.5	147.6	1453.9	1229.2	1452.0	2273.9	860.4
1978	45.9	56.6	92.8	38.1	58.3	1306.3	1113.1	1308.8	2039.1	764.0
1979	32.2	39.8	65.2	26.8	41.0	1247.9	1067.3	1252.2	1946.4	725.8
1980	59.5	73.4	120.3	49.4	75.7	1206.9	1035.0	1212.4	1881.1	699.0
1981	180.9	223.3	366.1	150.4	230.2	1131.2	975.6	1139.0	1760.8	649.6
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	901.0	794.7	915.7	1394.7	499.1
1984	72.8	89.9	147.4	60.6	92.7	901.0	794.7	915.7	1394.7	499.1
1985	48.4	59.7	97.9	40.2	61.5	808.4	721.8	825.8	1247.3	438.6
1986	4.2	5.2	8.5	3.5	5.4	746.8	673.4	766.1	1149.4	398.4
1987	194.0	239.4	392.5	161.3	246.8	741.5	669.2	760.9	1140.9	394.9
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	494.7	475.3	521.5	748.4	233.6
1989	120.6	148.9	244.1	100.3	153.5	494.7	475.3	521.5	748.4	233.6
1990	27.1	33.4	54.8	22.5	34.4	341.2	354.6	372.6	504.3	133.3
1991	42.3	52.2	85.6	35.2	53.8	306.8	327.6	339.2	449.6	110.8
1992	285.3	287.0	364.0	75.6	252.9	252.9	285.3	287.0	364.0	75.6

Fuente: Elaboración propia

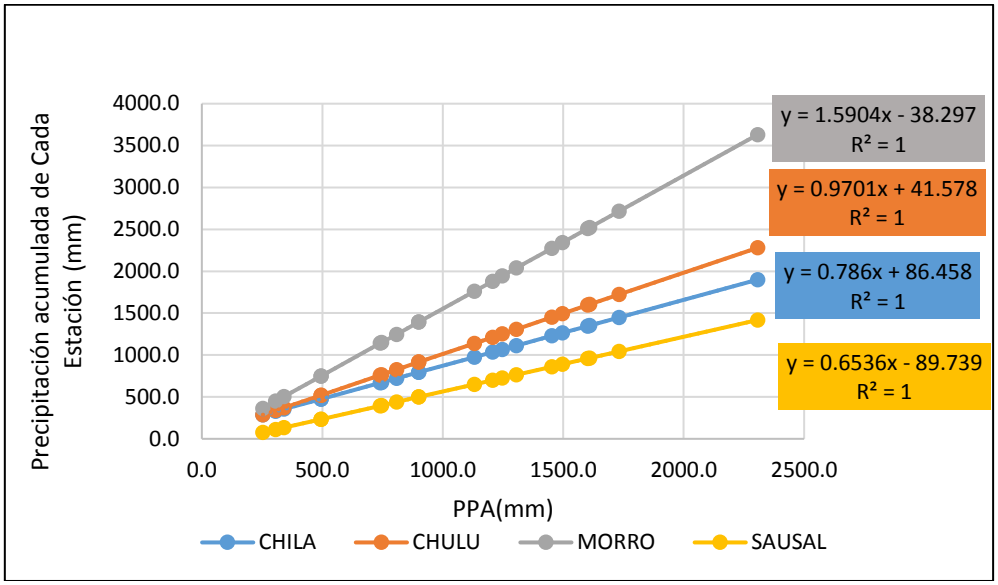


Figura C.22. MARZO: CDA - ZONA MEDIA - CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia de la zona baja

Tabla C.25. Valores totales anuales y acumulados zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	151.5	167.3	0.0	106.3	575.6	728.7	673.1	325.1
1973	29.8	23.1	4.1	19.0	469.3	577.2	505.8	325.1
1974	0.9	1.4	2.0	1.4	450.3	547.4	482.7	321.0
1975	32.1	21.4	15.8	23.1	448.9	546.5	481.3	319.0
1976	3.1	1.1	0.8	1.7	425.8	514.4	459.9	303.2
1977	9.8	22.0	17.5	16.4	424.1	511.3	458.8	302.4
1978	41.1	38.6	33.1	37.6	407.7	501.5	436.8	284.9
1979	5.2	1.0	1.0	2.4	370.1	460.4	398.2	251.8
1980	17.2	13.7	8.2	13.0	367.7	455.2	397.2	250.8
1981	19.9	25.7	23.6	23.1	354.7	438.0	383.5	242.6
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	331.6	418.1	357.8	219.0
1984	11.4	8.0	5.5	8.3	331.6	418.1	357.8	219.0
1985	5.1	16.0	10.5	10.5	323.3	406.7	349.8	213.5
1986	38.6	33.7	16.3	29.5	312.8	401.6	333.8	203.0
1987	92.2	98.6	30.5	73.8	283.2	362.9	300.1	186.7
1988	1.4	0.0	0.0	0.5	209.5	270.7	201.5	156.2
1989	38.6	9.1	10.1	19.3	209.0	269.3	201.5	156.2
1990	1.4	3.7	4.1	3.1	189.7	230.7	192.4	146.1
1991	26.9	1.6	4.0	10.8	186.7	229.3	188.7	142.0
1992	202.4	187.1	138.0	175.8	175.8	202.4	187.1	138.0

Fuente: Elaboración propia

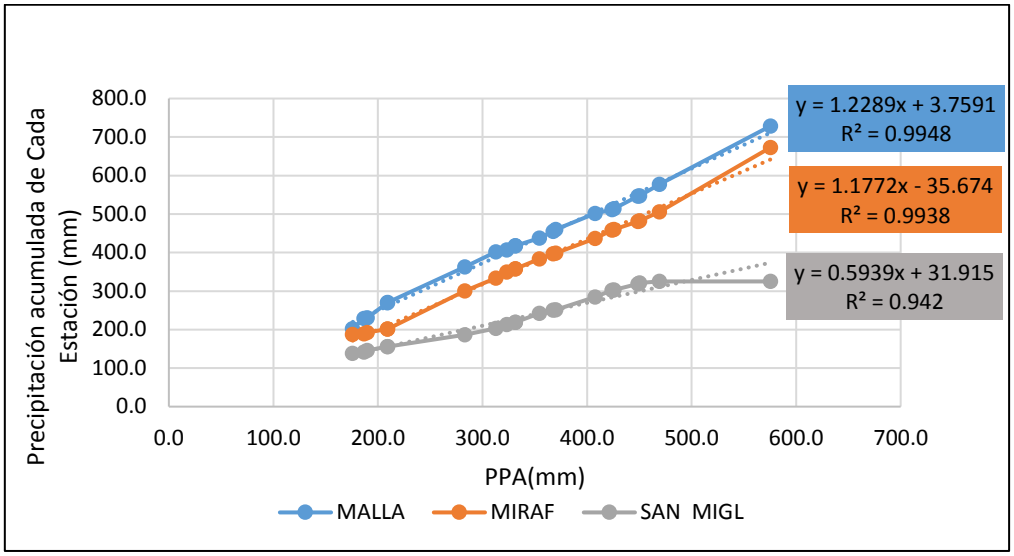


Figura C.23. MARZO: CDA - ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Realizado el análisis de consistencia, se obtuvieron valores de R2 > 0.99, en las estaciones Mallares y Miraflores, se tomará como patrón de precipitaciones dichas estaciones para realizar un nuevo análisis de consistencia.

Tabla C.26. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones las estaciones Mallares y Miraflores - zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	151.5	167.3	0.0	159.4	700.9	728.7	673.1	325.1
1973	29.8	23.1	4.1	26.5	541.5	577.2	505.8	325.1
1974	0.9	1.4	2.0	1.2	515.0	547.4	482.7	321.0
1975	32.1	21.4	15.8	26.8	513.9	546.5	481.3	319.0
1976	3.1	1.1	0.8	2.1	487.1	514.4	459.9	303.2
1977	9.8	22.0	17.5	15.9	485.0	511.3	458.8	302.4
1978	41.1	38.6	33.1	39.9	469.1	501.5	436.8	284.9
1979	5.2	1.0	1.0	3.1	429.3	460.4	398.2	251.8
1980	17.2	13.7	8.2	15.5	426.2	455.2	397.2	250.8
1981	19.9	25.7	23.6	22.8	410.7	438.0	383.5	242.6
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	387.9	418.1	357.8	219.0
1984	11.4	8.0	5.5	9.7	387.9	418.1	357.8	219.0
1985	5.1	16.0	10.5	10.6	378.2	406.7	349.8	213.5
1986	38.6	33.7	16.3	36.1	367.7	401.6	333.8	203.0
1987	92.2	98.6	30.5	95.4	331.5	362.9	300.1	186.7
1988	1.4	0.0	0.0	0.7	236.1	270.7	201.5	156.2
1989	38.6	9.1	10.1	23.9	235.4	269.3	201.5	156.2
1990	1.4	3.7	4.1	2.6	211.6	230.7	192.4	146.1
1991	26.9	1.6	4.0	14.3	209.0	229.3	188.7	142.0
1992	202.4	187.1	138.0	194.8	194.8	202.4	187.1	138.0

Fuente: Elaboración propia

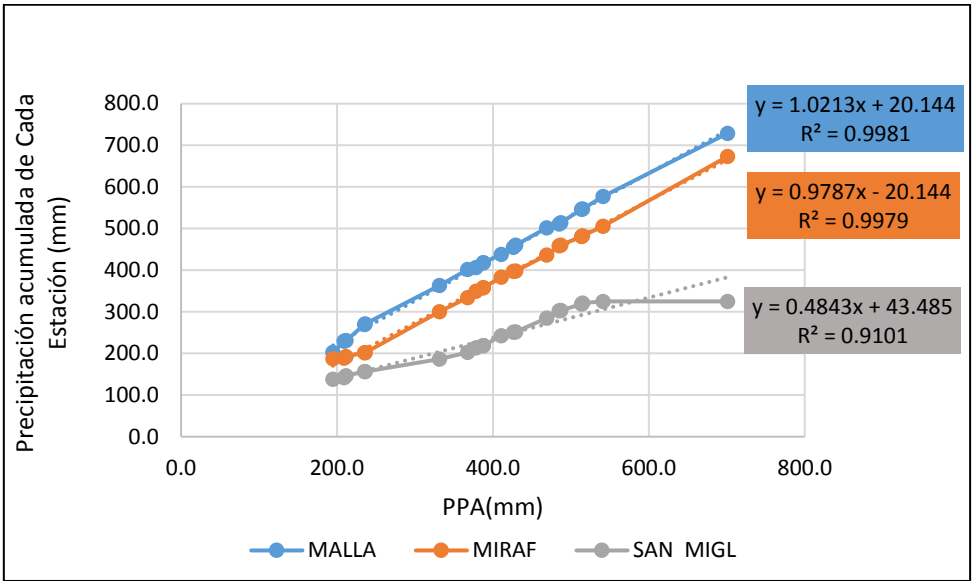


Figura C.24. MARZO: CDA - ZONA BAJA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LAS ESTACIONES MALLARES Y MIRAFLORES
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones halladas, se efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.27. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	162.8	156.0	77.2	132.0	594.9	735.9	665.8	382.9
1973	27.0	25.9	12.8	21.9	462.9	573.1	509.8	305.7
1974	1.2	1.1	0.6	1.0	441.0	546.1	483.9	292.9
1975	27.3	26.2	13.0	22.2	440.0	544.9	482.8	292.3
1976	2.1	2.1	1.0	1.7	417.9	517.6	456.6	279.4
1977	16.2	15.6	7.7	13.2	416.1	515.5	454.5	278.4
1978	40.7	39.0	19.3	33.0	403.0	499.2	439.0	270.7
1979	3.2	3.0	1.5	2.6	370.0	458.5	400.0	251.4
1980	15.8	15.1	7.5	12.8	367.4	455.4	396.9	249.9
1981	23.3	22.3	11.0	18.9	354.6	439.6	381.8	242.4
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	335.7	416.3	359.5	231.3
1984	9.9	9.5	4.7	8.0	335.7	416.3	359.5	231.3
1985	10.8	10.3	5.1	8.7	327.7	406.4	350.0	226.7
1986	36.9	35.4	17.5	29.9	319.0	395.6	339.7	221.5
1987	97.4	93.4	46.2	79.0	289.0	358.7	304.3	204.0
1988	0.7	0.7	0.3	0.6	210.0	261.3	210.9	157.8
1989	24.4	23.4	11.6	19.8	209.4	260.6	210.3	157.5
1990	2.6	2.5	1.2	2.1	189.7	236.2	186.9	145.9
1991	14.6	13.9	6.9	11.8	187.6	233.6	184.4	144.7
1992	219.0	170.5	137.8	175.8	175.8	219.0	170.5	137.8

Fuente: Elaboración propia

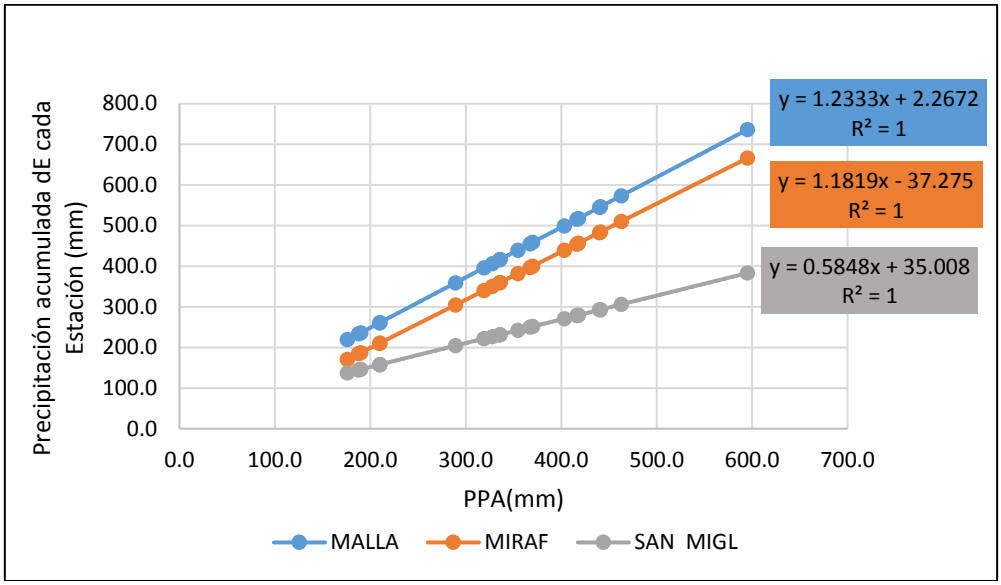


Figura C.25. MARZO: CDA - ZONA BAJA - CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Efectuado el análisis de consistencia en la zona alta, media y baja, para el mes de MARZO, se obtuvieron los nuevos valores, para cada estación y año.

Tabla C.28. Valores totales anuales para el mes de marzo

AÑO	ARE	AYAB	CHILA	CHUL	HUARM	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	228.1	455.2	451.8	557.6	449.6	162.8	156.0	914.1	77.2	375.7
1973	148.5	296.4	95.6	118.0	292.7	27.0	25.9	193.5	12.8	79.5
1974	68.5	136.7	6.2	7.7	135.0	1.2	1.1	12.6	0.6	5.2
1975	192.4	383.9	82.6	102.0	379.1	27.3	26.2	167.2	13.0	68.7
1976	165.4	330.1	34.3	42.3	326.0	2.1	2.1	69.4	1.0	28.5
1977	124.2	247.9	116.0	143.2	244.8	16.2	15.6	234.8	7.7	96.5
1978	86.0	171.6	45.9	56.6	169.5	40.7	39.0	92.8	19.3	38.1
1979	207.6	414.2	32.3	39.8	409.1	3.2	3.0	65.3	1.5	26.8
1980	60.3	120.3	59.5	73.4	118.8	15.8	15.1	120.3	7.5	49.5
1981	172.3	343.7	180.9	223.3	339.5	23.3	22.3	366.1	11.0	150.4
1982	22.5	44.9	0.0	0.0	44.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1984	161.4	322.0	72.8	89.9	318.0	9.9	9.5	147.4	4.7	60.6
1985	66.5	132.6	48.4	59.7	131.0	10.8	10.3	97.9	5.1	40.2
1986	36.3	72.4	4.2	5.2	71.5	36.9	35.4	8.5	17.5	3.5
1987	129.0	257.3	194.0	239.4	254.1	97.4	93.4	392.5	46.2	161.3
1988	19.3	38.4	0.0	0.0	37.9	0.7	0.7	0.0	0.3	0.0
1989	214.9	428.9	120.6	148.9	423.6	24.4	23.4	244.1	11.6	100.3
1990	73.8	147.3	27.1	33.4	145.5	2.6	2.5	54.8	1.2	22.5
1991	192.5	384.2	42.3	52.2	379.4	14.6	14.0	85.6	6.9	35.2
1992	100.5	204.0	285.3	287.0	258.5	219.0	170.5	364.0	137.8	75.6

Fuente: Elaboración propia

Mes de Abril
Análisis de consistencia de la zona alta

Tabla C.29. Valores totales anuales y acumulados zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	92.0	193.5	213.5	166.3	3058.0	1874.8	4311.4	2987.7
1973	245.6	329.9	226.4	267.3	2891.6	1782.8	4117.9	2774.2
1974	43.0	121.8	52.8	72.5	2624.3	1537.2	3788.0	2547.8
1975	85.8	207.4	210.8	168.0	2551.8	1494.2	3666.2	2495.0
1976	85.1	241.6	131.1	152.6	2383.8	1408.4	3458.8	2284.2
1977	112.9	242.3	228.7	194.6	2231.2	1323.3	3217.2	2153.1
1978	63.8	116.6	151.8	110.7	2036.6	1210.4	2974.9	1924.4
1979	74.3	217.8	86.9	126.3	1925.8	1146.6	2858.3	1772.6
1980	110.4	215.6	129.1	151.7	1799.5	1072.3	2640.5	1685.7
1981	97.7	149.5	101.3	116.2	1647.8	961.9	2424.9	1556.6
1982	117.1	137.8	155.6	136.8	1531.6	864.2	2275.4	1455.3
1984	72.0	296.4	121.9	163.4	1394.8	747.1	2137.6	1299.7
1985	8.9	51.2	39.3	33.1	1231.4	675.1	1841.2	1177.8
1986	137.2	279.4	242.4	219.7	1198.2	666.2	1790.0	1138.5
1987	106.0	242.7	155.6	168.1	978.6	529.0	1510.6	896.1
1988	94.5	198.0	85.1	125.9	810.5	423.0	1267.9	740.5
1989	42.2	331.1	118.2	163.8	684.6	328.5	1069.9	655.4
1990	102.1	314.3	158.4	191.6	520.8	286.3	738.8	537.2
1991	37.8	111.4	66.9	72.0	329.2	184.2	424.5	378.8
1992	146.4	313.1	311.9	257.1	257.1	146.4	313.1	311.9

Fuente: Elaboración propia

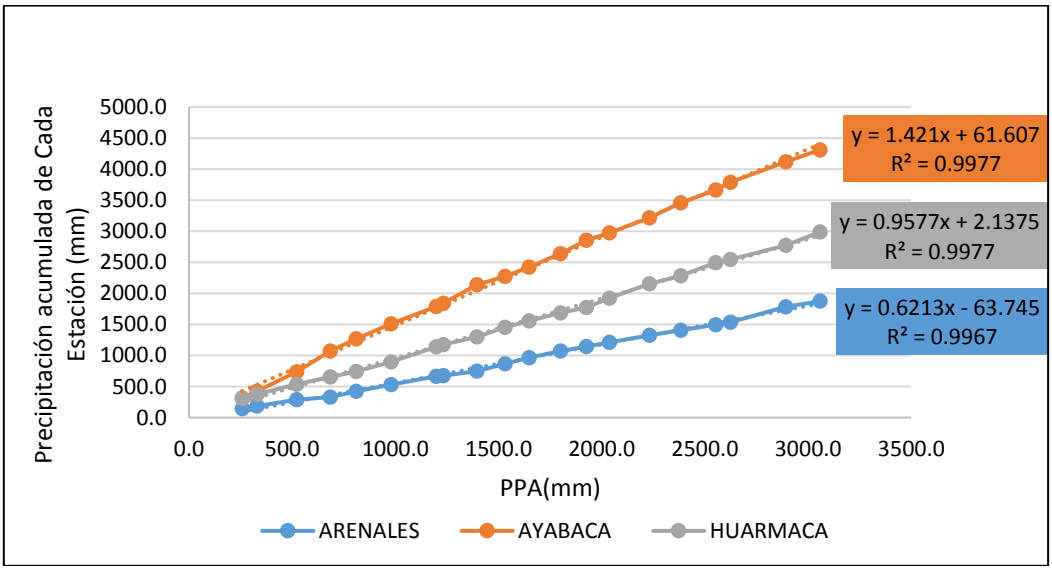


Figura C.26. ABRIL: CDA - ZONA ALTA
Fuente: Elaboración propia

Se obtuvieron valores de $R^2 > 0.99$, en las 3 estaciones, efectuamos la corrección de datos con las ecuaciones encontradas.

Tabla C.30. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	103.3	236.4	159.3	166.3	3058.0	1836.2	4407.0	2930.7
1973	166.1	379.8	256.0	267.3	2891.6	1732.8	4170.6	2771.4
1974	45.1	103.1	69.5	72.5	2624.3	1566.7	3790.8	2515.4
1975	104.4	238.7	160.9	168.0	2551.8	1521.7	3687.7	2446.0
1976	94.8	216.8	146.1	152.6	2383.8	1417.3	3449.0	2285.1
1977	120.9	276.6	186.4	194.6	2231.2	1322.5	3232.1	2138.9
1978	68.8	157.4	106.0	110.7	2036.6	1201.6	2955.5	1952.5
1979	78.5	179.5	121.0	126.3	1925.8	1132.8	2798.2	1846.5
1980	94.3	215.6	145.3	151.7	1799.5	1054.3	2618.7	1725.5
1981	72.2	165.1	111.3	116.2	1647.8	960.0	2403.1	1580.2
1982	85.0	194.4	131.0	136.8	1531.6	887.8	2238.0	1469.0
1984	101.5	232.2	156.5	163.4	1394.8	802.8	2043.6	1337.9
1985	20.6	47.1	31.7	33.1	1231.4	701.3	1811.4	1181.4
1986	136.5	312.1	210.4	219.7	1198.2	680.7	1764.3	1149.7
1987	104.4	238.9	161.0	168.1	978.6	544.2	1452.1	939.3
1988	78.2	178.9	120.5	125.9	810.5	439.8	1213.3	778.3
1989	101.8	232.8	156.9	163.8	684.6	361.6	1034.4	657.8
1990	119.0	272.3	183.5	191.6	520.8	259.8	801.6	500.9
1991	44.8	102.4	69.0	72.0	329.2	140.8	529.3	317.4
1992	96.0	427.0	248.4	257.1	257.1	96.0	427.0	248.4

Fuente: Elaboración propia

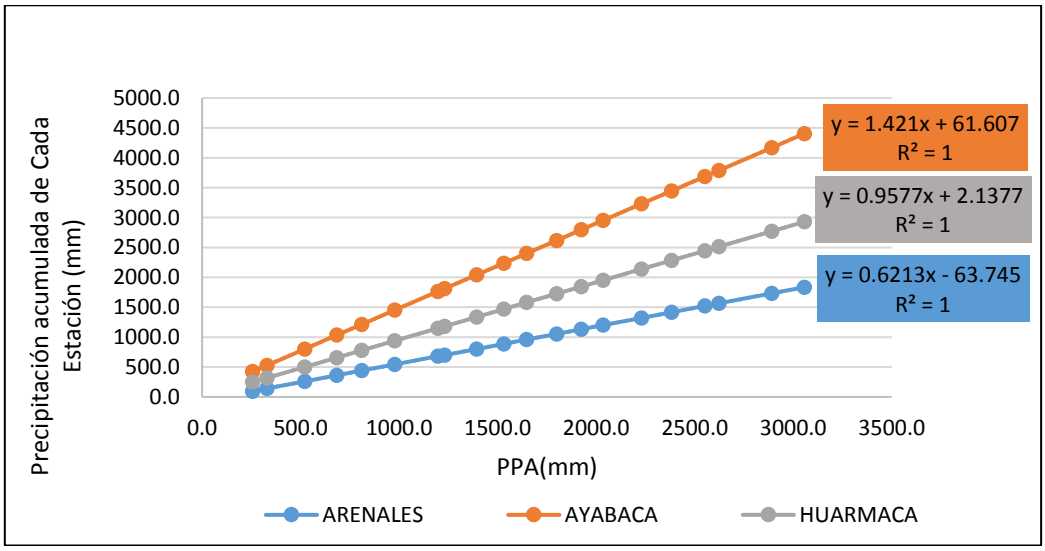


Figura C.27. ABRIL: CDA - ZONA ALTA - CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia de la zona media

Tabla C.31. Valores totales anuales y acumulados zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHIL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	19.4	3.7	4.0	29.2	14.1	764.3	646.5	601.6	754.1	1054.8
1973	13.7	12.1	63.9	57.6	36.8	750.2	627.1	597.9	750.1	1025.6
1974	4.8	0.2	0.2	32.7	9.5	713.4	613.4	585.8	686.2	968.0
1975	2.5	15.0	62.0	59.3	34.7	703.9	608.6	585.6	686.0	935.3
1976	10.5	49.2	46.5	54.3	40.1	669.2	606.1	570.6	624.0	876.0
1977	14.7	36.5	17.7	62.3	32.8	629.1	595.6	521.4	577.5	821.7
1978	0.1	1.4	3.8	14.8	5.0	596.3	580.9	484.9	559.8	759.4
1979	12.0	7.4	16.5	56.9	23.2	591.2	580.8	483.5	556.0	744.6
1980	52.0	38.9	17.7	39.5	37.0	568.0	568.8	476.1	539.5	687.7
1981	9.0	20.0	21.3	77.5	32.0	531.0	516.8	437.2	521.8	648.2
1982	10.1	5.8	13.9	56.6	21.6	499.1	507.8	417.2	500.5	570.7
1984	9.6	0.3	6.9	37.9	13.7	477.5	497.7	411.4	486.6	514.1
1985	0.0	0.0	0.1	8.2	2.1	463.8	488.1	411.1	479.7	476.2
1986	19.4	17.8	34.0	88	39.8	461.7	488.1	411.1	479.6	468.0
1987	170.5	101.8	121.8	85	119.8	421.9	468.7	393.3	445.6	380.0
1988	51.4	16.1	13.4	69.3	37.6	302.1	298.2	291.5	323.8	295.0
1989	0.0	3.1	37.7	41.8	20.7	264.6	246.8	275.4	310.4	225.7
1990	3.4	2.3	0.0	65.5	17.8	243.9	246.8	272.3	272.7	183.9
1991	0.0	3.1	7.8	28.1	9.8	226.1	243.4	270.0	272.7	118.4
1992	243.4	266.9	264.9	90.3	216.4	216.4	243.4	266.9	264.9	90.3

Fuente: Elaboración propia

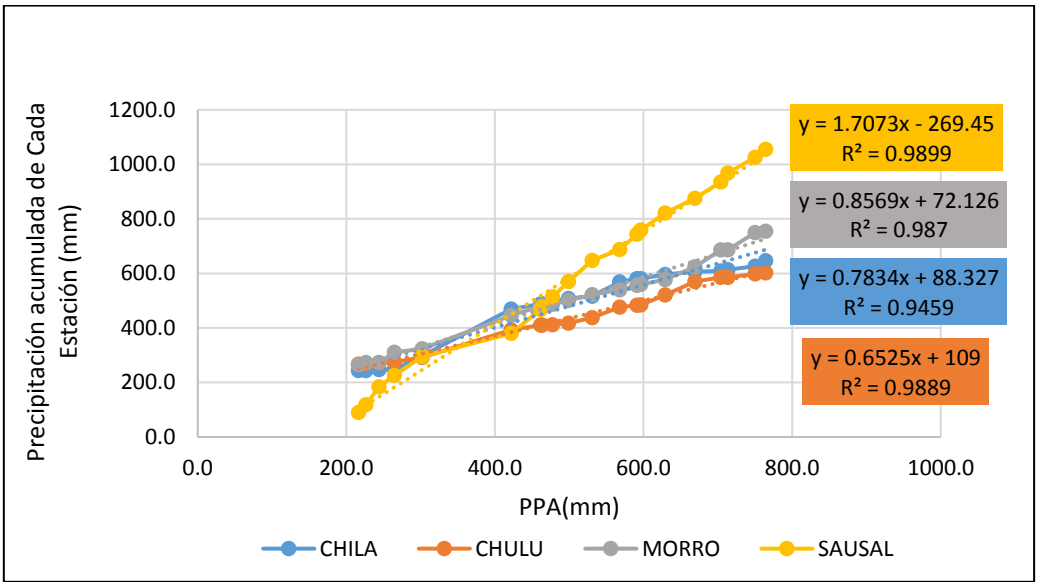


Figura C.28. ABRIL: CDA - ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Se toma como patrón de precipitaciones la estación Sausal de Culucan ya que presenta un mayor R^2

Tabla C.32. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación Sausal de Culucan zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	19.4	3.7	4.0	29.2	29.2	1054.8	646.5	601.6	754.1	1054.8
1973	13.7	12.1	63.9	57.6	57.6	1025.6	627.1	597.9	750.1	1025.6
1974	4.8	0.2	0.2	32.7	32.7	968.0	613.4	585.8	686.2	968.0
1975	2.5	15.0	62.0	59.3	59.3	935.3	608.6	585.6	686.0	935.3
1976	10.5	49.2	46.5	54.3	54.3	876.0	606.1	570.6	624.0	876.0
1977	14.7	36.5	17.7	62.3	62.3	821.7	595.6	521.4	577.5	821.7
1978	0.1	1.4	3.8	14.8	14.8	759.4	580.9	484.9	559.8	759.4
1979	12.0	7.4	16.5	56.9	56.9	744.6	580.8	483.5	556.0	744.6
1980	52.0	38.9	17.7	39.5	39.5	687.7	568.8	476.1	539.5	687.7
1981	9.0	20.0	21.3	77.5	77.5	648.2	516.8	437.2	521.8	648.2
1982	10.1	5.8	13.9	56.6	56.6	570.7	507.8	417.2	500.5	570.7
1984	9.6	0.3	6.9	37.9	37.9	514.1	497.7	411.4	486.6	514.1
1985	0.0	0.0	0.1	8.2	8.2	476.2	488.1	411.1	479.7	476.2
1986	19.4	17.8	34.0	88	88.0	468.0	488.1	411.1	479.6	468.0
1987	170.5	101.8	121.8	85	85.0	380.0	468.7	393.3	445.6	380.0
1988	51.4	16.1	13.4	69.3	69.3	295.0	298.2	291.5	323.8	295.0
1989	0.0	3.1	37.7	41.8	41.8	225.7	246.8	275.4	310.4	225.7
1990	3.4	2.3	0.0	65.5	65.5	183.9	246.8	272.3	272.7	183.9
1991	0.0	3.1	7.8	28.1	28.1	118.4	243.4	270.0	272.7	118.4
1992	243.4	266.9	264.9	90.3	90.3	90.3	243.4	266.9	264.9	90.3

Fuente: Elaboración propia

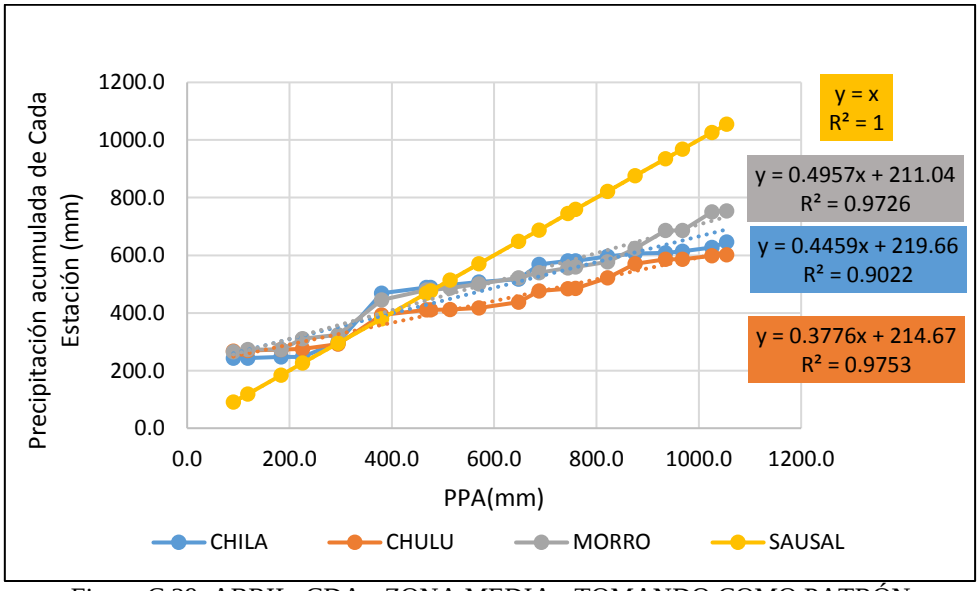


Figura C.29. ABRIL: CDA - ZONA MEDIA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LA ESTACIÓN SAUSAL DE CULUCAN
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones determinadas efectuamos la corrección de datos

Tabla C.33. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	13.0	11.0	14.5	29.2	16.9	772.9	690.0	613.0	733.9	1054.8
1973	25.7	21.7	28.6	57.6	33.4	756.0	677.0	601.9	719.4	1025.6
1974	14.6	12.3	16.2	32.7	19.0	722.6	651.3	580.2	690.9	968.0
1975	26.4	22.4	29.4	59.3	34.4	703.6	636.7	567.8	674.7	935.3
1976	24.2	20.5	26.9	54.3	31.5	669.2	610.3	545.4	645.3	876.0
1977	27.8	23.5	30.9	62.3	36.1	637.8	586.1	524.9	618.4	821.7
1978	6.6	5.6	7.3	14.8	8.6	601.6	558.3	501.4	587.5	759.4
1979	25.4	21.5	28.2	56.9	33.0	593.1	551.7	495.8	580.1	744.6
1980	17.6	14.9	19.6	39.5	22.9	560.1	526.3	474.3	551.9	687.7
1981	34.6	29.3	38.4	77.5	44.9	537.2	508.7	459.4	532.4	648.2
1982	25.2	21.4	28.1	56.6	32.8	492.2	474.1	430.2	493.9	570.7
1984	16.9	14.3	18.8	37.9	22.0	459.4	448.9	408.8	465.9	514.1
1985	3.7	3.1	4.1	8.2	4.8	437.4	432.0	394.5	447.1	476.2
1986	39.2	33.2	43.6	88.0	51.0	432.7	428.3	391.4	443.0	468.0
1987	37.9	32.1	42.1	85.0	49.3	381.7	389.1	358.2	399.4	380.0
1988	30.9	26.2	34.4	69.3	40.2	332.4	351.2	326.1	357.3	295.0
1989	18.6	15.8	20.7	41.8	24.2	292.2	320.3	299.9	322.9	225.7
1990	29.2	24.7	32.5	65.5	38.0	268.0	301.7	284.1	302.2	183.9
1991	12.5	10.6	13.9	28.1	16.3	230.0	272.5	259.4	269.7	118.4
1992	259.9	248.8	255.8	90.3	213.7	213.7	259.9	248.8	255.8	90.3

Fuente: Elaboración propia

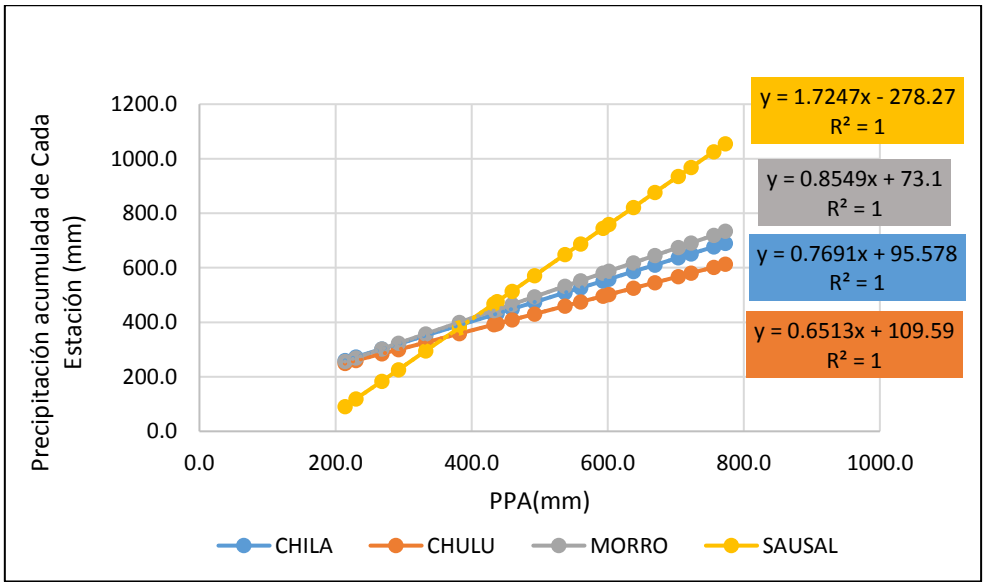


Figura C.30. ABRIL: CDA - ZONA MEDIA - CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia de la zona baja

Tabla C.34. Valores totales anuales y acumulados zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	18.0	8.6	0.0	8.9	271.9	400.6	240.0	175.1
1973	5.7	11.7	3.0	6.8	263.0	382.6	231.4	175.1
1974	0.6	3.0	0.4	1.3	256.2	376.9	219.7	172.1
1975	0.9	0.4	0.0	0.4	254.9	376.3	216.7	171.7
1976	4.9	0.0	0.0	1.6	254.5	375.4	216.3	171.7
1977	5.0	3.7	3.0	3.9	252.8	370.5	216.3	171.7
1978	0.4	0.5	0.0	0.3	248.9	365.5	212.6	168.7
1979	1.5	3.0	0.8	1.8	248.6	365.1	212.1	168.7
1980	29.0	35.2	27.5	30.6	246.9	363.6	209.1	167.9
1981	0.9	0.1	0.0	0.3	216.3	334.6	173.9	140.4
1982	1.1	3.9	2.6	2.5	216.0	333.7	173.8	140.4
1984	12.7	0.3	1.2	4.7	213.4	332.6	169.9	137.8
1985	0.2	0.0	0.0	0.1	208.7	319.9	169.6	136.6
1986	12.6	7.0	6.6	8.7	208.6	319.7	169.6	136.6
1987	33.4	16.4	4.8	18.2	199.9	307.1	162.6	130.0
1988	20.2	5.9	8.7	11.6	181.7	273.7	146.2	125.2
1989	21.4	12.0	1.7	11.7	170.1	253.5	140.3	116.5
1990	1.1	0.0	0.0	0.4	158.4	232.1	128.3	114.8
1991	0.2	0.0	0.0	0.1	158.0	231.0	128.3	114.8
1992	230.8	128.3	114.8	158.0	158.0	230.8	128.3	114.8

Fuente: Elaboración propia

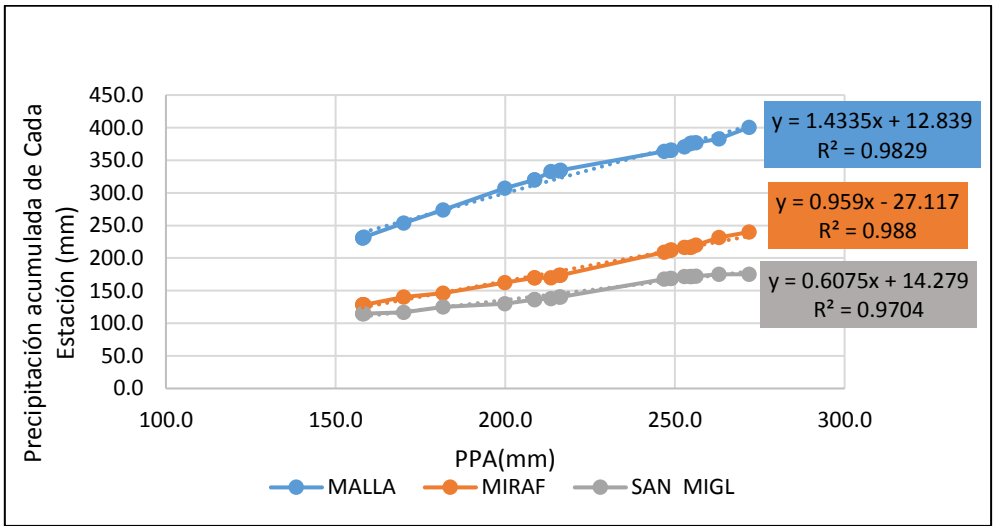


Figura C.31. ABRIL: CDA - ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como patrón de precipitaciones la estación Miraflores, ya que presentan un mayor R^2 .

Tabla C.35. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación Miraflores zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	18.0	8.6	0.0	8.6	240.0	400.6	240.0	175.1
1973	5.7	11.7	3.0	11.7	231.4	382.6	231.4	175.1
1974	0.6	3.0	0.4	3.0	219.7	376.9	219.7	172.1
1975	0.9	0.4	0.0	0.4	216.7	376.3	216.7	171.7
1976	4.9	0.0	0.0	0.0	216.3	375.4	216.3	171.7
1977	5.0	3.7	3.0	3.7	216.3	370.5	216.3	171.7
1978	0.4	0.5	0.0	0.5	212.6	365.5	212.6	168.7
1979	1.5	3.0	0.8	3.0	212.1	365.1	212.1	168.7
1980	29.0	35.2	27.5	35.2	209.1	363.6	209.1	167.9
1981	0.9	0.1	0.0	0.1	173.9	334.6	173.9	140.4
1982	1.1	3.9	2.6	3.9	173.8	333.7	173.8	140.4
1984	12.7	0.3	1.2	0.3	169.9	332.6	169.9	137.8
1985	0.2	0.0	0.0	0.0	169.6	319.9	169.6	136.6
1986	12.6	7.0	6.6	7.0	169.6	319.7	169.6	136.6
1987	33.4	16.4	4.8	16.4	162.6	307.1	162.6	130.0
1988	20.2	5.9	8.7	5.9	146.2	273.7	146.2	125.2
1989	21.4	12.0	1.7	12.0	140.3	253.5	140.3	116.5
1990	1.1	0.0	0.0	0.0	128.3	232.1	128.3	114.8
1991	0.2	0.0	0.0	0.0	128.3	231.0	128.3	114.8
1992	230.8	128.3	114.8	128.3	128.3	230.8	128.3	114.8

Fuente: Elaboración propia

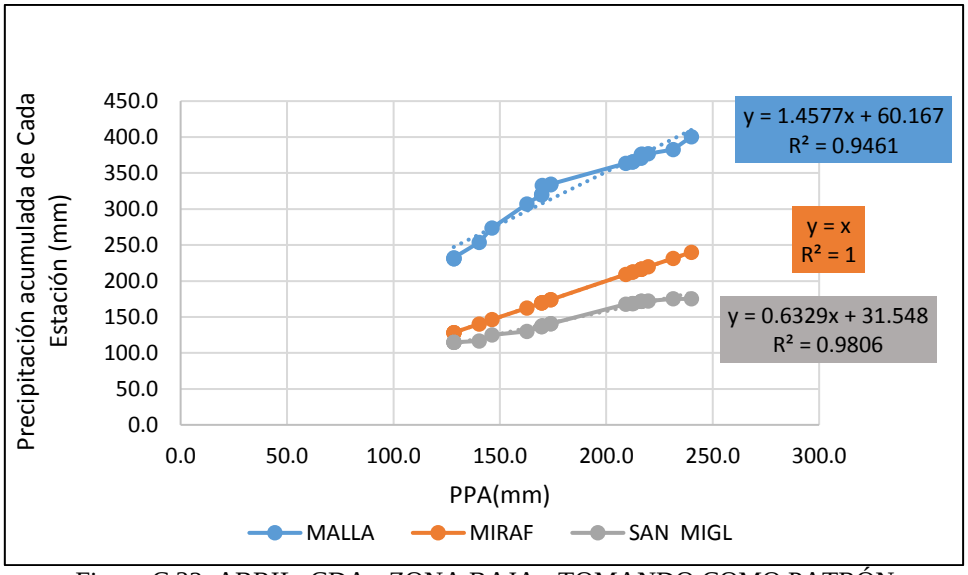


Figura C.32. ABRIL: CDA - ZONA BAJA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LA ESTACIÓN MIRAFLORES

Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones halladas efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.36. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	12.5	8.6	5.4	8.9	277.8	410.0	240.0	183.4
1973	17.1	11.7	7.4	12.1	269.0	397.5	231.4	178.0
1974	4.4	3.0	1.9	3.1	256.9	380.4	219.7	170.6
1975	0.6	0.4	0.3	0.4	253.8	376.1	216.7	168.7
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	253.4	375.5	216.3	168.4
1977	5.4	3.7	2.3	3.8	253.4	375.5	216.3	168.4
1978	0.7	0.5	0.3	0.5	249.6	370.1	212.6	166.1
1979	4.4	3.0	1.9	3.1	249.1	369.3	212.1	165.8
1980	51.3	35.2	22.3	36.3	246.0	365.0	209.1	163.9
1981	0.1	0.1	0.1	0.1	209.7	313.7	173.9	141.6
1982	5.7	3.9	2.5	4.0	209.6	313.5	173.8	141.5
1984	0.4	0.3	0.2	0.3	205.6	307.8	169.9	139.1
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	205.3	307.4	169.6	138.9
1986	10.2	7.0	4.4	7.2	205.3	307.4	169.6	138.9
1987	23.9	16.4	10.4	16.9	198.1	297.2	162.6	134.5
1988	8.6	5.9	3.7	6.1	181.2	273.3	146.2	124.1
1989	17.5	12.0	7.6	12.4	175.1	264.7	140.3	120.3
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	162.7	247.2	128.3	112.7
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	162.7	247.2	128.3	112.7
1992	247.2	128.3	112.7	162.7	162.7	247.2	128.3	112.7

Fuente: Elaboración propia

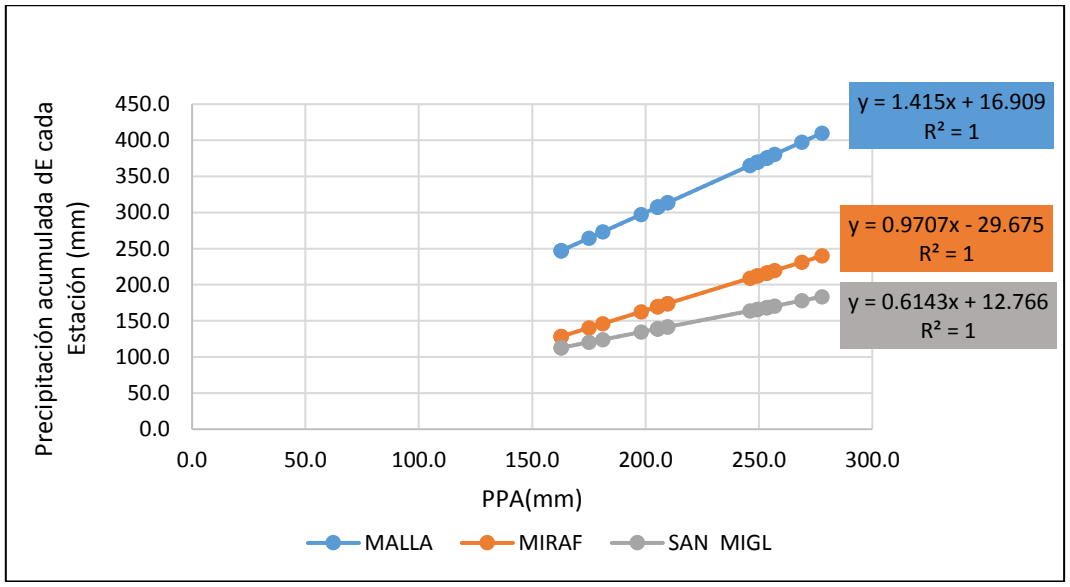


Figura C.33. ABRIL: CDA - ZONA BAJA - CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Efectuado el análisis de consistencia en la zona alta, media y baja, para el mes de ABRIL, se obtuvieron los nuevos valores, para cada estación y año.

Tabla C.37. Valores totales anuales para el mes de abril

AÑO	ARE	AYAB	CHILA	CHUL	HUARM	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	103.4	236.4	13.0	11.0	159.3	12.5	8.6	14.5	5.4	29.2
1973	166.1	379.8	25.7	21.8	256.0	17.1	11.7	28.6	7.4	57.6
1974	45.1	103.1	14.6	12.4	69.5	4.4	3.0	16.2	1.9	32.7
1975	104.4	238.7	26.4	22.4	160.9	0.6	0.4	29.4	0.3	59.3
1976	94.8	216.8	24.2	20.5	146.2	0.0	0.0	26.9	0.0	54.3
1977	120.9	276.6	27.8	23.5	186.4	5.4	3.7	30.9	2.3	62.3
1978	68.8	157.4	6.6	5.6	106.1	0.7	0.5	7.3	0.3	14.8
1979	78.5	179.5	25.4	21.5	121.0	4.4	3.0	28.2	1.9	56.9
1980	94.3	215.6	17.6	14.9	145.3	51.3	35.2	19.6	22.3	39.5
1981	72.2	165.1	34.6	29.3	111.3	0.2	0.1	38.4	0.1	77.5
1982	85.0	194.4	25.2	21.4	131.1	5.7	3.9	28.1	2.5	56.6
1984	101.5	232.2	16.9	14.3	156.5	0.4	0.3	18.8	0.2	37.9
1985	20.6	47.1	3.7	3.1	31.7	0.0	0.0	4.1	0.0	8.2
1986	136.5	312.2	39.2	33.2	210.4	10.2	7.0	43.6	4.4	88.0
1987	104.4	238.9	37.9	32.1	161.0	23.9	16.4	42.1	10.4	85.0
1988	78.2	178.9	30.9	26.2	120.5	8.6	5.9	34.4	3.7	69.3
1989	101.8	232.8	18.6	15.8	156.9	17.5	12.0	20.7	7.6	41.8
1990	119.0	272.3	29.2	24.7	183.5	0.0	0.0	32.5	0.0	65.5
1991	44.8	102.4	12.5	10.6	69.0	0.0	0.0	13.9	0.0	28.1
1992	96.0	427.0	259.9	248.8	248.4	247.2	128.3	255.8	112.8	90.3

Fuente: Elaboración propia

Mes de Mayo

Análisis de consistencia de la zona alta

Tabla C.38. Valores totales anuales y acumulados zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	71.6	148.6	86.7	102.3	1149.1	738.8	1837.9	870.7
1973	62.3	121.6	60.3	81.4	1046.8	667.2	1689.3	784.0
1974	1.7	49.3	8.9	20.0	965.4	604.9	1567.7	723.7
1975	39.3	208.8	74.5	107.5	945.5	603.2	1518.4	714.8
1976	37.0	63.1	54.2	51.4	837.9	563.9	1309.6	640.3
1977	8.9	36.7	24.0	23.2	786.5	526.9	1246.5	586.1
1978	87.2	89.8	84.7	87.2	763.3	518.0	1209.8	562.1
1979	29.7	71.9	18.4	40.0	676.1	430.8	1120.0	477.4
1980	23.1	92.2	17.9	44.4	636.1	401.1	1048.1	459.0
1981	16.1	50.5	9.5	25.4	591.7	378.0	955.9	441.1
1982	65.1	105.3	37.4	69.3	566.3	361.9	905.4	431.6
1984	19.2	102.9	51.3	57.8	497.0	296.8	800.1	394.2
1985	48.7	95.3	44.4	62.8	439.2	277.6	697.2	342.9
1986	35.0	62.8	13.0	36.9	376.4	228.9	601.9	298.5
1987	34.3	53.2	14.6	34.0	339.5	193.9	539.1	285.5
1988	47.5	139.4	41.1	76.0	305.5	159.6	485.9	270.9
1989	1.8	36.3	18.3	18.8	229.5	112.1	346.5	229.8
1990	30.8	153.5	20.8	68.4	210.7	110.3	310.2	211.5

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1991	21.9	39.1	30.2	30.4	142.3	79.5	156.7	190.7
1992	57.6	117.6	160.5	111.9	111.9	57.6	117.6	160.5

Fuente: Elaboración propia

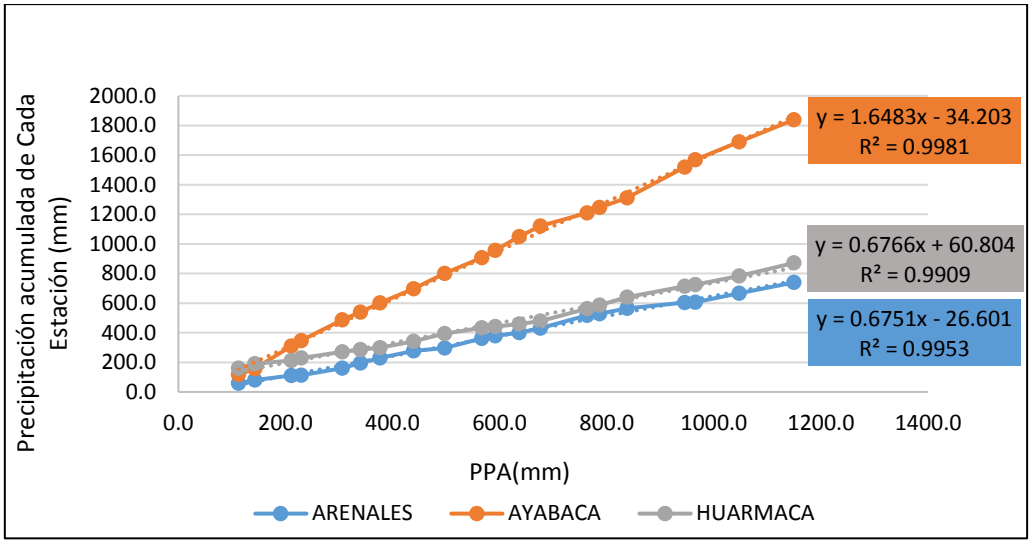


Figura C.34. MAYO: CDA - ZONA ALTA
Fuente: Elaboración propia

Como obtuvimos en las tres estaciones valores de $R^2 > 0.99$, efectuamos la corrección de datos con las ecuaciones determinadas.

Tabla C.39. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	69.1	168.6	69.2	102.3	1149.1	749.2	1859.9	838.3
1973	55.0	134.2	55.1	81.4	1046.8	680.1	1691.3	769.1
1974	13.5	32.9	13.5	20.0	965.4	625.2	1557.1	714.0
1975	72.6	177.2	72.8	107.5	945.5	611.7	1524.2	700.5
1976	34.7	84.8	34.8	51.4	837.9	539.1	1346.9	627.7
1977	15.7	38.2	15.7	23.2	786.5	504.4	1262.2	592.9
1978	58.9	143.8	59.0	87.2	763.3	488.7	1223.9	577.2
1979	27.0	65.9	27.1	40.0	676.1	429.8	1080.1	518.2
1980	30.0	73.2	30.0	44.4	636.1	402.8	1014.2	491.2
1981	17.1	41.8	17.2	25.4	591.7	372.8	941.0	461.1
1982	46.8	114.2	46.9	69.3	566.3	355.7	899.2	444.0
1984	39.0	95.3	39.1	57.8	497.0	308.9	785.0	397.1
1985	42.4	103.5	42.5	62.8	439.2	269.9	689.8	358.0
1986	24.9	60.9	25.0	36.9	376.4	227.5	586.3	315.5
1987	23.0	56.1	23.0	34.0	339.5	202.6	525.4	290.5
1988	51.3	125.3	51.4	76.0	305.5	179.6	469.3	267.5
1989	12.7	31.0	12.7	18.8	229.5	128.3	344.0	216.1
1990	46.2	112.7	46.3	68.4	210.7	115.6	313.0	203.3
1991	20.5	50.1	20.6	30.4	142.3	69.5	200.3	157.1
1992	48.9	150.2	136.5	111.9	111.9	48.9	150.2	136.5

Fuente: Elaboración propia

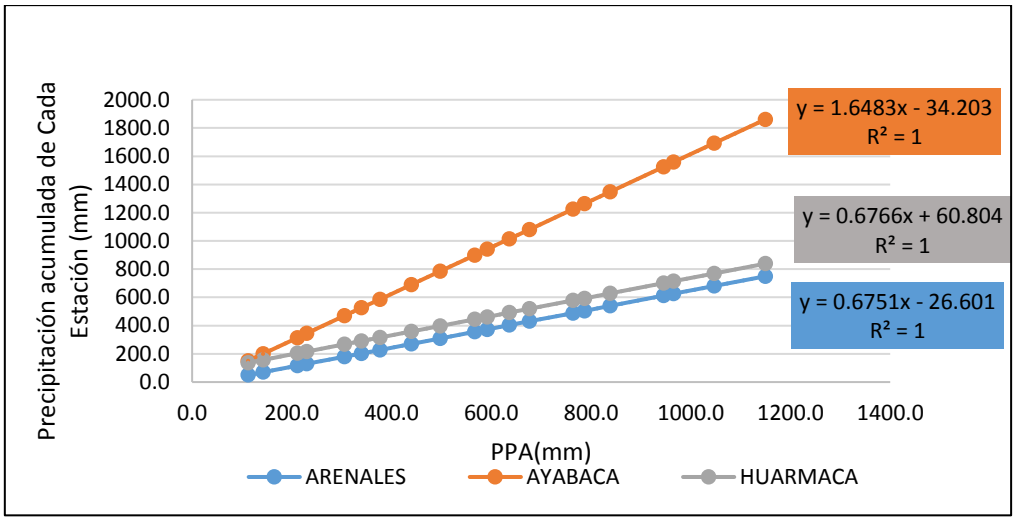


Figura C.35. MAYO: CDA - ZONA ALTA - CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia de la zona media

Tabla C.40. Valores totales anuales y acumulados zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	1.7	2.3	11.4	8.9	6.1	149.5	56.1	55.2	110.8	375.7
1973	0.9	0.5	2.6	12.7	4.2	143.4	54.4	52.9	99.4	366.8
1974	0.3	0.0	0.0	1.7	0.5	139.2	53.5	52.4	96.8	354.1
1975	2.9	1.4	2.6	42.2	12.3	138.7	53.2	52.4	96.8	352.4
1976	32.3	26.9	25.6	23.2	27.0	126.4	50.3	51.0	94.2	310.2
1977	0.0	0.4	0.3	13.1	3.5	99.4	18.0	24.1	68.6	287.0
1978	0.6	1.7	9.4	17.2	7.2	96.0	18.0	23.7	68.3	273.9
1979	0.8	2.4	1.6	28.5	8.3	88.8	17.4	22.0	58.9	256.7
1980	0.1	0.3	0.4	3.6	1.1	80.4	16.6	19.6	57.3	228.2
1981	0.0	0.6	0.0	17.4	4.5	79.3	16.5	19.3	56.9	224.6
1982	2.1	0.5	0.1	10.2	3.2	74.8	16.5	18.7	56.9	207.2
1984	2.7	1.5	2.5	19.4	6.5	71.6	14.4	18.2	56.8	197.0
1985	6.8	3.9	8.7	34.6	13.5	65.1	11.7	16.7	54.3	177.6
1986	1.4	1.3	0.0	22.6	6.3	51.6	4.9	12.8	45.6	143.0
1987	0.0	0.0	1.0	10.7	2.9	45.3	3.5	11.5	45.6	120.4
1988	1.9	3.4	0.0	27.8	8.3	42.3	3.5	11.5	44.6	109.7
1989	0.0	0.5	0.0	4.3	1.2	34.1	1.6	8.1	44.6	81.9
1990	0.5	0.2	5.6	49.2	13.9	32.9	1.6	7.6	44.6	77.6
1991	1.1	4.3	0.0	4.4	2.5	19.0	1.1	7.4	39.0	28.4
1992	0.0	3.1	39.0	24	16.5	16.5	0.0	3.1	39.0	24.0

Fuente: Elaboración propia

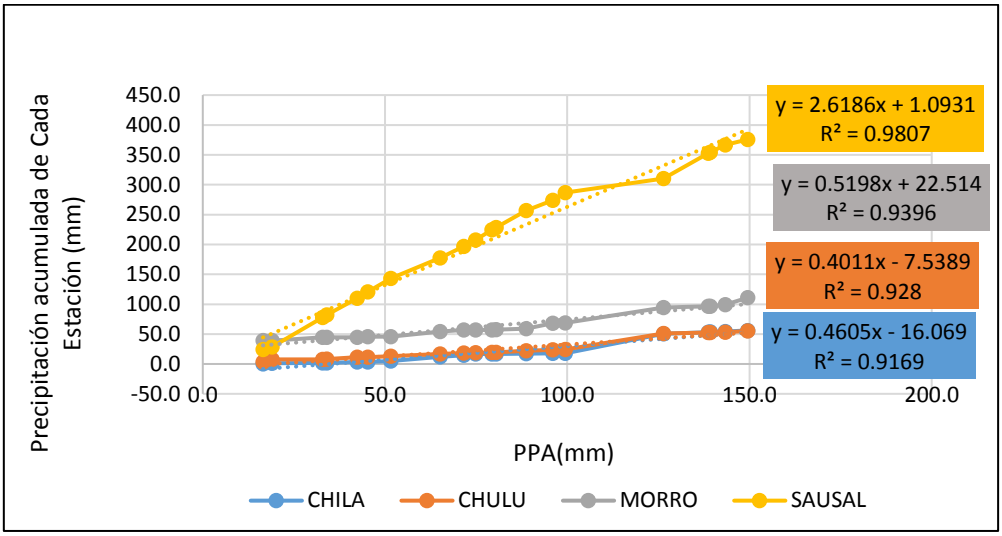


Figura C.36. MAYO: CDA - ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como patrón de precipitaciones la estación Sausal de Culucan ya que presenta un mayor R^2.

Tabla C.41. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación Sausal de Culucan zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	1.7	2.3	11.4	8.9	8.9	375.7	56.1	55.2	110.8	375.7
1973	0.9	0.5	2.6	12.7	12.7	366.8	54.4	52.9	99.4	366.8
1974	0.3	0.0	0.0	1.7	1.7	354.1	53.5	52.4	96.8	354.1
1975	2.9	1.4	2.6	42.2	42.2	352.4	53.2	52.4	96.8	352.4
1976	32.3	26.9	25.6	23.2	23.2	310.2	50.3	51.0	94.2	310.2
1977	0.0	0.4	0.3	13.1	13.1	287.0	18.0	24.1	68.6	287.0
1978	0.6	1.7	9.4	17.2	17.2	273.9	18.0	23.7	68.3	273.9
1979	0.8	2.4	1.6	28.5	28.5	256.7	17.4	22.0	58.9	256.7
1980	0.1	0.3	0.4	3.6	3.6	228.2	16.6	19.6	57.3	228.2
1981	0.0	0.6	0.0	17.4	17.4	224.6	16.5	19.3	56.9	224.6
1982	2.1	0.5	0.1	10.2	10.2	207.2	16.5	18.7	56.9	207.2
1984	2.7	1.5	2.5	19.4	19.4	197.0	14.4	18.2	56.8	197.0
1985	6.8	3.9	8.7	34.6	34.6	177.6	11.7	16.7	54.3	177.6
1986	1.4	1.3	0.0	22.6	22.6	143.0	4.9	12.8	45.6	143.0
1987	0.0	0.0	1.0	10.7	10.7	120.4	3.5	11.5	45.6	120.4
1988	1.9	3.4	0.0	27.8	27.8	109.7	3.5	11.5	44.6	109.7
1989	0.0	0.5	0.0	4.3	4.3	81.9	1.6	8.1	44.6	81.9
1990	0.5	0.2	5.6	49.2	49.2	77.6	1.6	7.6	44.6	77.6
1991	1.1	4.3	0.0	4.4	4.4	28.4	1.1	7.4	39.0	28.4
1992	0.0	3.1	39.0	24	24.0	24.0	0.0	3.1	39.0	24.0

Fuente: Elaboración propia

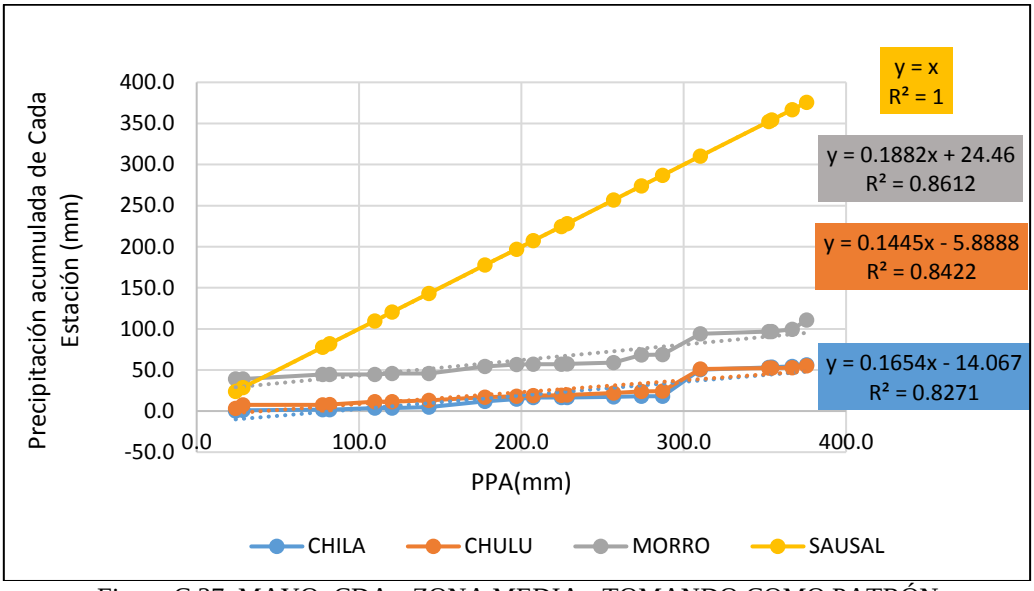


Figura C.37. MAYO: CDA - ZONA MEDIA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LA ESTACIÓN SAUSAL DE CULUCAN
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones determinadas, efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.42. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	1.5	1.3	1.7	8.9	3.3	141.8	48.1	48.4	95.2	375.7
1973	2.1	1.8	2.4	12.7	4.8	138.5	46.6	47.1	93.5	366.8
1974	0.3	0.2	0.3	1.7	0.6	133.7	44.5	45.3	91.1	354.1
1975	7.0	6.1	7.9	42.2	15.8	133.1	44.2	45.0	90.8	352.4
1976	3.8	3.4	4.4	23.2	8.7	117.3	37.2	38.9	82.8	310.2
1977	2.2	1.9	2.5	13.1	4.9	108.6	33.4	35.6	78.5	287.0
1978	2.8	2.5	3.2	17.2	6.4	103.7	31.2	33.7	76.0	273.9
1979	4.7	4.1	5.4	28.5	10.7	97.3	28.4	31.2	72.8	256.7
1980	0.6	0.5	0.7	3.6	1.3	86.6	23.7	27.1	67.4	228.2
1981	2.9	2.5	3.3	17.4	6.5	85.2	23.1	26.6	66.7	224.6
1982	1.7	1.5	1.9	10.2	3.8	78.7	20.2	24.1	63.5	207.2
1984	3.2	2.8	3.7	19.4	7.3	74.9	18.5	22.6	61.5	197.0
1985	5.7	5.0	6.5	34.6	13.0	67.6	15.3	19.8	57.9	177.6
1986	3.7	3.3	4.3	22.6	8.5	54.7	9.6	14.8	51.4	143.0
1987	1.8	1.5	2.0	10.7	4.0	46.2	5.8	11.5	47.1	120.4
1988	4.6	4.0	5.2	27.8	10.4	42.2	4.1	10.0	45.1	109.7
1989	0.7	0.6	0.8	4.3	1.6	31.8	-0.5	5.9	39.9	81.9
1990	8.1	7.1	9.3	49.2	18.4	30.2	-1.2	5.3	39.1	77.6
1991	0.7	0.6	0.8	4.4	1.6	11.8	-9.4	-1.8	29.8	28.4
1992	0.0	0.0	29.0	24.0	10.1	10.1	-10.1	-2.4	29.0	24.0

Fuente: Elaboración propia

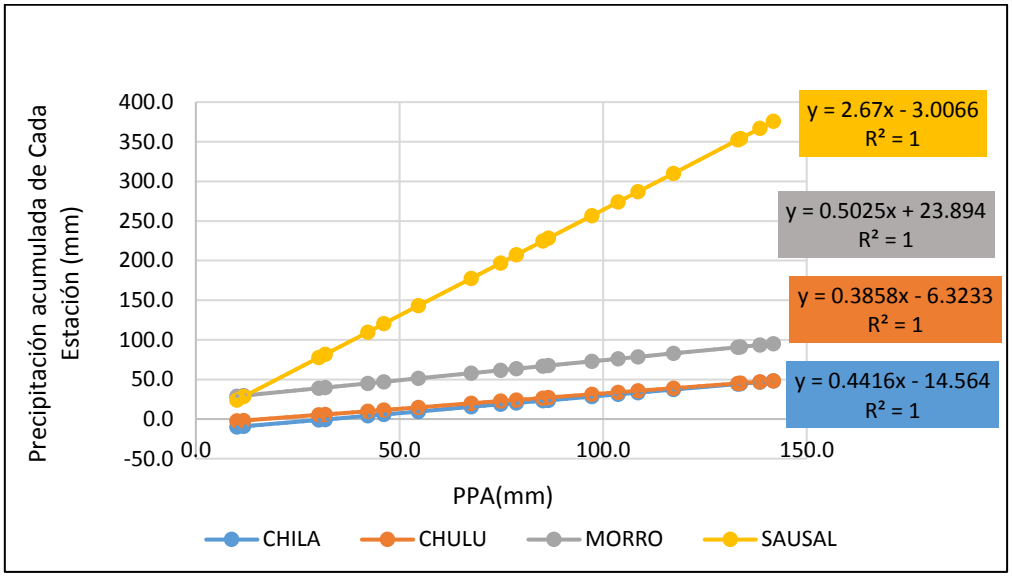


Figura C.38. MAYO: CDA - ZONA MEDIA - CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia de la zona baja

Tabla C.43. Valores totales anuales y acumulados zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	1.6	0.6	0.0	0.7	32.3	24.9	40.2	31.7
1973	0.0	0.4	0.0	0.1	31.5	23.3	39.6	31.7
1974	0.3	0.3	0.0	0.2	31.4	23.3	39.2	31.7
1975	0.1	0.0	0.0	0.0	31.2	23.0	38.9	31.7
1976	6.7	8.2	12.3	9.1	31.2	22.9	38.9	31.7
1977	1.1	0.0	0.0	0.4	22.1	16.2	30.7	19.4
1978	1.2	0.0	0.0	0.4	21.7	15.1	30.7	19.4
1979	0.6	8.7	5.0	4.8	21.3	13.9	30.7	19.4
1980	0.0	0.3	0.0	0.1	16.6	13.3	22.0	14.4
1981	1.0	0.0	0.0	0.3	16.5	13.3	21.7	14.4
1982	1.6	1.3	0.0	1.0	16.1	12.3	21.7	14.4
1984	0.0	2.8	1.8	1.5	15.2	10.7	20.4	14.4
1985	3.2	2.0	3.3	2.8	13.6	10.7	17.6	12.6
1986	2.0	0.8	0.0	0.9	10.8	7.5	15.6	9.3
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9	5.5	14.8	9.3
1988	0.1	0.0	0.0	0.0	9.9	5.5	14.8	9.3
1989	0.0	0.4	2.1	0.8	9.8	5.4	14.8	9.3
1990	1.2	1.9	4.0	2.4	9.0	5.4	14.4	7.2
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	4.2	12.5	3.2
1992	4.2	12.5	3.2	6.6	6.6	4.2	12.5	3.2

Fuente: Elaboración propia

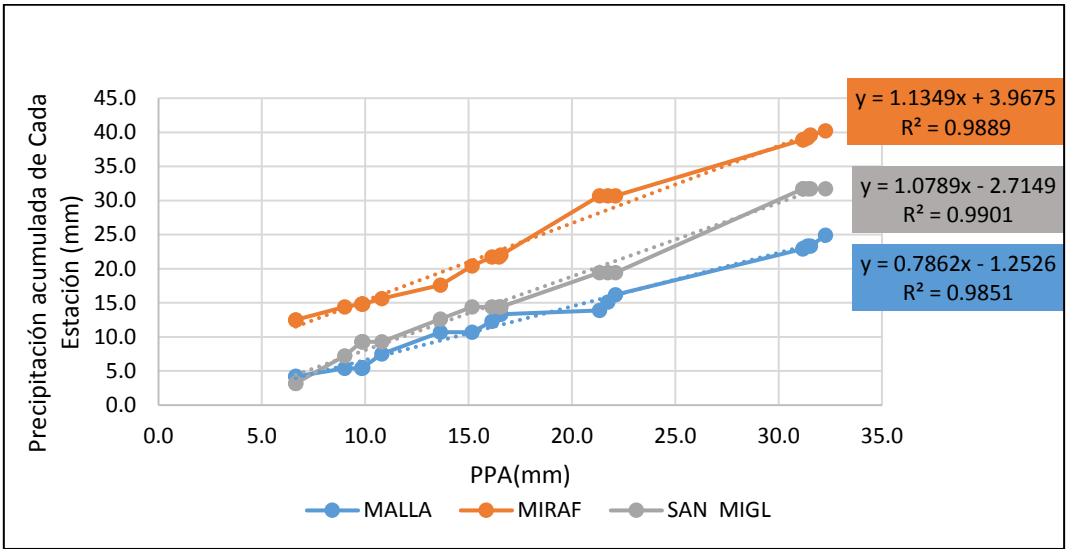


Figura C.39. MAYO: CDA - ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como patrón de precipitaciones la estación San Miguel ya que presenta un $R^2 > 0.99$

Tabla C.44. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación San Miguel zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	1.6	0.6	0.0	0.0	31.7	24.9	40.2	31.7
1973	0.0	0.4	0.0	0.0	31.7	23.3	39.6	31.7
1974	0.3	0.3	0.0	0.0	31.7	23.3	39.2	31.7
1975	0.1	0.0	0.0	0.0	31.7	23.0	38.9	31.7
1976	6.7	8.2	12.3	12.3	31.7	22.9	38.9	31.7
1977	1.1	0.0	0.0	0.0	19.4	16.2	30.7	19.4
1978	1.2	0.0	0.0	0.0	19.4	15.1	30.7	19.4
1979	0.6	8.7	5.0	5.0	19.4	13.9	30.7	19.4
1980	0.0	0.3	0.0	0.0	14.4	13.3	22.0	14.4
1981	1.0	0.0	0.0	0.0	14.4	13.3	21.7	14.4
1982	1.6	1.3	0.0	0.0	14.4	12.3	21.7	14.4
1984	0.0	2.8	1.8	1.8	14.4	10.7	20.4	14.4
1985	3.2	2.0	3.3	3.3	12.6	10.7	17.6	12.6
1986	2.0	0.8	0.0	0.0	9.3	7.5	15.6	9.3
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	5.5	14.8	9.3
1988	0.1	0.0	0.0	0.0	9.3	5.5	14.8	9.3
1989	0.0	0.4	2.1	2.1	9.3	5.4	14.8	9.3
1990	1.2	1.9	4.0	4.0	7.2	5.4	14.4	7.2
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	4.2	12.5	3.2
1992	4.2	12.5	3.2	3.2	3.2	4.2	12.5	3.2

Fuente: Elaboración propia

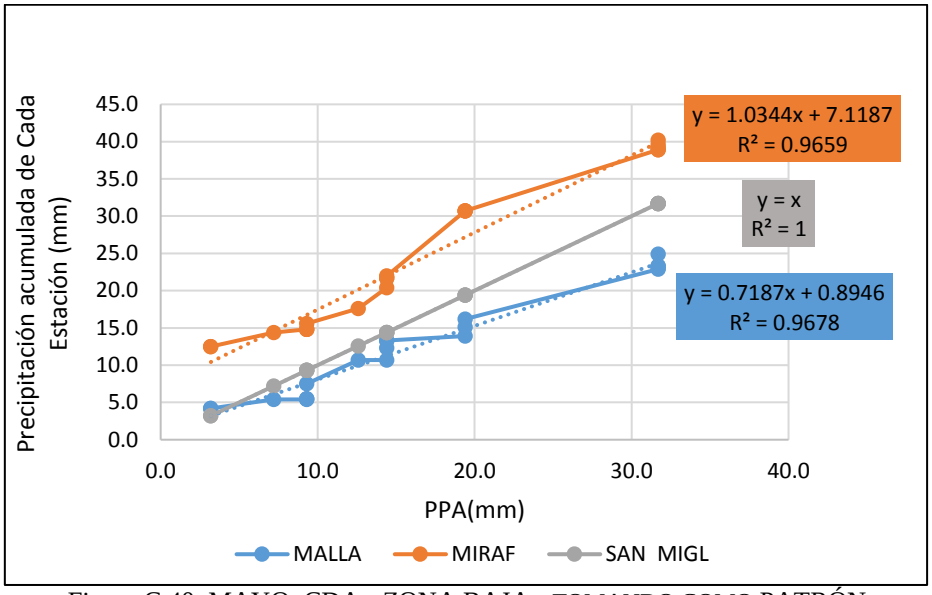


Figura C.40. MAYO: CDA - ZONA BAJA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LA ESTACIÓN SAN MIGUE
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones determinadas efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.45. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.0	0.0	0.0	0.0	31.8	23.7	39.9	31.7
1973	0.0	0.0	0.0	0.0	31.8	23.7	39.9	31.7
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	31.8	23.7	39.9	31.7
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	31.8	23.7	39.9	31.7
1976	8.8	12.7	12.3	11.3	31.8	23.7	39.9	31.7
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	20.5	14.8	27.2	19.4
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	20.5	14.8	27.2	19.4
1979	3.6	5.2	5.0	4.6	20.5	14.8	27.2	19.4
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	15.9	11.2	22.0	14.4
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	15.9	11.2	22.0	14.4
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	15.9	11.2	22.0	14.4
1984	1.3	1.9	1.8	1.7	15.9	11.2	22.0	14.4
1985	2.4	3.4	3.3	3.0	14.2	10.0	20.2	12.6
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	7.6	16.7	9.3
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	7.6	16.7	9.3
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	7.6	16.7	9.3
1989	1.5	2.2	2.1	1.9	11.2	7.6	16.7	9.3
1990	2.9	4.1	4.0	3.7	9.3	6.1	14.6	7.2
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	5.6	3.2	10.4	3.2
1992	3.2	10.4	3.2	5.6	5.6	3.2	10.4	3.2

Fuente: Elaboración propia

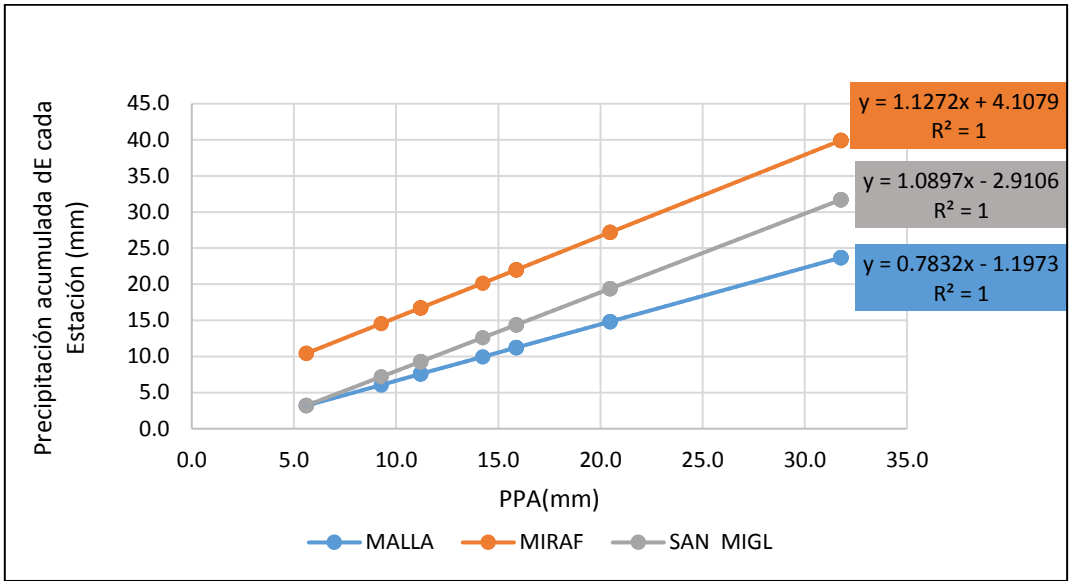


Figura C.41. MAYO: CDA - ZONA BAJA - CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Efectuado el análisis de consistencia en la zona alta, media y baja, para el mes de MAYO, se obtuvieron los nuevos valores, para cada estación y año.

Tabla C.46. Valores totales anuales para el mes de mayo

AÑO	ARE	AYAB	CHILA	CHUL	HUARM	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	69.1	168.6	1.5	1.3	69.2	0.0	0.0	1.7	0.0	8.9
1973	55.0	134.2	2.1	1.8	55.1	0.0	0.0	2.4	0.0	12.7
1974	13.5	32.9	0.3	0.3	13.5	0.0	0.0	0.3	0.0	1.7
1975	72.6	177.3	7.0	6.1	72.8	0.0	0.0	7.9	0.0	42.2
1976	34.7	84.8	3.8	3.4	34.8	8.8	12.7	4.4	12.3	23.2
1977	15.7	38.2	2.2	1.9	15.7	0.0	0.0	2.5	0.0	13.1
1978	58.9	143.8	2.8	2.5	59.0	0.0	0.0	3.2	0.0	17.2
1979	27.0	65.9	4.7	4.1	27.1	3.6	5.2	5.4	5.0	28.5
1980	30.0	73.2	0.6	0.5	30.0	0.0	0.0	0.7	0.0	3.6
1981	17.1	41.8	2.9	2.5	17.2	0.0	0.0	3.3	0.0	17.4
1982	46.8	114.2	1.7	1.5	46.9	0.0	0.0	1.9	0.0	10.2
1984	39.0	95.3	3.2	2.8	39.1	1.3	1.9	3.7	1.8	19.4
1985	42.4	103.5	5.7	5.0	42.5	2.4	3.4	6.5	3.3	34.6
1986	24.9	60.9	3.7	3.3	25.0	0.0	0.0	4.3	0.0	22.6
1987	23.0	56.1	1.8	1.6	23.0	0.0	0.0	2.0	0.0	10.7
1988	51.3	125.3	4.6	4.0	51.4	0.0	0.0	5.2	0.0	27.8
1989	12.7	31.0	0.7	0.6	12.7	1.5	2.2	0.8	2.1	4.3
1990	46.2	112.7	8.1	7.1	46.3	2.9	4.1	9.3	4.0	49.2
1991	20.5	50.1	0.7	0.6	20.6	0.0	0.0	0.8	0.0	4.4
1992	48.9	150.2	0.0	0.0	136.5	3.2	10.4	29.0	3.2	24.0

Fuente: Elaboración propia

Mes de Junio

Análisis de consistencia de la zona alta

Tabla C.47. Valores totales anuales y acumulados zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	26.4	49.0	46.1	40.5	311.9	211.4	491.6	232.7
1973	15.6	55.2	18.1	29.6	271.4	185.0	442.6	186.6
1974	17.9	79.5	20.0	39.1	241.8	169.4	387.4	168.5
1975	38.5	65.6	29.4	44.5	202.6	151.5	307.9	148.5
1976	3.8	4.4	14.4	7.5	158.1	113.0	242.3	119.1
1977	8.3	63.8	18.2	30.1	150.6	109.2	237.9	104.7
1978	2.5	1.6	5.1	3.1	120.5	100.9	174.1	86.5
1979	1.7	4.9	2.0	2.9	117.4	98.4	172.5	81.4
1980	0.9	0.7	2.3	1.3	114.6	96.7	167.6	79.4
1981	10.8	21.9	4.8	12.5	113.3	95.8	166.9	77.1
1982	4.5	5.0	1.0	3.5	100.8	85.0	145.0	72.3
1984	17.6	53.9	16.7	29.4	97.3	80.5	140.0	71.3
1985	0.0	2.1	0.0	0.7	67.9	62.9	86.1	54.6
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	67.2	62.9	84.0	54.6
1987	0.3	0.0	5.0	1.8	67.2	62.9	84.0	54.6
1988	2.1	5.6	1.6	3.1	65.4	62.6	84.0	49.6
1989	24.8	17.8	10.4	17.7	62.3	60.5	78.4	48.0
1990	13.6	30.1	8.1	17.3	44.6	35.7	60.6	37.6
1991	10.3	13.6	13.3	12.4	27.4	22.1	30.5	29.5
1992	11.8	16.9	16.2	15.0	15.0	11.8	16.9	16.2

Fuente: Elaboración propia

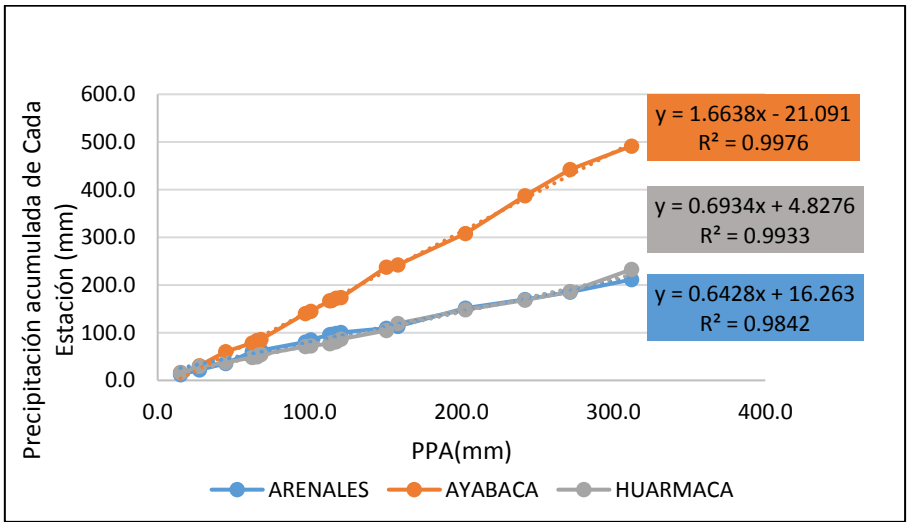


Figura C.42. JUNIO: CDA - ZONA ALTA

Fuente: Elaboración propia

Tomamos como patrón de precipitaciones las estaciones de Ayabaca y Huarmaca, ya que presentan un $R^2 > 0.99$.

Tabla C.48. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones las estaciones de Ayabaca y Huarmaca zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	26.4	49.0	46.1	47.6	362.2	211.4	491.6	232.7
1973	15.6	55.2	18.1	36.7	314.6	185.0	442.6	186.6
1974	17.9	79.5	20.0	49.8	278.0	169.4	387.4	168.5
1975	38.5	65.6	29.4	47.5	228.2	151.5	307.9	148.5
1976	3.8	4.4	14.4	9.4	180.7	113.0	242.3	119.1
1977	8.3	63.8	18.2	41.0	171.3	109.2	237.9	104.7
1978	2.5	1.6	5.1	3.4	130.3	100.9	174.1	86.5
1979	1.7	4.9	2.0	3.5	127.0	98.4	172.5	81.4
1980	0.9	0.7	2.3	1.5	123.5	96.7	167.6	79.4
1981	10.8	21.9	4.8	13.4	122.0	95.8	166.9	77.1
1982	4.5	5.0	1.0	3.0	108.7	85.0	145.0	72.3
1984	17.6	53.9	16.7	35.3	105.7	80.5	140.0	71.3
1985	0.0	2.1	0.0	1.1	70.4	62.9	86.1	54.6
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	69.3	62.9	84.0	54.6
1987	0.3	0.0	5.0	2.5	69.3	62.9	84.0	54.6
1988	2.1	5.6	1.6	3.6	66.8	62.6	84.0	49.6
1989	24.8	17.8	10.4	14.1	63.2	60.5	78.4	48.0
1990	13.6	30.1	8.1	19.1	49.1	35.7	60.6	37.6
1991	10.3	13.6	13.3	13.5	30.0	22.1	30.5	29.5
1992	11.8	16.9	16.2	16.6	16.6	11.8	16.9	16.2

Fuente: Elaboración propia

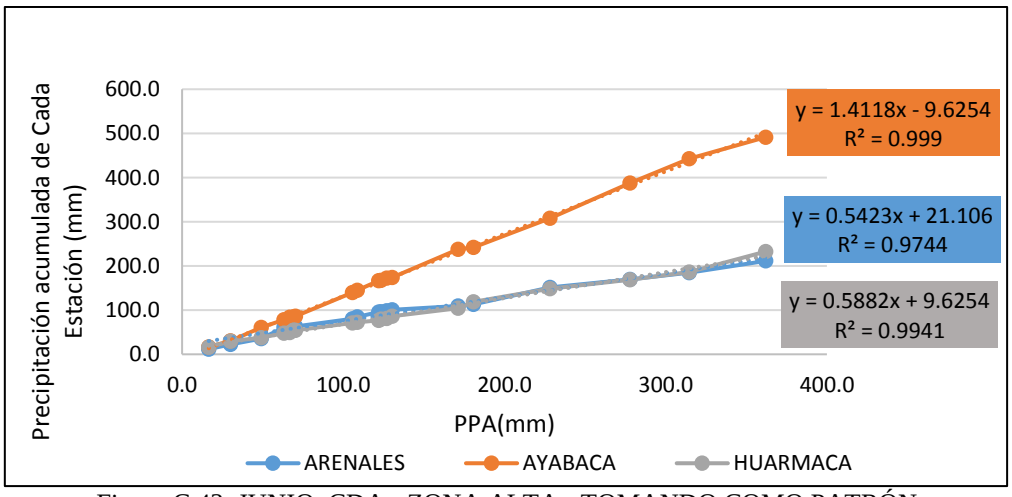


Figura C.43. JUNIO: CDA - ZONA ALTA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LAS ESTACIONES DE AYABACA Y HUARMACA
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones determinadas, efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.49. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	25.8	67.1	28.0	40.3	313.9	217.5	501.7	222.6
1973	19.9	51.7	21.6	31.1	273.6	191.7	434.5	194.7
1974	27.0	70.2	29.3	42.2	242.6	171.8	382.8	173.1
1975	25.8	67.1	27.9	40.3	200.4	144.9	312.5	143.9
1976	5.1	13.3	5.5	8.0	160.2	119.1	245.5	115.9
1977	22.2	57.9	24.1	34.7	152.2	114.0	232.2	110.4
1978	1.8	4.7	2.0	2.8	117.5	91.8	174.3	86.3
1979	1.9	4.9	2.0	2.9	114.6	90.0	169.6	84.3
1980	0.8	2.1	0.9	1.3	111.7	88.1	164.7	82.3
1981	7.2	18.8	7.9	11.3	110.4	87.3	162.6	81.4
1982	1.6	4.2	1.8	2.5	99.1	80.0	143.8	73.5
1984	19.1	49.8	20.8	29.9	96.6	78.4	139.5	71.8
1985	0.6	1.5	0.6	0.9	66.7	59.3	89.7	51.0
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	65.8	58.7	88.2	50.4
1987	1.4	3.5	1.5	2.1	65.8	58.7	88.2	50.4
1988	2.0	5.1	2.1	3.1	63.6	57.3	84.7	48.9
1989	7.6	19.9	8.3	11.9	60.6	55.4	79.6	46.8
1990	10.4	27.0	11.2	16.2	48.6	47.7	59.7	38.5
1991	7.3	19.0	7.9	11.4	32.5	37.4	32.7	27.3
1992	30.1	13.7	19.4	21.1	21.1	30.1	13.7	19.4

Fuente: Elaboración propia

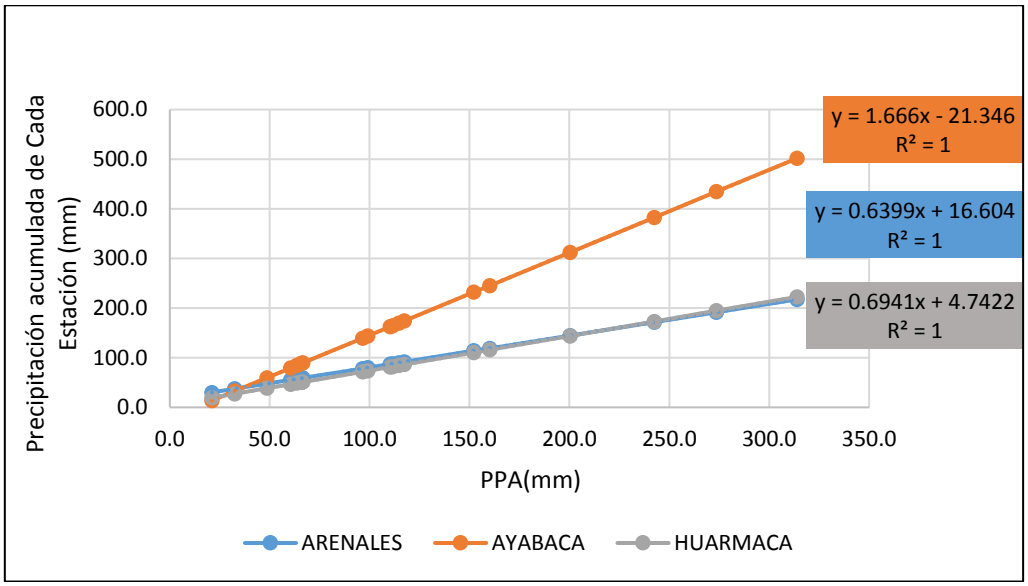


Figura C.44. JUNIO: CDA - ZONA ALTA - CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia de la zona media

Tabla C.50. Valores totales anuales y acumulados zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	1.5	2.3	0.0	0.0	1.0	42.2	11.7	19.1	11.1	126.8
1973	0.1	0.7	0.6	5.4	1.7	41.2	10.2	16.8	11.1	126.8
1974	0.1	0.6	2.7	9.8	3.3	39.5	10.1	16.1	10.5	121.4
1975	2.1	3.3	3.4	25.1	8.5	36.2	10.0	15.5	7.8	111.6
1976	0.0	0.9	1.1	3.6	1.4	27.7	7.9	12.2	4.4	86.5
1977	2.4	0.4	2.2	20.6	6.4	26.3	7.9	11.3	3.3	82.9
1978	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	19.9	5.5	10.9	1.1	62.3
1979	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	19.9	5.3	10.9	1.1	62.3
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.8	5.1	10.9	1.1	62.3
1981	0.0	0.0	0.0	11.6	2.9	19.8	5.1	10.9	1.1	62.3
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.9	5.1	10.9	1.1	50.7
1984	0.1	0.1	0.6	19.2	5.0	16.9	5.1	10.9	1.1	50.7
1985	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	11.9	5.0	10.8	0.5	31.5
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9	5.0	10.8	0.5	31.4
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9	5.0	10.8	0.5	31.4
1988	0.0	0.0	0.0	0.5	0.1	11.9	5.0	10.8	0.5	31.4
1989	3.7	0.0	0.0	12.02	3.9	11.8	5.0	10.8	0.5	30.9
1990	0.0	3.1	0.2	11.2	3.6	7.9	1.3	10.8	0.5	18.9
1991	0.9	4.1	0.0	2.8	1.9	4.2	1.3	7.6	0.3	7.7
1992	0.4	3.5	0.3	4.9	2.3	2.3	0.4	3.5	0.3	4.9

Fuente: Elaboración propia

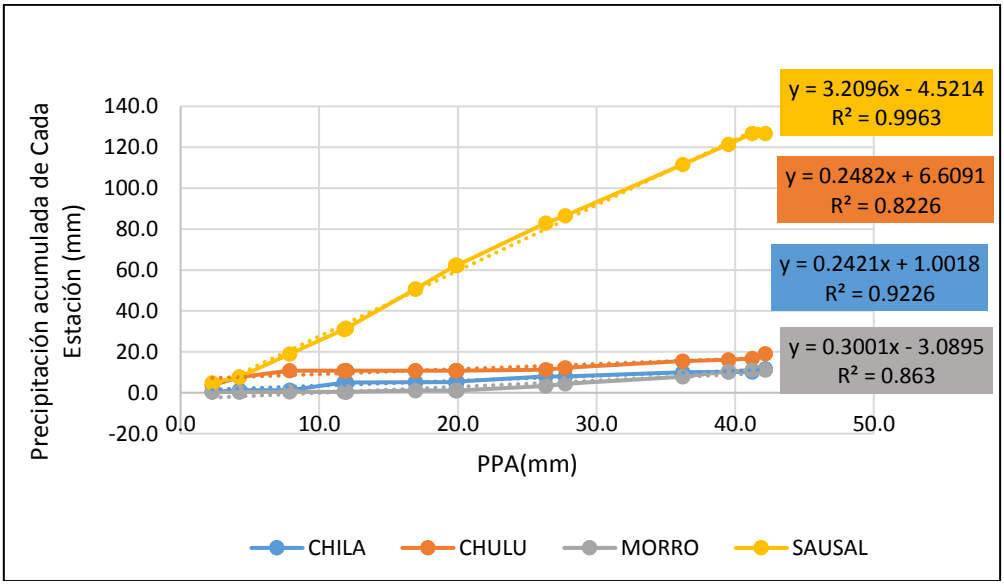


Figura C.45. JUNIO: CDA - ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como patrón de precipitaciones la estación Sausal de Culucan, ya que presenta un $R^2 > 0.99$.

Tabla C.51. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación Sausal de Culucan zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	1.5	2.3	0.0	0	0.0	126.8	11.7	19.1	11.1	126.8
1973	0.1	0.7	0.6	5.4	5.4	126.8	10.2	16.8	11.1	126.8
1974	0.1	0.6	2.7	9.8	9.8	121.4	10.1	16.1	10.5	121.4
1975	2.1	3.3	3.4	25.1	25.1	111.6	10.0	15.5	7.8	111.6
1976	0.0	0.9	1.1	3.6	3.6	86.5	7.9	12.2	4.4	86.5
1977	2.4	0.4	2.2	20.6	20.6	82.9	7.9	11.3	3.3	82.9
1978	0.2	0.0	0.0	0	0.0	62.3	5.5	10.9	1.1	62.3
1979	0.2	0.0	0.0	0	0.0	62.3	5.3	10.9	1.1	62.3
1980	0.0	0.0	0.0	0	0.0	62.3	5.1	10.9	1.1	62.3
1981	0.0	0.0	0.0	11.6	11.6	62.3	5.1	10.9	1.1	62.3
1982	0.0	0.0	0.0	0	0.0	50.7	5.1	10.9	1.1	50.7
1984	0.1	0.1	0.6	19.2	19.2	50.7	5.1	10.9	1.1	50.7
1985	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	31.5	5.0	10.8	0.5	31.5
1986	0.0	0.0	0.0	0	0.0	31.4	5.0	10.8	0.5	31.4
1987	0.0	0.0	0.0	0	0.0	31.4	5.0	10.8	0.5	31.4
1988	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	31.4	5.0	10.8	0.5	31.4
1989	3.7	0.0	0.0	12.02	12.0	30.9	5.0	10.8	0.5	30.9
1990	0.0	3.1	0.2	11.2	11.2	18.9	1.3	10.8	0.5	18.9
1991	0.9	4.1	0.0	2.8	2.8	7.7	1.3	7.6	0.3	7.7
1992	0.4	3.5	0.3	4.9	4.9	4.9	0.4	3.5	0.3	4.9

Fuente: Elaboración propia

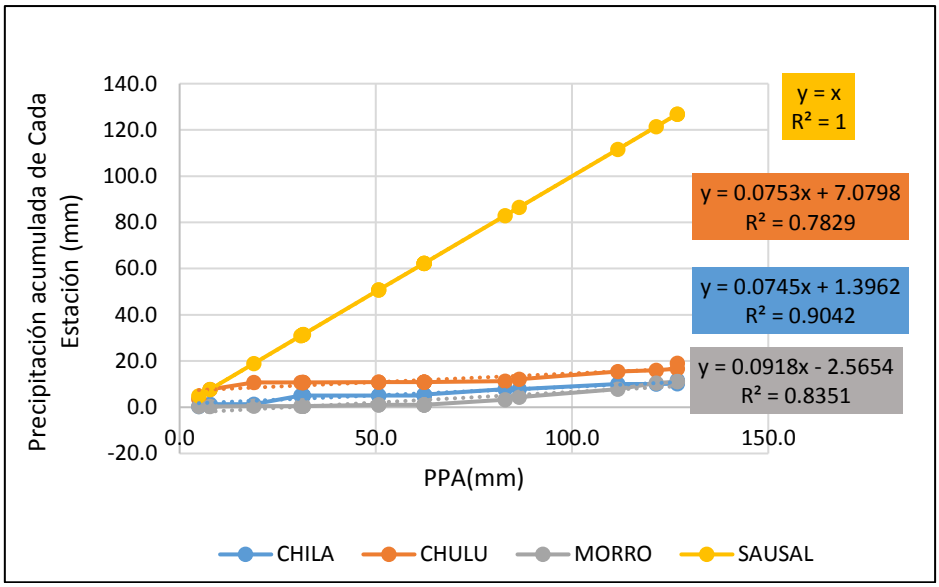


Figura C.46. JUNIO: CDA - ZONA MEDIA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LA ESTACIÓN SAUSAL DE CULUCAN
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones encontradas, efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.52. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.8	10.8	16.6	9.1	126.8
1973	0.4	0.4	0.5	5.4	1.7	40.8	10.8	16.6	9.1	126.8
1974	0.7	0.7	0.9	9.8	3.0	39.2	10.4	16.2	8.6	121.4
1975	1.9	1.9	2.3	25.1	7.8	36.1	9.7	15.5	7.7	111.6
1976	0.3	0.3	0.3	3.6	1.1	28.3	7.8	13.6	5.4	86.5
1977	1.5	1.6	1.9	20.6	6.4	27.2	7.6	13.3	5.0	82.9
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.8	6.0	11.8	3.2	62.3
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.8	6.0	11.8	3.2	62.3
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.8	6.0	11.8	3.2	62.3
1981	0.9	0.9	1.1	11.6	3.6	20.8	6.0	11.8	3.2	62.3
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.2	5.2	10.9	2.1	50.7
1984	1.4	1.4	1.8	19.2	6.0	17.2	5.2	10.9	2.1	50.7
1985	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	11.3	3.7	9.5	0.3	31.5
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	3.7	9.4	0.3	31.4
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.2	3.7	9.4	0.3	31.4
1988	0.0	0.0	0.0	0.5	0.2	11.2	3.7	9.4	0.3	31.4
1989	0.9	0.9	1.1	12.0	3.7	11.1	3.7	9.4	0.3	30.9
1990	0.8	0.8	1.0	11.2	3.5	7.3	2.8	8.5	-0.8	18.9
1991	0.2	0.2	0.3	2.8	0.9	3.9	2.0	7.7	-1.9	7.7
1992	1.8	7.4	0.0	4.9	3.0	3.0	1.8	7.4	-2.1	4.9

Fuente: Elaboración propia

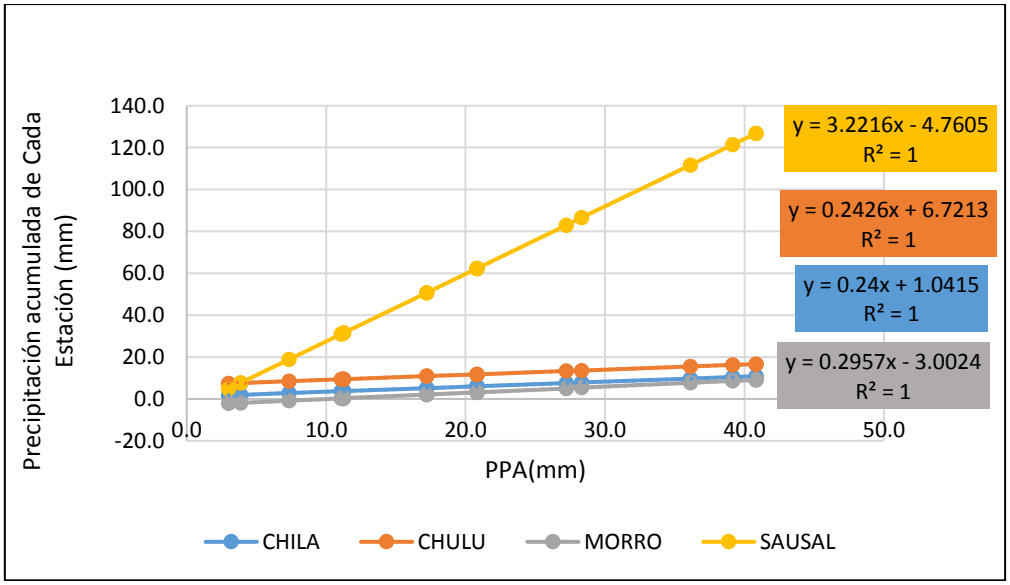


Figura C.47. JUNIO: CDA - ZONA MEDIA - CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Como obtuvimos un valor negativo en la estación Morropón en el año 1992, lo cambiamos por 0.

Análisis de consistencia de la zona baja

Tabla C.53. Valores totales anuales y acumulados zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.1	0.0	0.0	0.0	6.5	5.3	7.1	7.1
1973	0.0	0.4	0.2	0.2	6.5	5.2	7.1	7.1
1974	0.4	0.5	1.1	0.7	6.3	5.2	6.7	6.9
1975	0.5	3.5	1.7	1.9	5.6	4.8	6.2	5.8
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	4.3	2.7	4.1
1977	0.2	0.0	0.0	0.1	3.7	4.3	2.7	4.1
1978	1.5	1.2	0.6	1.1	3.6	4.1	2.7	4.1
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	2.6	1.5	3.5
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	2.6	1.5	3.5
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	2.6	1.5	3.5
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	2.6	1.5	3.5
1984	0.2	0.0	0.0	0.1	2.5	2.6	1.5	3.5
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	2.4	1.5	3.5
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	2.4	1.5	3.5
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	2.4	1.5	3.5
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	2.4	1.5	3.5
1989	0.7	1.1	1.0	0.9	2.5	2.4	1.5	3.5
1990	0.1	0.0	0.0	0.0	1.5	1.7	0.4	2.5
1991	0.2	0.0	2.5	0.9	1.5	1.6	0.4	2.5
1992	1.4	0.4	0.0	0.6	0.6	1.4	0.4	0.0

Fuente: Elaboración propia

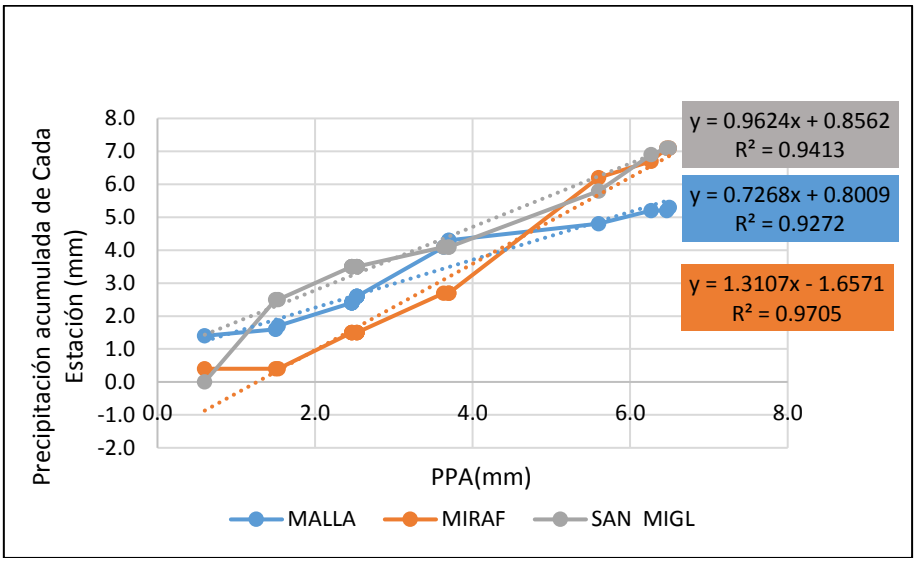


Figura C.48. JUNIO: CDA - ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Utilizamos como patrón de precipitaciones, la estación Miraflores ya que tiene un R^2 mayor.

Tabla C.54. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación Miraflores zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.1	0.0	0.0	0.0	7.1	5.3	7.1	7.1
1973	0.0	0.4	0.2	0.4	7.1	5.2	7.1	7.1
1974	0.4	0.5	1.1	0.5	6.7	5.2	6.7	6.9
1975	0.5	3.5	1.7	3.5	6.2	4.8	6.2	5.8
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	4.3	2.7	4.1
1977	0.2	0.0	0.0	0.0	2.7	4.3	2.7	4.1
1978	1.5	1.2	0.6	1.2	2.7	4.1	2.7	4.1
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.6	1.5	3.5
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.6	1.5	3.5
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.6	1.5	3.5
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.6	1.5	3.5
1984	0.2	0.0	0.0	0.0	1.5	2.6	1.5	3.5
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.4	1.5	3.5
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.4	1.5	3.5
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.4	1.5	3.5
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.4	1.5	3.5
1989	0.7	1.1	1.0	1.1	1.5	2.4	1.5	3.5
1990	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	1.7	0.4	2.5
1991	0.2	0.0	2.5	0.0	0.4	1.6	0.4	2.5
1992	1.4	0.4	0.0	0.4	0.4	1.4	0.4	0.0

Fuente: Elaboración propia

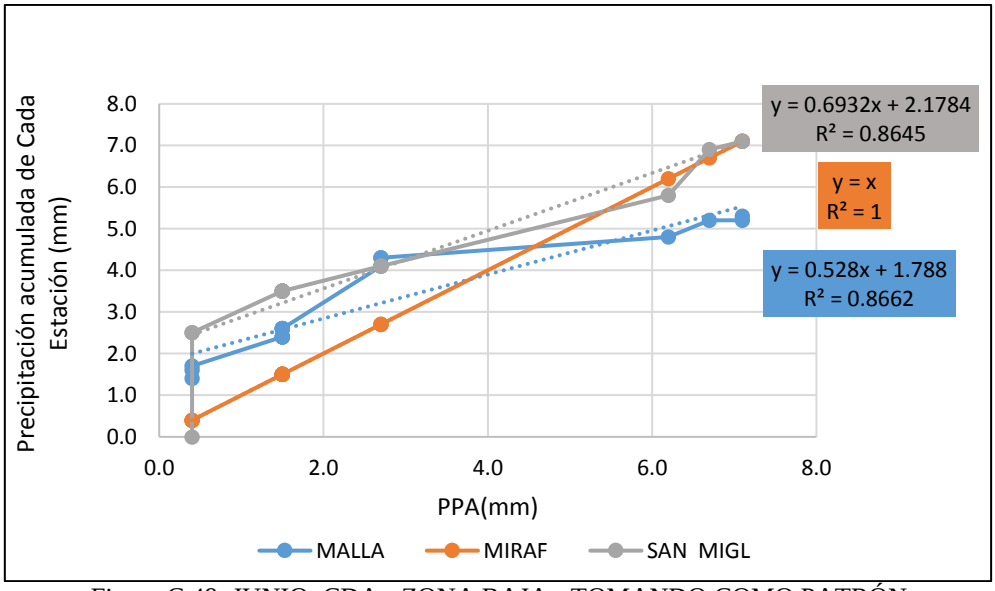


Figura C.49. JUNIO: CDA - ZONA BAJA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LA ESTACIÓN MIRAFLORES
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones halladas, efectuamos la corrección de datos

Tabla C.55. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	5.5	7.1	7.1
1973	0.2	0.4	0.3	0.3	6.6	5.5	7.1	7.1
1974	0.3	0.5	0.3	0.4	6.3	5.3	6.7	6.8
1975	1.8	3.5	2.4	2.6	5.9	5.1	6.2	6.5
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	3.2	2.7	4.1
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	3.2	2.7	4.1
1978	0.6	1.2	0.8	0.9	3.3	3.2	2.7	4.1
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.6	1.5	3.2
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.6	1.5	3.2
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.6	1.5	3.2
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.6	1.5	3.2
1984	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.6	1.5	3.2
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.6	1.5	3.2
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.6	1.5	3.2
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.6	1.5	3.2
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	2.6	1.5	3.2
1989	0.6	1.1	0.8	0.8	2.4	2.6	1.5	3.2
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	2.0	0.4	2.5
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	2.0	0.4	2.5
1992	2.0	0.4	2.5	1.6	1.6	2.0	0.4	2.5

Fuente: Elaboración propia

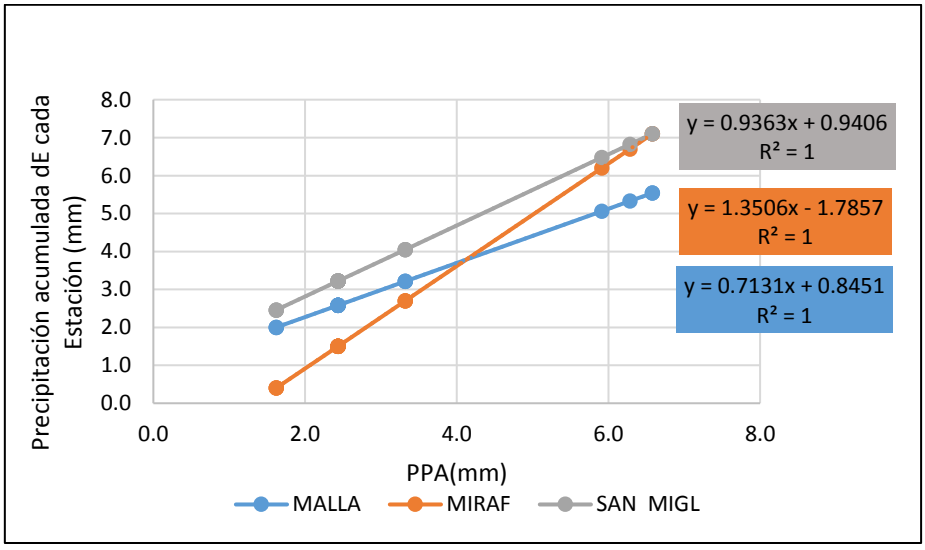


Figura C.50. JUNIO: CDA - ZONA BAJA - CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Efectuado el análisis de consistencia en la zona alta, media y baja, para el mes de JUNIO, se obtuvieron los nuevos valores, para cada estación y año.

Tabla C.56. Valores totales anuales para el mes de junio

AÑO	ARE	AYAB	CHILA	CHUL	HUARM	MALLA	MIRAF	MORR	SANMIGL	SAUS
1972	25.8	67.1	0.0	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1973	19.9	51.7	0.4	0.4	21.6	0.2	0.4	0.5	0.3	5.4
1974	27.0	70.2	0.7	0.7	29.3	0.3	0.5	0.9	0.4	9.8
1975	25.8	67.1	1.9	1.9	27.9	1.9	3.5	2.3	2.4	25.1
1976	5.1	13.3	0.3	0.3	5.5	0.0	0.0	0.3	0.0	3.6
1977	22.2	57.9	1.5	1.6	24.1	0.0	0.0	1.9	0.0	20.6
1978	1.8	4.7	0.0	0.0	2.0	0.6	1.2	0.0	0.8	0.0
1979	1.9	4.9	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	0.8	2.1	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981	7.2	18.9	0.9	0.9	7.9	0.0	0.0	1.1	0.0	11.6
1982	1.6	4.2	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1984	19.1	49.8	1.4	1.5	20.8	0.0	0.0	1.8	0.0	19.2
1985	0.6	1.5	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1987	1.4	3.5	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988	2.0	5.1	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.5
1989	7.7	19.9	0.9	0.9	8.3	0.6	1.1	1.1	0.8	12.0
1990	10.4	27.0	0.8	0.8	11.2	0.0	0.0	1.0	0.0	11.2
1991	7.3	19.0	0.2	0.2	7.9	0.0	0.0	0.3	0.0	2.8
1992	30.1	13.7	1.8	7.5	19.4	2.0	0.4	0.0	2.5	4.9

Fuente: Elaboración propia

Mes de Julio

Análisis de consistencia de la zona alta

Tabla C.57. Valores totales anuales y acumulados zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	9.0	10.7	3.2	7.6	136.4	128.3	188.4	92.4
1973	5.5	11.4	17.5	11.5	128.7	119.3	177.7	89.2
1974	18.0	8.7	2.8	9.8	117.3	113.8	166.3	71.7
1975	14.9	35.1	8.8	19.6	107.4	95.8	157.6	68.9
1976	1.6	0.2	2.5	1.4	87.8	80.9	122.5	60.1
1977	1.1	0.0	0.0	0.4	86.4	79.3	122.3	57.6
1978	5.2	15.3	2.6	7.7	86.0	78.2	122.3	57.6
1979	1.0	1.3	0.0	0.8	78.3	73.0	107.0	55.0
1980	1.2	2.5	0.0	1.2	77.6	72.0	105.7	55.0
1981	0.0	8.1	0.3	2.8	76.3	70.8	103.2	55.0
1982	1.1	5.3	2.1	2.8	73.5	70.8	95.1	54.7
1984	26.9	36.6	13.4	25.6	70.7	69.7	89.8	52.6
1985	0.8	0.0	0.3	0.4	45.1	42.8	53.2	39.2
1986	0.6	0.0	0.0	0.2	44.7	42.0	53.2	38.9
1987	29.5	29.9	30.3	29.9	44.5	41.4	53.2	38.9

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1988	0.0	1.8	3.3	1.7	14.6	11.9	23.3	8.6
1989	2.8	1.2	0.3	1.4	12.9	11.9	21.5	5.3
1990	0.0	18.5	4.3	7.6	11.5	9.1	20.3	5.0
1991	4.8	1.4	0.0	2.1	3.9	9.1	1.8	0.7
1992	4.3	0.4	0.7	1.8	1.8	4.3	0.4	0.7

Fuente: Elaboración propia

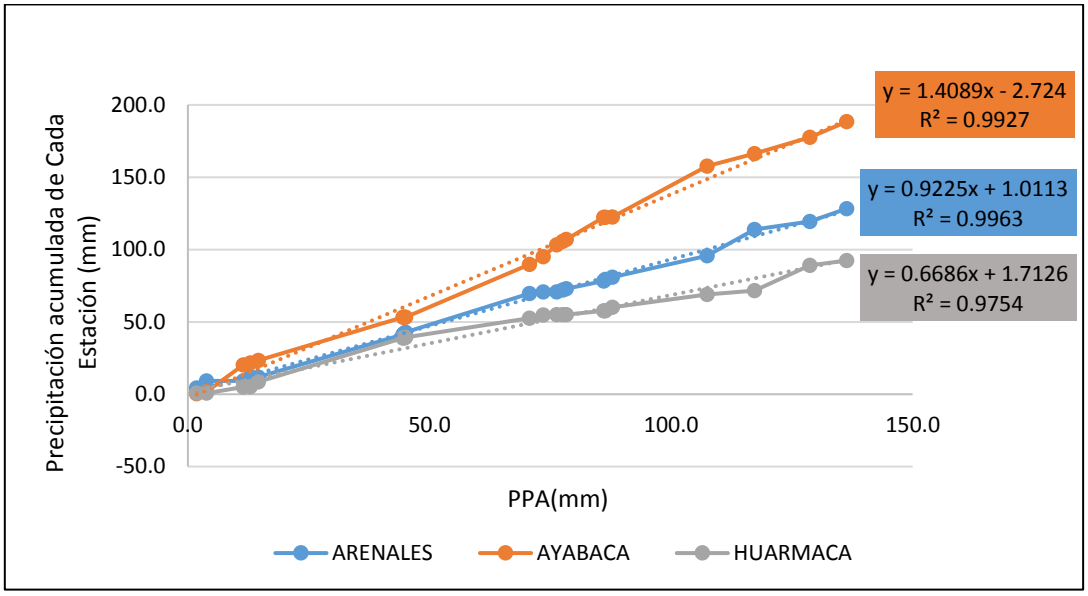


Figura C.51. JULIO: CDA - ZONA ALTA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como patrón de precipitaciones las estaciones de Arenales y Ayabaca, ya que muestran un $R^2 > 0.99$.

Tabla C.58. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones las estaciones de Arenales y Ayabaca zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	9.0	10.7	3.2	9.9	158.4	128.3	188.4	92.4
1973	5.5	11.4	17.5	8.5	148.5	119.3	177.7	89.2
1974	18.0	8.7	2.8	13.4	140.1	113.8	166.3	71.7
1975	14.9	35.1	8.8	25.0	126.7	95.8	157.6	68.9
1976	1.6	0.2	2.5	0.9	101.7	80.9	122.5	60.1
1977	1.1	0.0	0.0	0.6	100.8	79.3	122.3	57.6
1978	5.2	15.3	2.6	10.3	100.3	78.2	122.3	57.6
1979	1.0	1.3	0.0	1.2	90.0	73.0	107.0	55.0
1980	1.2	2.5	0.0	1.9	88.9	72.0	105.7	55.0
1981	0.0	8.1	0.3	4.1	87.0	70.8	103.2	55.0
1982	1.1	5.3	2.1	3.2	83.0	70.8	95.1	54.7
1984	26.9	36.6	13.4	31.8	79.8	69.7	89.8	52.6
1985	0.8	0.0	0.3	0.4	48.0	42.8	53.2	39.2
1986	0.6	0.0	0.0	0.3	47.6	42.0	53.2	38.9
1987	29.5	29.9	30.3	29.7	47.3	41.4	53.2	38.9

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1988	0.0	1.8	3.3	0.9	17.6	11.9	23.3	8.6
1989	2.8	1.2	0.3	2.0	16.7	11.9	21.5	5.3
1990	0.0	18.5	4.3	9.3	14.7	9.1	20.3	5.0
1991	4.8	1.4	0.0	3.1	5.5	9.1	1.8	0.7
1992	4.3	0.4	0.7	2.4	2.4	4.3	0.4	0.7

Fuente: Elaboración propia

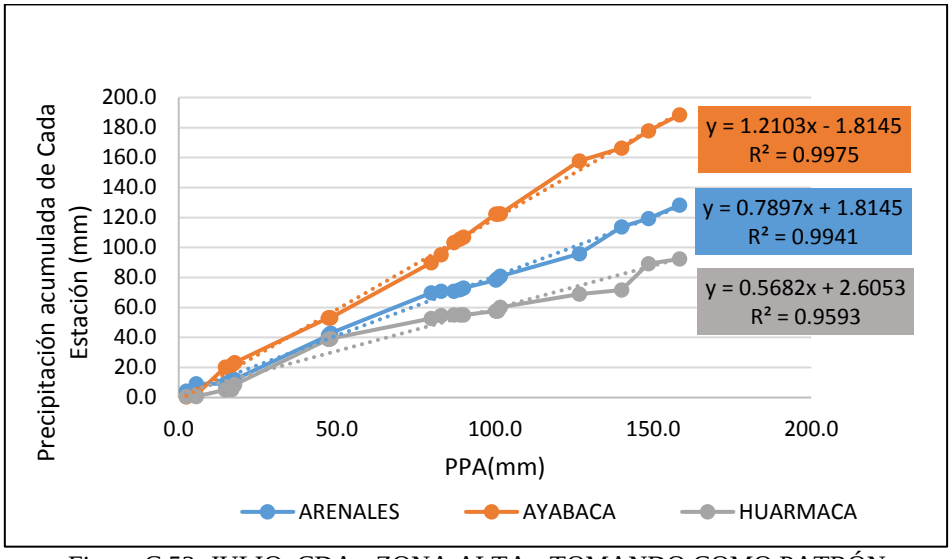


Figura C.52. JULIO: CDA - ZONA ALTA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LAS ESTACIONES DE ARENALES Y AYABACA
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones halladas, efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.59. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	7.8	11.9	5.6	8.4	136.4	126.9	189.8	92.6
1973	6.7	10.2	4.8	7.2	128.0	119.1	177.9	87.0
1974	10.5	16.2	7.6	11.4	120.8	112.4	167.7	82.2
1975	19.7	30.3	14.2	21.4	109.3	101.9	151.5	74.6
1976	0.7	1.1	0.5	0.8	87.9	82.1	121.3	60.4
1977	0.4	0.7	0.3	0.5	87.2	81.4	120.2	59.9
1978	8.1	12.4	5.8	8.8	86.7	81.0	119.5	59.6
1979	0.9	1.4	0.7	1.0	77.9	72.9	107.1	53.7
1980	1.5	2.2	1.1	1.6	76.9	72.0	105.7	53.1
1981	3.2	4.9	2.3	3.5	75.3	70.5	103.5	52.0
1982	2.5	3.9	1.8	2.7	71.9	67.3	98.6	49.7
1984	25.1	38.4	18.0	27.2	69.1	64.8	94.7	47.9
1985	0.3	0.5	0.2	0.3	42.0	39.7	56.3	29.9
1986	0.2	0.4	0.2	0.3	41.6	39.4	55.8	29.7
1987	23.5	35.9	16.9	25.4	41.4	39.2	55.4	29.5
1988	0.7	1.1	0.5	0.8	15.9	15.7	19.5	12.6
1989	1.6	2.4	1.1	1.7	15.2	15.0	18.4	12.1

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1990	7.3	11.2	5.3	7.9	13.5	13.4	16.0	11.0
1991	2.4	3.7	1.8	2.6	5.5	6.1	4.8	5.7
1992	3.7	1.0	3.9	2.9	2.9	3.7	1.0	3.9

Fuente: Elaboración propia

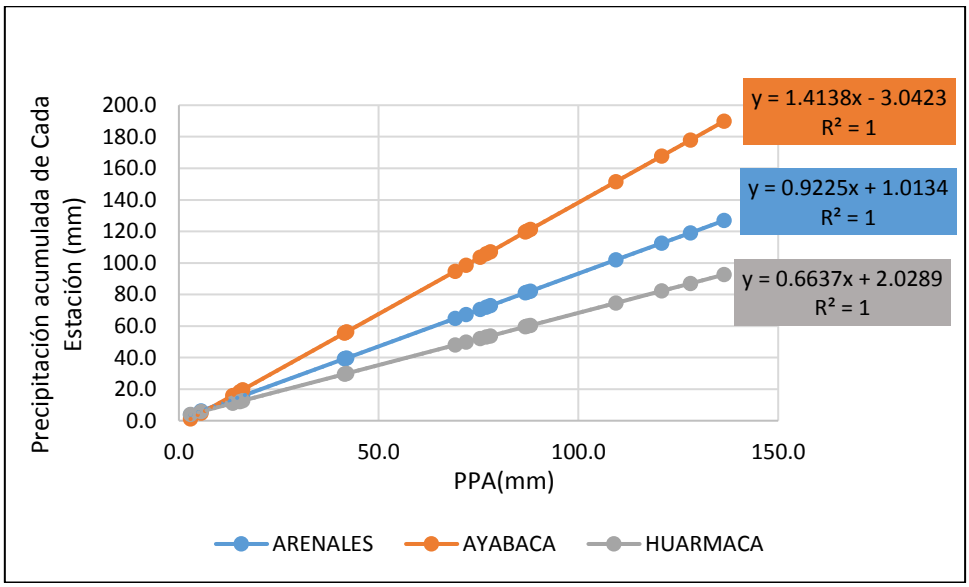


Figura C.53. JULIO: CDA - ZONA ALTA - CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia de la zona media

Tabla C.60. Valores totales anuales y acumulados zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.0	0.0	0.0	0.9	0.2	13.1	2.3	13.7	4.4	31.9
1973	0.0	0.0	0.7	1.5	0.6	12.9	2.3	13.7	4.4	31.0
1974	0.0	0.0	0.1	5.4	1.4	12.3	2.3	13.7	3.7	29.5
1975	0.0	0.0	0.0	1.0	0.3	10.9	2.3	13.7	3.6	24.1
1976	0.0	1.0	0.4	1.0	0.6	10.7	2.3	13.7	3.6	23.1
1977	0.0	0.5	0.8	0.0	0.3	10.1	2.3	12.7	3.2	22.1
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	2.3	12.2	2.4	22.1
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	2.3	12.2	2.4	22.1
1980	0.2	0.8	0.2	0.0	0.3	9.8	2.3	12.2	2.4	22.1
1981	0.2	1.2	0.0	3.7	1.3	9.5	2.1	11.4	2.2	22.1
1982	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	8.2	1.9	10.2	2.2	18.4
1984	1.1	0.0	1.4	5.7	2.1	8.0	1.9	9.4	2.2	18.4
1985	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2	5.9	0.8	9.4	0.8	12.7
1986	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	5.8	0.2	9.4	0.8	12.7
1987	0.2	0.0	0.8	7.9	2.2	5.8	0.2	9.3	0.8	12.7
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	9.3	0.0	4.8
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	9.3	0.0	4.8

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1990	0.0	3.1	0.0	0.0	0.8	3.5	0.0	9.3	0.0	4.8
1991	0.0	3.1	0.0	4.8	2.0	2.8	0.0	6.2	0.0	4.8
1992	0.0	3.1	0.0	0.0	0.8	0.8	0.0	3.1	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

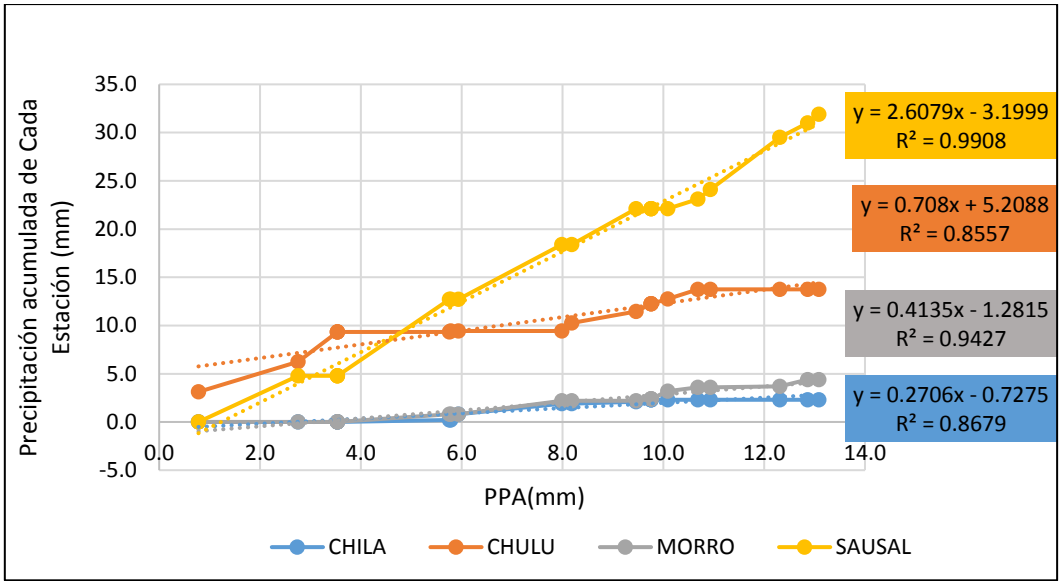


Figura C.54. JULIO: CDA - ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como patrón de precipitaciones la estación de Sausal de Culucan, ya que presenta un $R^2 > 0.99$.

Tabla C.61. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación de Sausal de Culucan zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9	31.9	2.3	13.7	4.4	31.9
1973	0.0	0.0	0.7	1.5	1.5	31.0	2.3	13.7	4.4	31.0
1974	0.0	0.0	0.1	5.4	5.4	29.5	2.3	13.7	3.7	29.5
1975	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	24.1	2.3	13.7	3.6	24.1
1976	0.0	1.0	0.4	1.0	1.0	23.1	2.3	13.7	3.6	23.1
1977	0.0	0.5	0.8	0.0	0.0	22.1	2.3	12.7	3.2	22.1
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.1	2.3	12.2	2.4	22.1
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.1	2.3	12.2	2.4	22.1
1980	0.2	0.8	0.2	0.0	0.0	22.1	2.3	12.2	2.4	22.1
1981	0.2	1.2	0.0	3.7	3.7	22.1	2.1	11.4	2.2	22.1
1982	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	18.4	1.9	10.2	2.2	18.4
1984	1.1	0.0	1.4	5.7	5.7	18.4	1.9	9.4	2.2	18.4
1985	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	0.8	9.4	0.8	12.7
1986	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	12.7	0.2	9.4	0.8	12.7
1987	0.2	0.0	0.8	7.9	7.9	12.7	0.2	9.3	0.8	12.7

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	9.3	0.0	4.8
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	9.3	0.0	4.8
1990	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	9.3	0.0	4.8
1991	0.0	3.1	0.0	4.8	4.8	4.8	0.0	6.2	0.0	4.8
1992	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

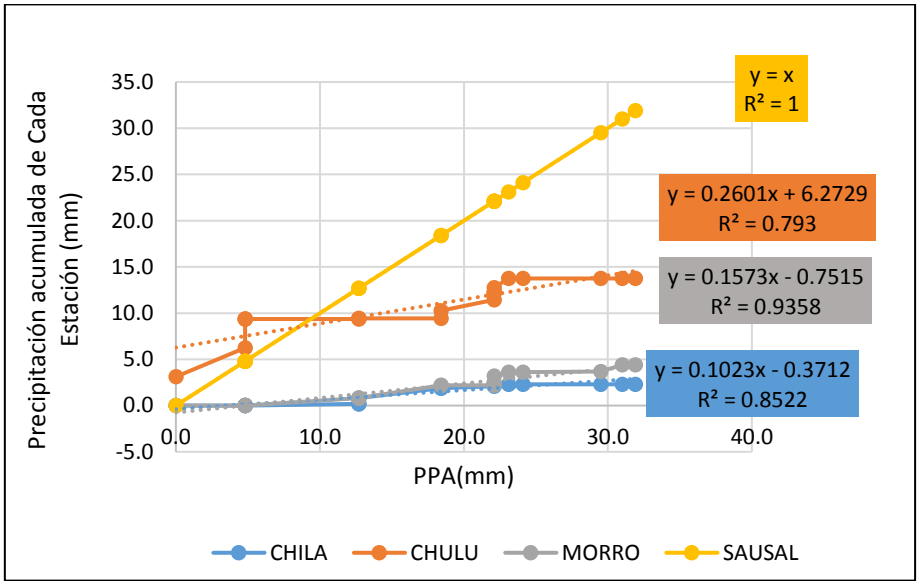


Figura C.55. JULIO: CDA - ZONA MEDIA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LA ESTACIÓN DE SAUSAL DE CULUCAN
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones encontradas, efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.62. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.1	0.2	0.1	0.9	0.3	13.4	2.9	14.6	4.3	31.9
1973	0.2	0.4	0.2	1.5	0.6	13.1	2.8	14.3	4.1	31.0
1974	0.6	1.4	0.8	5.4	2.1	12.5	2.6	13.9	3.9	29.5
1975	0.1	0.3	0.2	1.0	0.4	10.4	2.1	12.5	3.0	24.1
1976	0.1	0.3	0.2	1.0	0.4	10.1	2.0	12.3	2.9	23.1
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	1.9	12.0	2.7	22.1
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	1.9	12.0	2.7	22.1
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	1.9	12.0	2.7	22.1
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.7	1.9	12.0	2.7	22.1
1981	0.4	1.0	0.6	3.7	1.4	9.7	1.9	12.0	2.7	22.1
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	1.5	11.1	2.1	18.4
1984	0.6	1.5	0.9	5.7	2.2	8.3	1.5	11.1	2.1	18.4
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	0.9	9.6	1.2	12.7
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1	0.9	9.6	1.2	12.7

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1987	0.8	2.1	1.2	7.9	3.0	6.1	0.9	9.6	1.2	12.7
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.1	7.5	0.0	4.8
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.1	7.5	0.0	4.8
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.1	7.5	0.0	4.8
1991	0.5	1.2	0.8	4.8	1.8	3.1	0.1	7.5	0.0	4.8
1992	0.0	6.3	0.0	0.0	1.3	1.3	-0.4	6.3	-0.8	0.0

Fuente: Elaboración propia

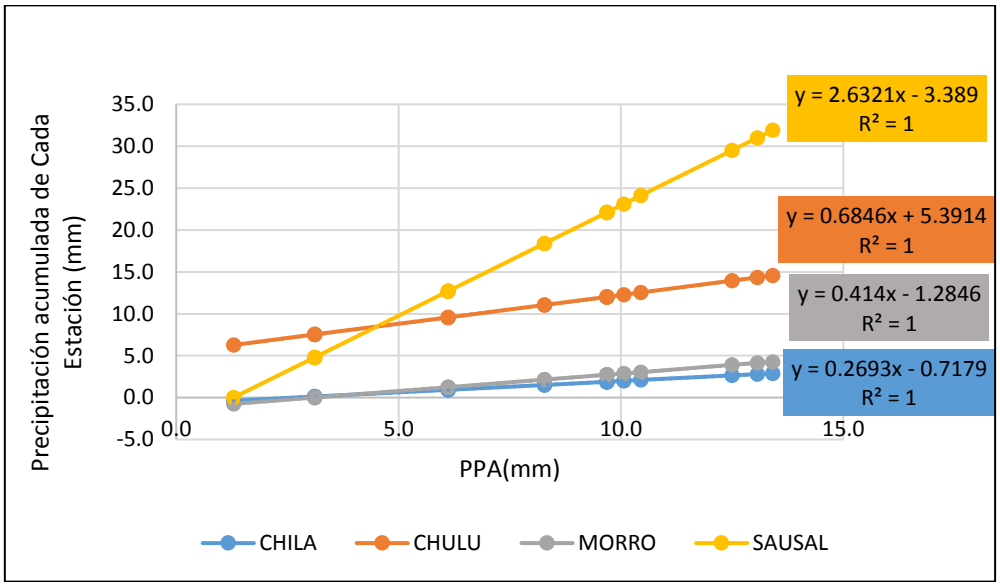


Figura C.56. JULIO: CDA - ZONA MEDIA - CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Como obtuvimos un valor negativo en la estación Chilaco y Morropón en el año 1992, lo cambiamos por 0.

Análisis de consistencia de la zona baja

Tabla C.63. Valores totales anuales y acumulados zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0	1.0	1.9	0.0
1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0
1981	0.0	0.1	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1982	0.0	0.2	0.0	0.1	0.9	1.0	1.7	0.0
1984	0.7	1.1	0.0	0.6	0.8	1.0	1.5	0.0
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.4	0.0
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.4	0.0
1987	0.3	0.4	0.0	0.2	0.2	0.3	0.4	0.0
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1992	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

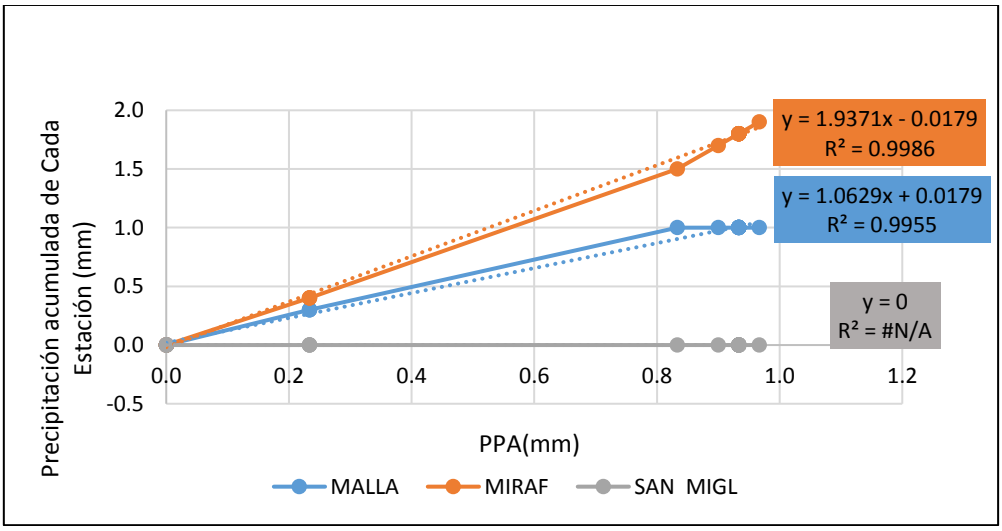


Figura C.57. JULIO: CDA - ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en la estación San Miguel no presenta un valor del coeficiente de determinación ya que los valores en el eje "Y" son 0.
Como obtuvimos valores de $R^2 > 0.99$, efectuamos la corrección de datos con las ecuaciones encontradas.

Tabla C.64. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0	1.0	1.9	0.0
1973	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1981	0.0	0.1	0.0	0.0	0.9	1.0	1.8	0.0
1982	0.1	0.1	0.0	0.1	0.9	1.0	1.7	0.0
1984	0.6	1.2	0.0	0.6	0.8	0.9	1.6	0.0
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.4	0.0
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.4	0.0
1987	0.2	0.5	0.0	0.2	0.2	0.3	0.4	0.0
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1992	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

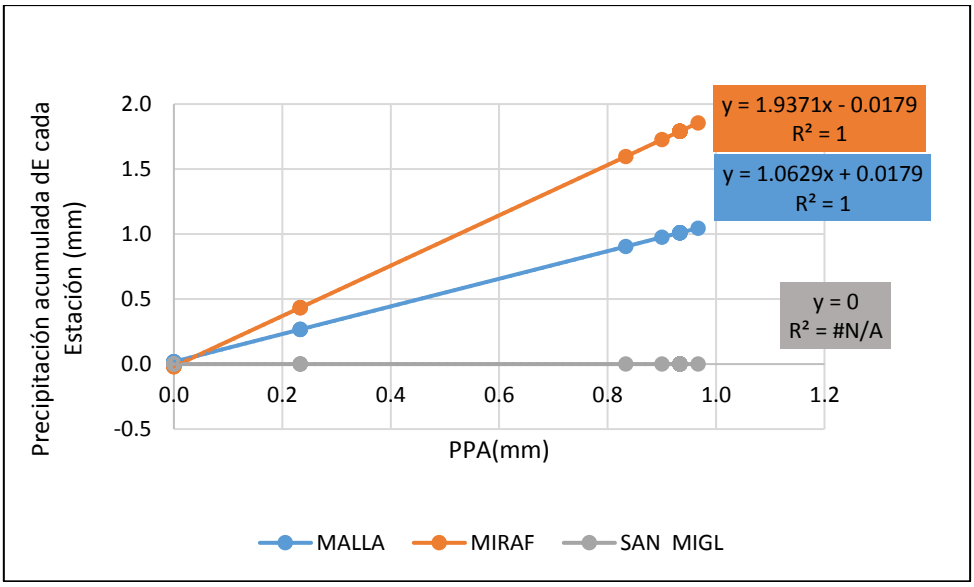


Figura C.58. JULIO: CDA - ZONA BAJA - CORREGIDOS
Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en la estación San Miguel no presenta un valor del coeficiente de determinación ya que los valores en el eje " Y " son 0.
Efectuado el análisis de consistencia en la zona alta, media y baja, para el mes de JULIO, se obtuvieron los nuevos valores, para cada estación y año.

Tabla C.65. Valores totales anuales para el mes de julio

AÑO	AREN	AYAB	CHILLA	CHUL	HUARM	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	7.8	11.9	0.1	0.2	5.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.9
1973	6.7	10.2	0.2	0.4	4.8	0.0	0.0	0.2	0.0	1.5
1974	10.5	16.2	0.6	1.4	7.6	0.0	0.0	0.9	0.0	5.4
1975	19.7	30.3	0.1	0.3	14.2	0.0	0.0	0.2	0.0	1.0
1976	0.7	1.1	0.1	0.3	0.5	0.0	0.0	0.2	0.0	1.0
1977	0.4	0.7	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1978	8.1	12.4	0.0	0.0	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

AÑO	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUARM	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1979	0.9	1.4	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	1.5	2.2	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981	3.2	4.9	0.4	1.0	2.3	0.0	0.1	0.6	0.0	3.7
1982	2.5	3.9	0.0	0.0	1.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
1984	25.1	38.4	0.6	1.5	18.0	0.6	1.2	0.9	0.0	5.7
1985	0.3	0.5	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1986	0.2	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1987	23.5	36.0	0.8	2.1	16.9	0.3	0.5	1.2	0.0	7.9
1988	0.7	1.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1989	1.6	2.4	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	7.3	11.2	0.0	0.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1991	2.4	3.7	0.5	1.3	1.8	0.0	0.0	0.8	0.0	4.8
1992	3.7	1.1	0.0	6.3	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

Mes de Agosto

Análisis de consistencia de la zona alta

Tabla C.66. Valores totales anuales y acumulados zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	18.1	30.8	9.5	19.5	230.0	218.7	316.9	154.3
1973	9.5	15.6	10.5	11.9	210.5	200.6	286.1	144.8
1974	9.6	21.5	19.5	16.9	198.6	191.1	270.5	134.3
1975	55.3	62.1	45.0	54.1	181.8	181.5	249.0	114.8
1976	13.1	2.8	6.3	7.4	127.6	126.2	186.9	69.8
1977	1.9	1.7	2.9	2.2	120.2	113.1	184.1	63.5
1978	2.2	0.8	3.4	2.1	118.1	111.2	182.4	60.6
1979	9.7	44.2	6.8	20.2	115.9	109.0	181.6	57.2
1980	0.8	4.2	1.3	2.1	95.7	99.3	137.4	50.4
1981	12.7	12.0	13.9	12.9	93.6	98.5	133.2	49.1
1982	0.0	0.0	0.1	0.0	80.7	85.8	121.2	35.2
1984	5.4	8.1	1.7	5.1	80.7	85.8	121.2	35.1
1985	9.7	16.4	7.1	11.1	75.6	80.4	113.1	33.4
1986	11.4	19.7	14.3	15.1	64.6	70.7	96.7	26.3
1987	24.1	8.2	1.9	11.4	49.4	59.3	77.0	12.0
1988	0.0	4.7	0.3	1.7	38.0	35.2	68.8	10.1
1989	0.0	13.9	0.6	4.8	36.4	35.2	64.1	9.8
1990	4.1	0.0	3.5	2.5	31.5	35.2	50.2	9.2
1991	4.6	1.1	0.0	1.9	29.0	31.1	50.2	5.7
1992	26.4	49.1	5.7	27.1	27.1	26.4	49.1	5.7

Fuente: Elaboración propia

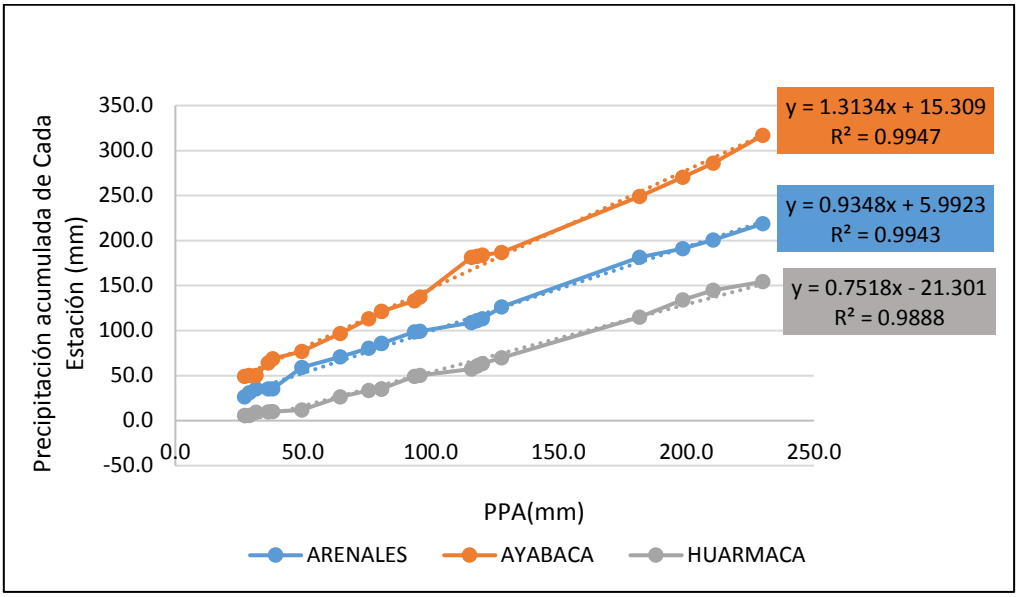


Figura C.59. AGOSTO: CDA - ZONA ALTA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como base las estaciones Arenales y Ayabaca, ya que muestran un $R^2 > 0.99$

Tabla C.67. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones las estaciones Arenales y Ayabaca zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	18.1	30.8	9.5	24.5	267.8	218.7	316.9	154.3
1973	9.5	15.6	10.5	12.6	243.3	200.6	286.1	144.8
1974	9.6	21.5	19.5	15.6	230.8	191.1	270.5	134.3
1975	55.3	62.1	45.0	58.7	215.2	181.5	249.0	114.8
1976	13.1	2.8	6.3	8.0	156.5	126.2	186.9	69.8
1977	1.9	1.7	2.9	1.8	148.6	113.1	184.1	63.5
1978	2.2	0.8	3.4	1.5	146.8	111.2	182.4	60.6
1979	9.7	44.2	6.8	27.0	145.3	109.0	181.6	57.2
1980	0.8	4.2	1.3	2.5	118.3	99.3	137.4	50.4
1981	12.7	12.0	13.9	12.4	115.8	98.5	133.2	49.1
1982	0.0	0.0	0.1	0.0	103.5	85.8	121.2	35.2
1984	5.4	8.1	1.7	6.8	103.5	85.8	121.2	35.1
1985	9.7	16.4	7.1	13.1	96.7	80.4	113.1	33.4
1986	11.4	19.7	14.3	15.6	83.7	70.7	96.7	26.3
1987	24.1	8.2	1.9	16.2	68.1	59.3	77.0	12.0
1988	0.0	4.7	0.3	2.4	52.0	35.2	68.8	10.1
1989	0.0	13.9	0.6	7.0	49.6	35.2	64.1	9.8
1990	4.1	0.0	3.5	2.1	42.7	35.2	50.2	9.2
1991	4.6	1.1	0.0	2.9	40.6	31.1	50.2	5.7
1992	26.4	49.1	5.7	37.8	37.8	26.4	49.1	5.7

Fuente: Elaboración propia

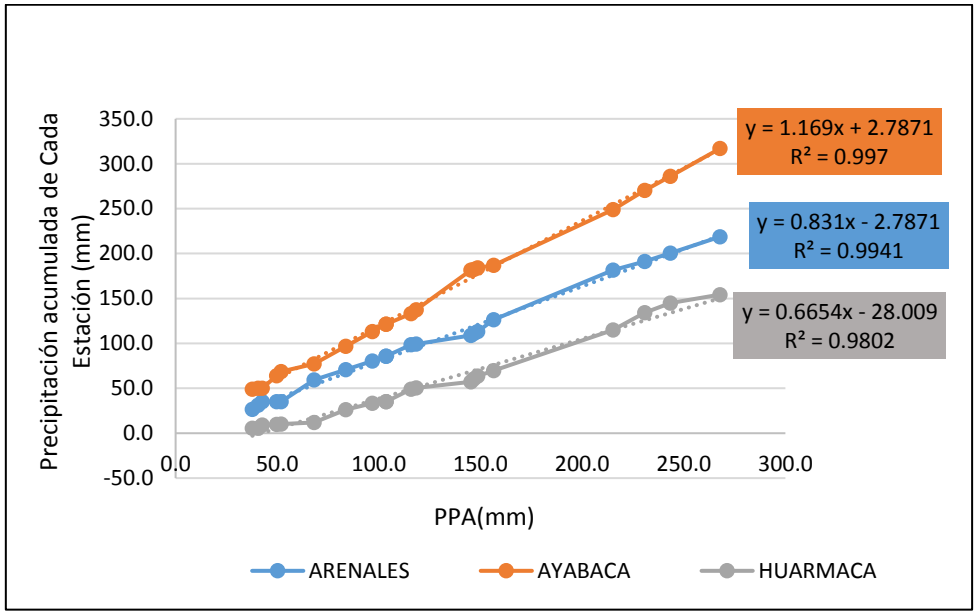


Figura C.60. AGOSTO: CDA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LAS ESTACIONES ARENALES Y AYABACA ZONA ALTA
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones determinadas efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.68. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	20.3	28.6	16.3	21.7	228.6	219.8	315.9	150.2
1973	10.4	14.7	8.4	11.2	206.9	199.4	287.3	133.9
1974	12.9	18.2	10.3	13.8	195.7	189.0	272.6	125.6
1975	48.8	68.6	39.1	52.2	181.9	176.1	254.4	115.2
1976	6.6	9.3	5.3	7.1	129.7	127.3	185.8	76.2
1977	1.5	2.1	1.2	1.6	122.7	120.7	176.5	70.9
1978	1.2	1.8	1.0	1.3	121.1	119.2	174.4	69.7
1979	22.4	31.5	17.9	23.9	119.8	118.0	172.6	68.7
1980	2.1	2.9	1.7	2.2	95.8	95.6	141.1	50.7
1981	10.3	14.4	8.2	11.0	93.6	93.5	138.2	49.1
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	82.6	83.2	123.8	40.9
1984	5.6	7.9	4.5	6.0	82.6	83.2	123.8	40.9
1985	10.8	15.3	8.7	11.6	76.6	77.6	115.9	36.4
1986	12.9	18.2	10.3	13.8	65.0	66.8	100.6	27.7
1987	13.4	18.9	10.7	14.3	51.2	53.8	82.4	17.3
1988	2.0	2.7	1.6	2.1	36.9	40.4	63.6	6.6
1989	5.8	8.1	4.6	6.2	34.8	38.5	60.8	5.0
1990	1.7	2.4	1.4	1.8	28.6	32.7	52.7	0.4
1991	2.4	3.4	1.9	2.6	26.8	31.0	50.3	-1.0
1992	28.6	46.9	0.0	24.2	24.2	28.6	46.9	-2.9

Fuente: Elaboración propia

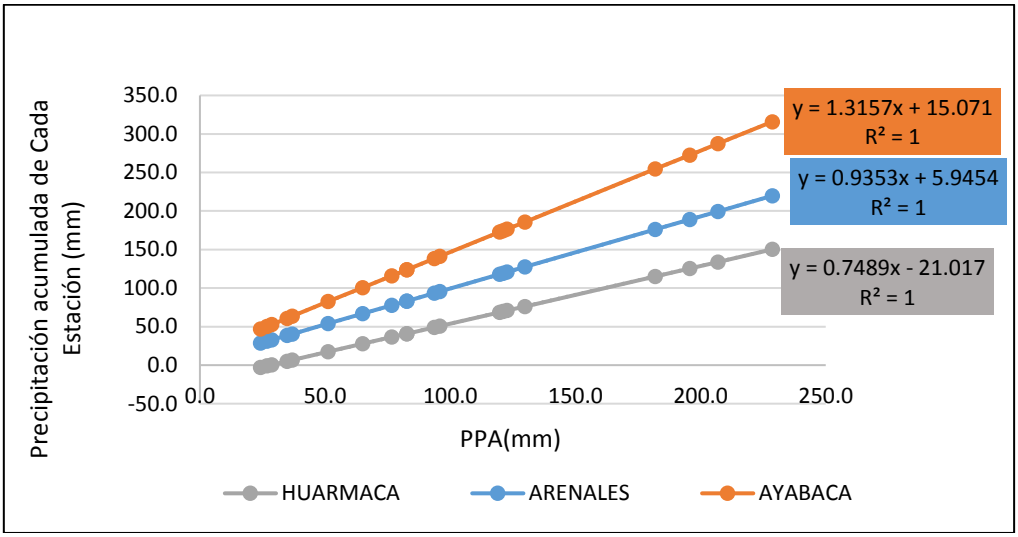


Figura C.61. AGOSTO: CDA – CORREGIDOS ZONA ALTA
Fuente: Elaboración propia

Como en la estación de Huarmaca en el año 1992 nos dio un valor negativo lo cambiamos por 0.

Análisis de consistencia de la zona media

Tabla C.69. Valores totales anuales y acumulados zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.0	1.0	1.2	2	1.1	25.7	5.1	21.1	13.9	62.5
1973	0.4	1.0	1.1	8.3	2.7	24.6	5.1	20.1	12.7	60.5
1974	0.0	0.0	0.1	20.3	5.1	21.9	4.7	19.1	11.6	52.2
1975	1.9	3.9	7.8	15.6	7.3	16.8	4.7	19.1	11.5	31.9
1976	0.0	0.3	0.0	2.2	0.6	9.5	2.8	15.2	3.7	16.3
1977	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	8.9	2.8	14.9	3.7	14.1
1978	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	8.9	2.8	14.9	3.7	14.0
1979	0.0	0.0	0.0	4.5	1.1	8.8	2.8	14.9	3.7	13.8
1980	0.0	0.0	0.0	0	0.0	7.7	2.8	14.9	3.7	9.3
1981	0.0	0.7	0.9	1.2	0.7	7.7	2.8	14.9	3.7	9.3
1982	0.0	0.0	0.0	0	0.0	7.0	2.8	14.2	2.8	8.1
1984	0.9	1.5	0.2	0.4	0.8	7.0	2.8	14.2	2.8	8.1
1985	1.6	0.2	1.9	0	0.9	6.2	1.9	12.7	2.6	7.7
1986	0.2	0.0	0.0	1.5	0.4	5.3	0.3	12.5	0.7	7.7
1987	0.1	3.2	0.7	2.2	1.6	4.9	0.1	12.5	0.7	6.2
1988	0.0	0.0	0.0	0	0.0	3.3	0.0	9.3	0.0	4.0
1989	0.0	0.0	0.0	0.9	0.2	3.3	0.0	9.3	0.0	4.0
1990	0.0	3.1	0.0	0	0.8	3.1	0.0	9.3	0.0	3.1
1991	0.0	3.1	0.0	0.2	0.8	2.3	0.0	6.2	0.0	3.1
1992	0.0	3.1	0.0	2.9	1.5	1.5	0.0	3.1	0.0	2.9

Fuente: Elaboración propia

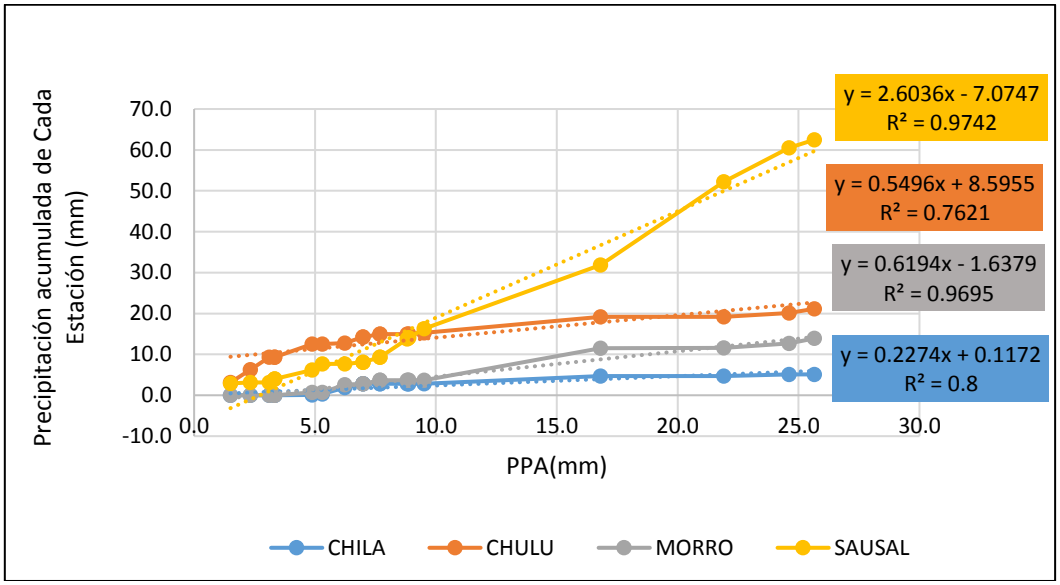


Figura C.62. AGOSTO: CDA - ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como base la estación de Susal de Culucan ya que presenta un mayor coeficiente de determinación.

Tabla C.70. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación Sausal de Culucan zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.0	1.0	1.2	2	2.0	62.5	5.1	21.1	13.9	62.5
1973	0.4	1.0	1.1	8.3	8.3	60.5	5.1	20.1	12.7	60.5
1974	0.0	0.0	0.1	20.3	20.3	52.2	4.7	19.1	11.6	52.2
1975	1.9	3.9	7.8	15.6	15.6	31.9	4.7	19.1	11.5	31.9
1976	0.0	0.3	0.0	2.2	2.2	16.3	2.8	15.2	3.7	16.3
1977	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	14.1	2.8	14.9	3.7	14.1
1978	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	14.0	2.8	14.9	3.7	14.0
1979	0.0	0.0	0.0	4.5	4.5	13.8	2.8	14.9	3.7	13.8
1980	0.0	0.0	0.0	0	0.0	9.3	2.8	14.9	3.7	9.3
1981	0.0	0.7	0.9	1.2	1.2	9.3	2.8	14.9	3.7	9.3
1982	0.0	0.0	0.0	0	0.0	8.1	2.8	14.2	2.8	8.1
1984	0.9	1.5	0.2	0.4	0.4	8.1	2.8	14.2	2.8	8.1
1985	1.6	0.2	1.9	0	0.0	7.7	1.9	12.7	2.6	7.7
1986	0.2	0.0	0.0	1.5	1.5	7.7	0.3	12.5	0.7	7.7
1987	0.1	3.2	0.7	2.2	2.2	6.2	0.1	12.5	0.7	6.2
1988	0.0	0.0	0.0	0	0.0	4.0	0.0	9.3	0.0	4.0
1989	0.0	0.0	0.0	0.9	0.9	4.0	0.0	9.3	0.0	4.0
1990	0.0	3.1	0.0	0	0.0	3.1	0.0	9.3	0.0	3.1
1991	0.0	3.1	0.0	0.2	0.2	3.1	0.0	6.2	0.0	3.1
1992	0.0	3.1	0.0	2.9	2.9	2.9	0.0	3.1	0.0	2.9

Fuente: Elaboración propia

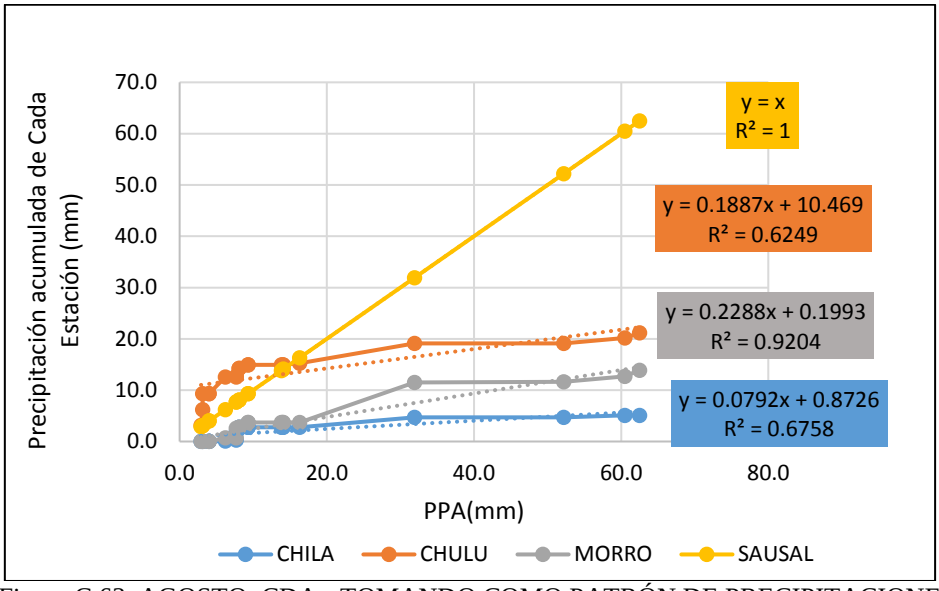


Figura C.63. AGOSTO: CDA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LA ESTACIÓN SAUSAL DE CULUCAN ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones encontradas, efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.71. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.2	0.4	0.5	2.0	0.7	26.3	5.8	22.3	14.5	62.5
1973	0.7	1.6	1.9	8.3	3.1	25.5	5.7	21.9	14.0	60.5
1974	1.6	3.8	4.6	20.3	7.6	22.4	5.0	20.3	12.1	52.2
1975	1.2	2.9	3.6	15.6	5.8	14.8	3.4	16.5	7.5	31.9
1976	0.2	0.4	0.5	2.2	0.8	9.0	2.2	13.5	3.9	16.3
1977	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	8.2	2.0	13.1	3.4	14.1
1978	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	8.1	2.0	13.1	3.4	14.0
1979	0.4	0.8	1.0	4.5	1.7	8.0	2.0	13.1	3.4	13.8
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	1.6	12.2	2.3	9.3
1981	0.1	0.2	0.3	1.2	0.4	6.4	1.6	12.2	2.3	9.3
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.9	1.5	12.0	2.1	8.1
1984	0.0	0.1	0.1	0.4	0.1	5.9	1.5	12.0	2.1	8.1
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	1.5	11.9	2.0	7.7
1986	0.1	0.3	0.3	1.5	0.6	5.8	1.5	11.9	2.0	7.7
1987	0.2	0.4	0.5	2.2	0.8	5.2	1.4	11.6	1.6	6.2
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	1.2	11.2	1.1	4.0
1989	0.1	0.2	0.2	0.9	0.3	4.4	1.2	11.2	1.1	4.0
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	1.1	11.1	0.9	3.1
1991	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	4.0	1.1	11.1	0.9	3.1
1992	1.1	11.0	0.9	2.9	4.0	4.0	1.1	11.0	0.9	2.9

Fuente: Elaboración propia

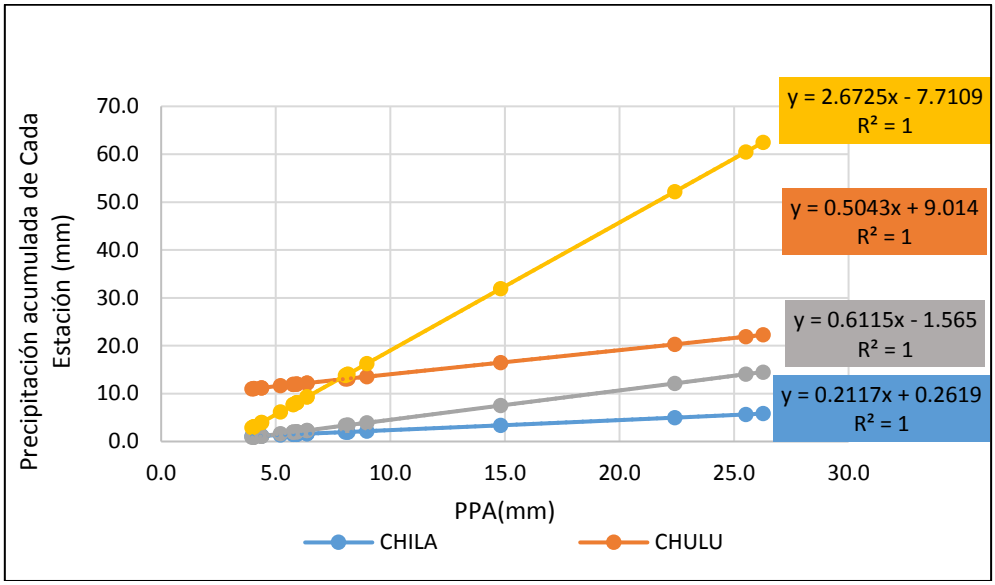


Figura C.64. AGOSTO: CDA- ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia de la zona baja

Tabla C.72. Valores totales anuales y acumulados zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	8.1	2.2	1.9
1973	0.0	0.2	0.2	0.1	4.1	8.1	2.2	1.9
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	8.1	2.0	1.7
1975	3.5	1.1	1.0	1.9	3.9	8.1	2.0	1.7
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	4.6	0.9	0.7
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	4.6	0.9	0.7
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	4.6	0.9	0.7
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	4.6	0.9	0.7
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	4.6	0.9	0.7
1981	0.0	0.6	0.0	0.2	2.1	4.6	0.9	0.7
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	4.6	0.3	0.7
1984	3.2	0.0	0.0	1.1	1.9	4.6	0.3	0.7
1985	1.3	0.3	0.0	0.5	0.8	1.4	0.3	0.7
1986	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.7
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.7
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.7
1989	0.0	0.0	0.5	0.2	0.2	0.0	0.0	0.7
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2
1992	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2

Fuente: Elaboración propia

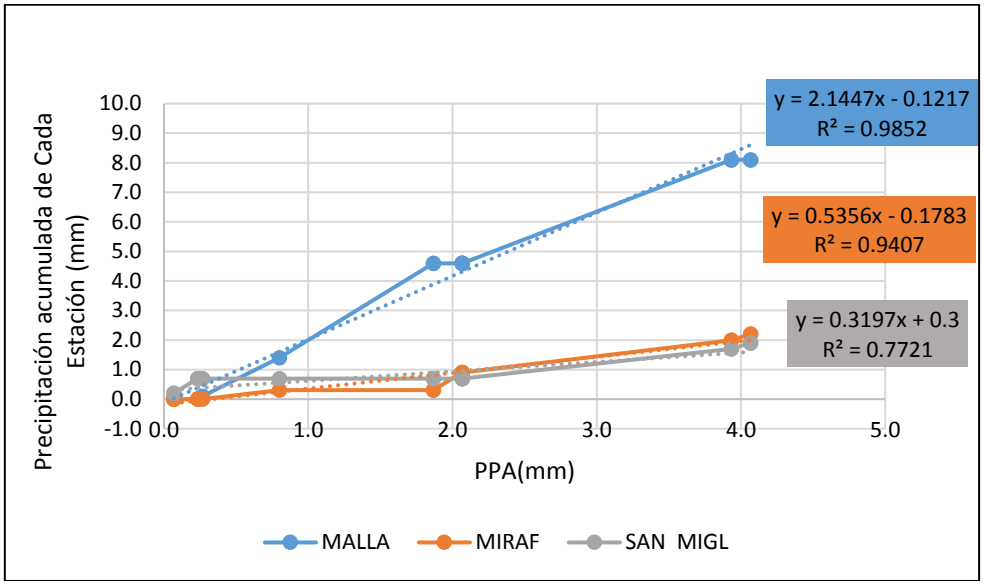


Figura C.65. AGOSTO: CDA - ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como base la estación Mallares ya que presenta un mayor coeficiente de determinación.

Tabla C.74. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación Mallares zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	1972	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	8.1	2.2
1973	1973	0.0	0.2	0.2	0.0	8.1	8.1	2.2
1974	1974	0.0	0.0	0.0	0.0	8.1	8.1	2.0
1975	1975	3.5	1.1	1.0	3.5	8.1	8.1	2.0
1976	1976	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	4.6	0.9
1977	1977	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	4.6	0.9
1978	1978	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	4.6	0.9
1979	1979	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	4.6	0.9
1980	1980	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	4.6	0.9
1981	1981	0.0	0.6	0.0	0.0	4.6	4.6	0.9
1982	1982	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	4.6	0.3
1984	1984	3.2	0.0	0.0	3.2	4.6	4.6	0.3
1985	1985	1.3	0.3	0.0	1.3	1.4	1.4	0.3
1986	1986	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
1987	1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988	1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1989	1989	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1991	1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1992	1992	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

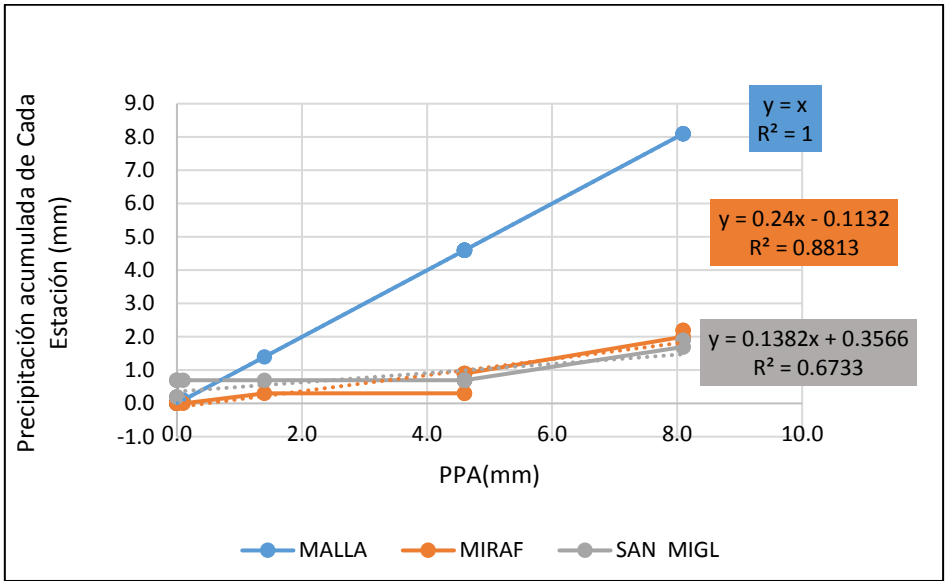


Figura C.66. AGOSTO: CDA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LA ESTACIÓN MALLARES ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones encontradas efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.75. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	8.1	1.8	1.5
1973	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	8.1	1.8	1.5
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	8.1	1.8	1.5
1975	3.5	0.8	0.5	1.6	3.8	8.1	1.8	1.5
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	4.6	1.0	1.0
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	4.6	1.0	1.0
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	4.6	1.0	1.0
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	4.6	1.0	1.0
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	4.6	1.0	1.0
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	4.6	1.0	1.0
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	4.6	1.0	1.0
1984	3.2	0.8	0.4	1.5	2.2	4.6	1.0	1.0
1985	1.3	0.3	0.2	0.6	0.7	1.4	0.2	0.6
1986	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	-0.1	0.4
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.4
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.4
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.4
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.4
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.4
1992	0.0	0.0	0.4	0.1	0.1	0.0	-0.1	0.4

Fuente: Elaboración propia

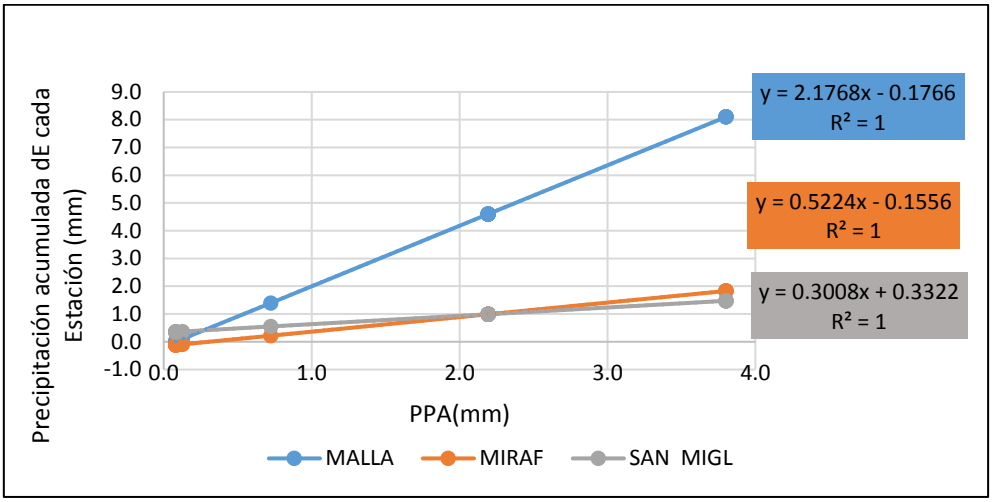


Figura C.67. AGOSTO: CDA – CORREGIDOS ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Como se obtuvieron valores negativos en el año 1992 en la estación Miraflores, cambiamos el valor negativo por 0.

Efectuado el análisis de consistencia en la zona alta, media y baja, para el mes de AGOSTO, se obtuvieron los nuevos valores, para cada estación y año.

Tabla C.76. Valores totales anuales para el mes de agosto

AÑO	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	20.3	28.6	0.2	0.4	16.3	0.0	0.0	0.5	0.0	2.0
1973	10.4	14.7	0.7	1.6	8.4	0.0	0.0	1.9	0.0	8.3
1974	12.9	18.2	1.6	3.8	10.4	0.0	0.0	4.6	0.0	20.3
1975	48.8	68.6	1.2	2.9	39.1	3.5	0.8	3.6	0.5	15.6
1976	6.6	9.3	0.2	0.4	5.3	0.0	0.0	0.5	0.0	2.2
1977	1.5	2.1	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1978	1.3	1.8	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2
1979	22.4	31.5	0.4	0.9	17.9	0.0	0.0	1.0	0.0	4.5
1980	2.1	2.9	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981	10.3	14.4	0.1	0.2	8.2	0.0	0.0	0.3	0.0	1.2
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1984	5.6	7.9	0.0	0.1	4.5	3.2	0.8	0.1	0.4	0.4
1985	10.8	15.3	0.0	0.0	8.7	1.3	0.3	0.0	0.2	0.0
1986	12.9	18.2	0.1	0.3	10.4	0.1	0.0	0.3	0.0	1.5
1987	13.4	18.9	0.2	0.4	10.8	0.0	0.0	0.5	0.0	2.2
1988	2.0	2.8	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1989	5.8	8.1	0.1	0.2	4.6	0.0	0.0	0.2	0.0	0.9
1990	1.7	2.4	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1991	2.4	3.4	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2
1992	28.6	46.9	1.1	11.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.4	2.9

Fuente: Elaboración propia

Mes de Setiembre

Análisis de consistencia de la zona alta

Tabla C.77. Valores totales anuales y acumulados zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	9.2	11.1	12.5	10.9	270.5	257.5	384.2	169.8
1973	25.4	54.2	19.7	33.1	259.6	248.4	373.1	157.3
1974	13.9	31.2	22.2	22.4	226.5	223.0	318.9	137.6
1975	3.6	5.7	6.6	5.3	204.1	209.1	287.7	115.4
1976	18.0	7.6	3.2	9.6	198.8	205.5	282.0	108.8
1977	14.5	29.4	21.2	21.7	189.2	187.5	274.4	105.6
1978	11.2	9.1	6.0	8.8	167.5	173.0	245.0	84.4
1979	25.4	28.0	11.7	21.7	158.7	161.8	235.9	78.4
1980	0.0	1.5	0.0	0.5	137.0	136.4	207.9	66.7
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	136.5	136.4	206.4	66.7
1982	14.0	10.6	7.8	10.8	136.5	136.4	206.4	66.7
1984	33.0	29.6	27.5	30.0	125.7	122.4	195.8	58.9
1985	3.3	3.8	0.8	2.6	95.7	89.4	166.2	31.4
1986	7.1	10.3	7.0	8.1	93.0	86.1	162.4	30.6
1987	0.0	9.1	0.8	3.3	84.9	79.0	152.1	23.6
1988	21.9	6.6	6.4	11.6	81.6	79.0	143.0	22.8
1989	10.3	49.5	11.7	23.8	70.0	57.1	136.4	16.4
1990	0.0	2.2	0.2	0.8	46.1	46.8	86.9	4.7
1991	5.5	3.0	0.0	2.8	45.3	46.8	84.7	4.5
1992	41.3	81.7	4.5	42.5	42.5	41.3	81.7	4.5

Fuente: Elaboración propia

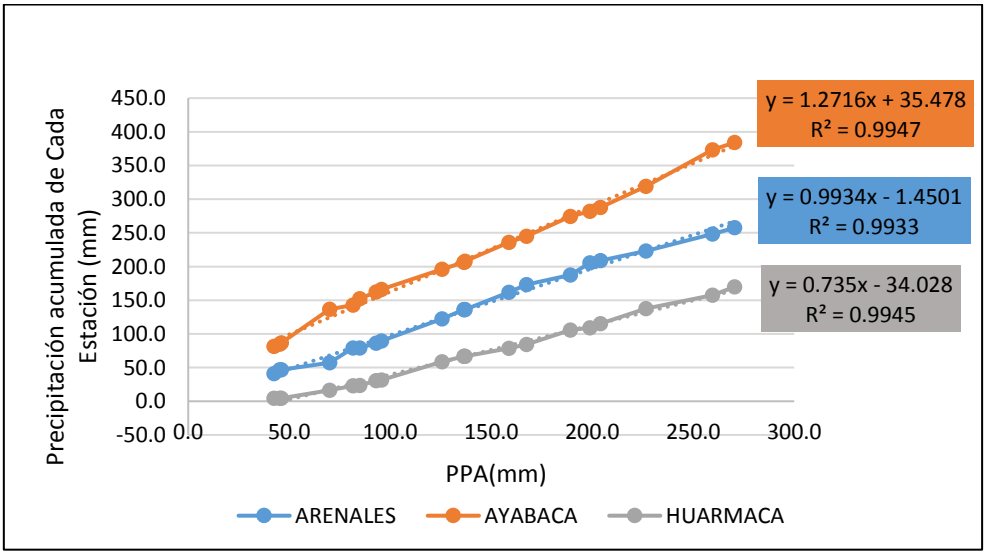


Figura C.68. SETIEMBRE: CDA - ZONA ALTA
Fuente: Elaboración propia

Como obtuvimos valores de $R^2 > 0.99$, efectuamos la corrección de datos, con las ecuaciones encontradas.

Tabla C.78. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	10.9	13.9	8.0	10.9	270.6	267.5	379.5	164.8
1973	32.9	42.1	24.3	33.1	259.7	256.7	365.6	156.8
1974	22.3	28.5	16.5	22.4	226.6	223.7	323.5	132.4
1975	5.3	6.7	3.9	5.3	204.1	201.4	295.0	116.0
1976	9.5	12.2	7.1	9.6	198.8	196.2	288.2	112.1
1977	21.6	27.6	15.9	21.7	189.2	186.6	276.0	105.0
1978	8.7	11.1	6.4	8.8	167.5	165.0	248.4	89.1
1979	21.6	27.6	15.9	21.7	158.7	156.3	237.3	82.6
1980	0.5	0.6	0.4	0.5	137.0	134.8	209.7	66.7
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	136.5	134.3	209.0	66.3
1982	10.7	13.7	7.9	10.8	136.5	134.3	209.0	66.3
1984	29.9	38.2	22.1	30.0	125.7	123.5	195.3	58.4
1985	2.6	3.3	1.9	2.6	95.7	93.7	157.1	36.3
1986	8.1	10.3	6.0	8.1	93.0	91.0	153.8	34.3
1987	3.3	4.2	2.4	3.3	84.9	83.0	143.4	28.4
1988	11.6	14.8	8.6	11.6	81.6	79.7	139.2	25.9
1989	23.7	30.3	17.5	23.8	70.0	68.1	124.4	17.4
1990	0.8	1.0	0.6	0.8	46.1	44.4	94.1	-0.1
1991	2.8	3.6	2.1	2.8	45.3	43.6	93.1	-0.7
1992	40.8	89.5	0.0	42.5	42.5	40.8	89.5	-2.8

Fuente: Elaboración propia

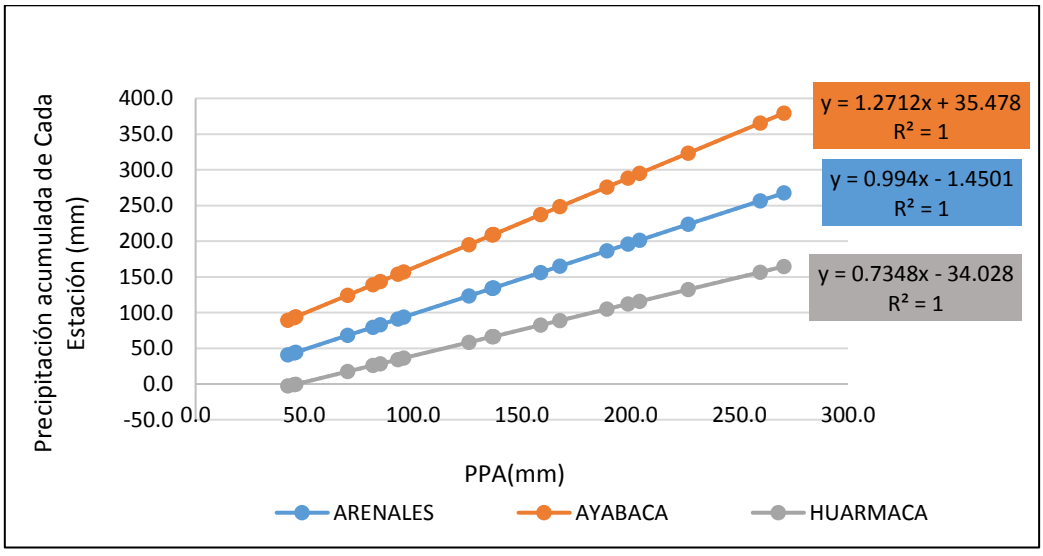


Figura C.69. SETIEMBRE: CDA –CORREGIDOS ZONA ALTA
Fuente: Elaboración propia

Como en la estación Huarmaca en el año 1992, nos dio un valor negativo, lo cambiamos por 0.

Análisis de consistencia de la zona media

Tabla C.79. Valores totales anuales y acumulados zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.6	0.0	0.0	6.2	1.7	33.3	9.1	19.0	3.4	101.7
1973	0.2	2.9	1.6	19.3	6.0	31.6	8.5	19.0	3.4	95.5
1974	1.5	0.7	0.2	4.2	1.7	25.6	8.3	16.1	1.8	76.2
1975	0.0	0.0	0.0	0.5	0.1	23.9	6.8	15.4	1.6	72.0
1976	0.0	0.0	0.0	0.7	0.2	23.8	6.8	15.4	1.6	71.5
1977	1.6	2.1	0.0	10.4	3.5	23.6	6.8	15.4	1.6	70.8
1978	0.7	0.2	0.0	1.8	0.7	20.1	5.2	13.3	1.6	60.4
1979	0.5	1.1	0.3	21.9	6.0	19.4	4.5	13.1	1.6	58.6
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	4.0	12.0	1.3	36.7
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	4.0	12.0	1.3	36.7
1982	2.0	1.5	0.0	9.4	3.2	13.5	4.0	12.0	1.3	36.7
1984	0.4	0.9	1.3	2.4	1.3	10.3	2.0	10.5	1.3	27.3
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	1.6	9.6	0.0	24.9
1986	0.0	0.0	0.0	2.1	0.5	9.0	1.6	9.6	0.0	24.9
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	1.6	9.6	0.0	22.8
1988	1.0	0.0	0.0	2.9	1.0	8.5	1.6	9.6	0.0	22.8
1989	0.4	0.0	0.0	1.0	0.4	7.5	0.6	9.6	0.0	19.9
1990	0.0	3.1	0.0	0.0	0.8	7.2	0.2	9.6	0.0	18.9
1991	0.0	3.1	0.0	1.2	1.1	6.4	0.2	6.4	0.0	18.9
1992	0.2	3.3	0.0	17.7	5.3	5.3	0.2	3.3	0.0	17.7

Fuente: Elaboración propia

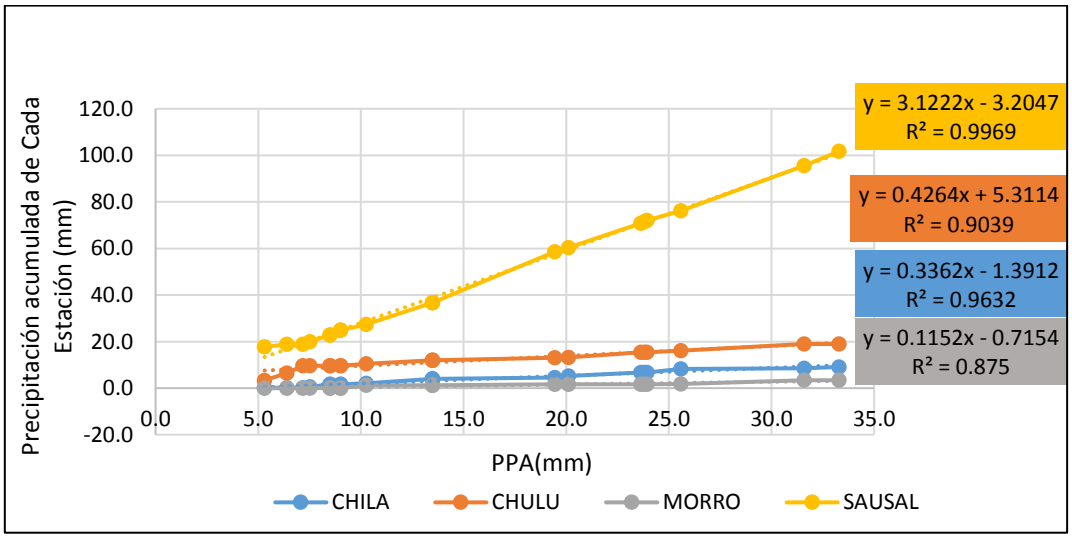


Figura C.70. SETIEMBRE: CDA - ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como base la estación de Sausal de Culucan, ya que presenta un mayor R^2.

Tabla C.80. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación de Sausal de Culucan zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.6	0.0	0.0	6.2	6.2	101.7	9.1	19.0	3.4	101.7
1973	0.2	2.9	1.6	19.3	19.3	95.5	8.5	19.0	3.4	95.5
1974	1.5	0.7	0.2	4.2	4.2	76.2	8.3	16.1	1.8	76.2
1975	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	72.0	6.8	15.4	1.6	72.0
1976	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7	71.5	6.8	15.4	1.6	71.5
1977	1.6	2.1	0.0	10.4	10.4	70.8	6.8	15.4	1.6	70.8
1978	0.7	0.2	0.0	1.8	1.8	60.4	5.2	13.3	1.6	60.4
1979	0.5	1.1	0.3	21.9	21.9	58.6	4.5	13.1	1.6	58.6
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.7	4.0	12.0	1.3	36.7
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.7	4.0	12.0	1.3	36.7
1982	2.0	1.5	0.0	9.4	9.4	36.7	4.0	12.0	1.3	36.7
1984	0.4	0.9	1.3	2.4	2.4	27.3	2.0	10.5	1.3	27.3
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.9	1.6	9.6	0.0	24.9
1986	0.0	0.0	0.0	2.1	2.1	24.9	1.6	9.6	0.0	24.9
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.8	1.6	9.6	0.0	22.8
1988	1.0	0.0	0.0	2.9	2.9	22.8	1.6	9.6	0.0	22.8
1989	0.4	0.0	0.0	1.0	1.0	19.9	0.6	9.6	0.0	19.9
1990	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	18.9	0.2	9.6	0.0	18.9
1991	0.0	3.1	0.0	1.2	1.2	18.9	0.2	6.4	0.0	18.9
1992	0.2	3.3	0.0	17.7	17.7	17.7	0.2	3.3	0.0	17.7

Fuente: Elaboración propia

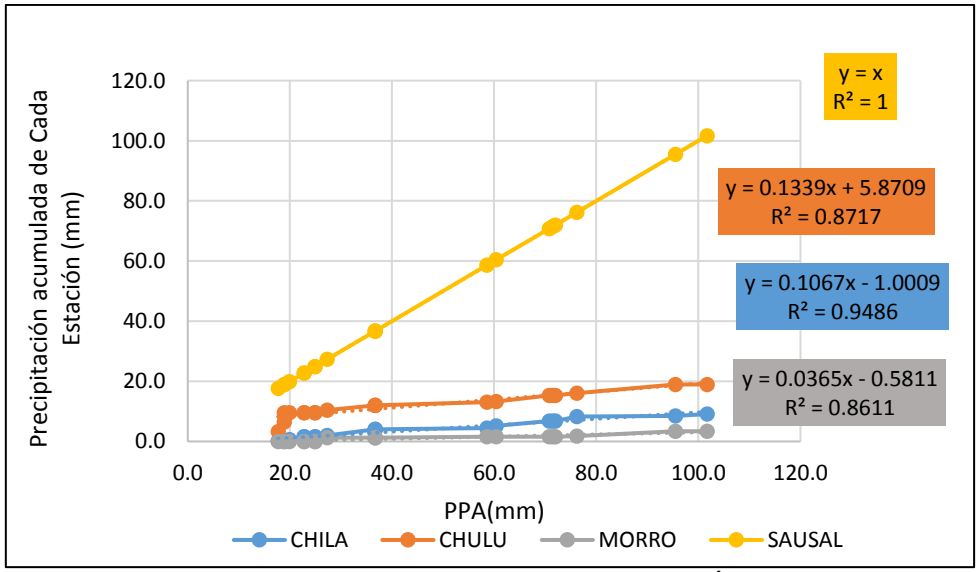


Figura C.71. SETIEMBRE: CDA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LA ESTACIÓN DE SAUSAL DE CULUCAN ZONA MEDIA
FUENTE: ELABORACIÓN propia

Con las ecuaciones encontradas efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.81. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.7	0.8	0.2	6.2	2.0	33.5	9.9	19.5	3.1	101.7
1973	2.1	2.6	0.7	19.3	6.2	31.6	9.2	18.7	2.9	95.5
1974	0.4	0.6	0.2	4.2	1.3	25.4	7.1	16.1	2.2	76.2
1975	0.1	0.1	0.0	0.5	0.2	24.1	6.7	15.5	2.0	72.0
1976	0.1	0.1	0.0	0.7	0.2	23.9	6.6	15.4	2.0	71.5
1977	1.1	1.4	0.4	10.4	3.3	23.7	6.6	15.4	2.0	70.8
1978	0.2	0.2	0.1	1.8	0.6	20.4	5.4	14.0	1.6	60.4
1979	2.3	2.9	0.8	21.9	7.0	19.8	5.3	13.7	1.6	58.6
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	2.9	10.8	0.8	36.7
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	2.9	10.8	0.8	36.7
1982	1.0	1.3	0.3	9.4	3.0	12.8	2.9	10.8	0.8	36.7
1984	0.3	0.3	0.1	2.4	0.8	9.8	1.9	9.5	0.4	27.3
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	1.7	9.2	0.3	24.9
1986	0.2	0.3	0.1	2.1	0.7	9.0	1.7	9.2	0.3	24.9
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	1.4	8.9	0.3	22.8
1988	0.3	0.4	0.1	2.9	0.9	8.4	1.4	8.9	0.3	22.8
1989	0.1	0.1	0.0	1.0	0.3	7.4	1.1	8.5	0.1	19.9
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	1.0	8.4	0.1	18.9
1991	0.1	0.2	0.0	1.2	0.4	7.1	1.0	8.4	0.1	18.9
1992	0.9	8.2	0.1	17.7	6.7	6.7	0.9	8.2	0.1	17.7

Fuente: Elaboración propia

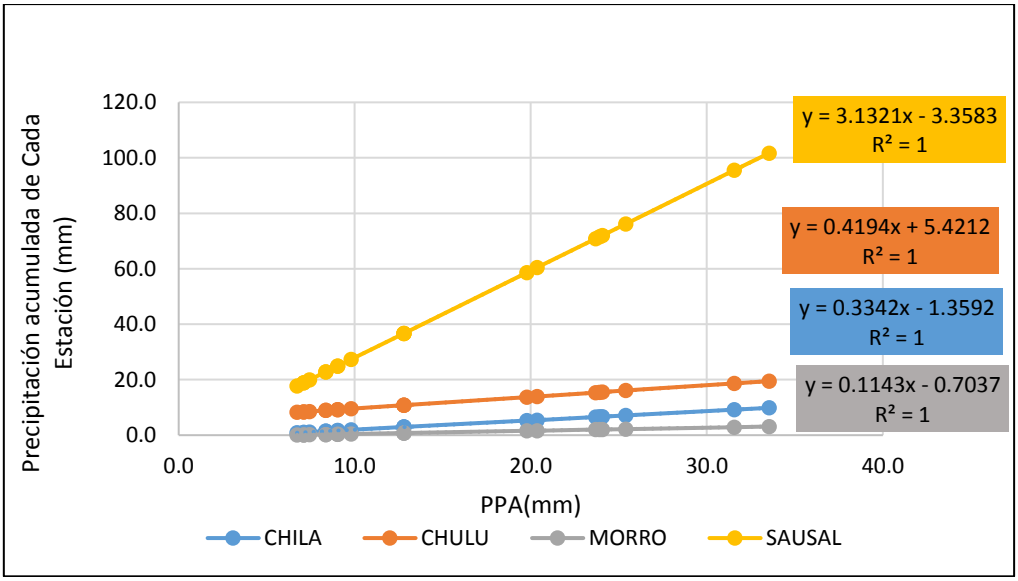


Figura C.72. SETIEMBRE: CDA – CORREGIDOS ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia de la zona baja

Tabla C.82. Valores totales anuales y acumulados zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.4	0.8	0.0	0.4	6.3	8.6	4.6	5.7
1973	0.7	0.4	0.3	0.5	5.9	8.2	3.8	5.7
1974	1.4	0.4	0.3	0.7	5.4	7.5	3.4	5.4
1975	0.1	0.0	0.0	0.0	4.7	6.1	3.0	5.1
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	6.0	3.0	5.1
1977	0.8	2.6	3.5	2.3	4.7	6.0	3.0	5.1
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	5.2	0.4	1.6
1979	1.0	0.3	0.0	0.4	2.4	5.2	0.4	1.6
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	4.2	0.1	1.6
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	4.2	0.1	1.6
1982	1.1	0.1	1.6	0.9	2.0	4.2	0.1	1.6
1984	0.9	0.0	0.0	0.3	1.0	3.1	0.0	0.0
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.2	0.0	0.0
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.2	0.0	0.0
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	2.2	0.0	0.0
1988	1.8	0.0	0.0	0.6	0.7	2.2	0.0	0.0
1989	0.4	0.0	0.0	0.1	0.1	0.4	0.0	0.0
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1992	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

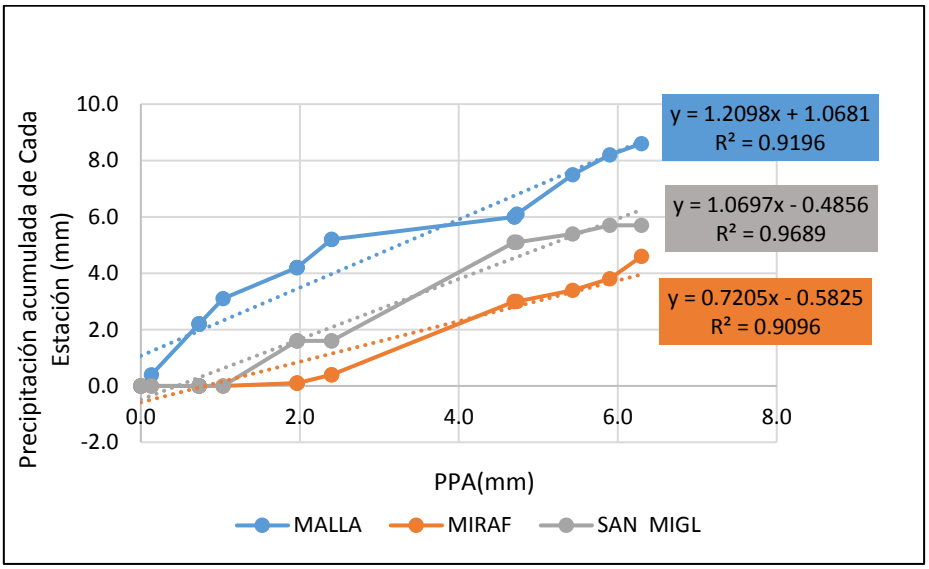


Figura C.73. SETIEMBRE: CDA - ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como base la estación de San Miguel ya que presenta un mayor coeficiente de determinación.

Tabla C.83. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación de San Miguel zona media

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.4	0.8	0.0	0.0	5.7	8.6	4.6	5.7
1973	0.7	0.4	0.3	0.3	5.7	8.2	3.8	5.7
1974	1.4	0.4	0.3	0.3	5.4	7.5	3.4	5.4
1975	0.1	0.0	0.0	0.0	5.1	6.1	3.0	5.1
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	6.0	3.0	5.1
1977	0.8	2.6	3.5	3.5	5.1	6.0	3.0	5.1
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	5.2	0.4	1.6
1979	1.0	0.3	0.0	0.0	1.6	5.2	0.4	1.6
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	4.2	0.1	1.6
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	4.2	0.1	1.6
1982	1.1	0.1	1.6	1.6	1.6	4.2	0.1	1.6
1984	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0
1988	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0
1989	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1992	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

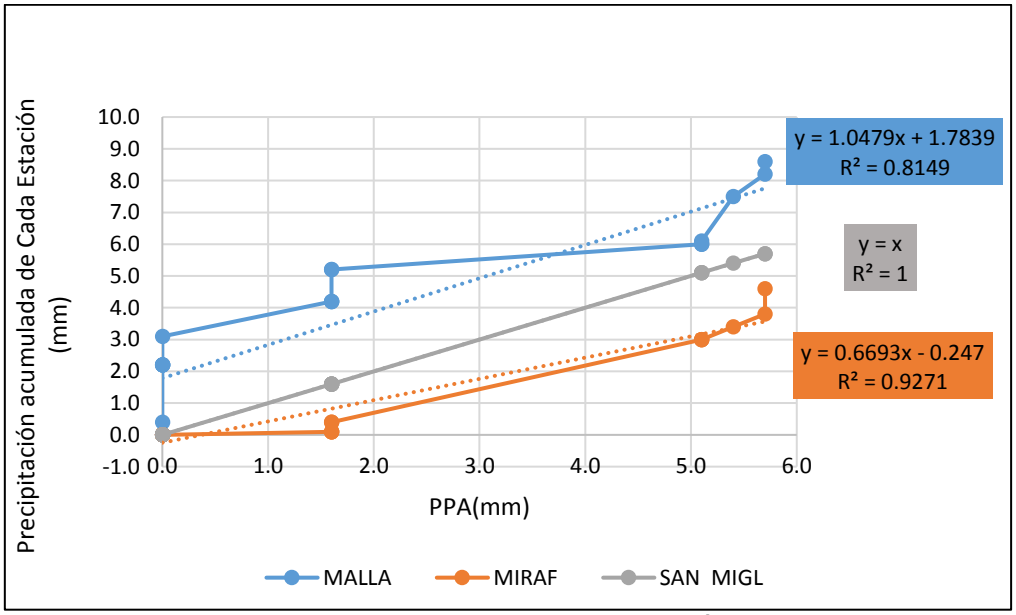


Figura C.74. SETIEMBRE: CDA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LA ESTACIÓN DE SAN MIGUEL ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones encontradas efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.84. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona media

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	7.8	3.6	5.7
1973	0.3	0.2	0.3	0.3	5.7	7.8	3.6	5.7
1974	0.3	0.2	0.3	0.3	5.4	7.4	3.4	5.4
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	7.1	3.2	5.1
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	7.1	3.2	5.1
1977	3.7	2.3	3.5	3.2	5.1	7.1	3.2	5.1
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.5	0.8	1.6
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.5	0.8	1.6
1980	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.5	0.8	1.6
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	3.5	0.8	1.6
1982	1.7	1.1	1.6	1.4	2.0	3.5	0.8	1.6
1984	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.8	-0.2	0.0
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.8	-0.2	0.0
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.8	-0.2	0.0
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.8	-0.2	0.0
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.8	-0.2	0.0
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.8	-0.2	0.0
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.8	-0.2	0.0
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.8	-0.2	0.0
1992	1.8	0.0	0.0	0.5	0.5	1.8	-0.2	0.0

Fuente: Elaboración propia

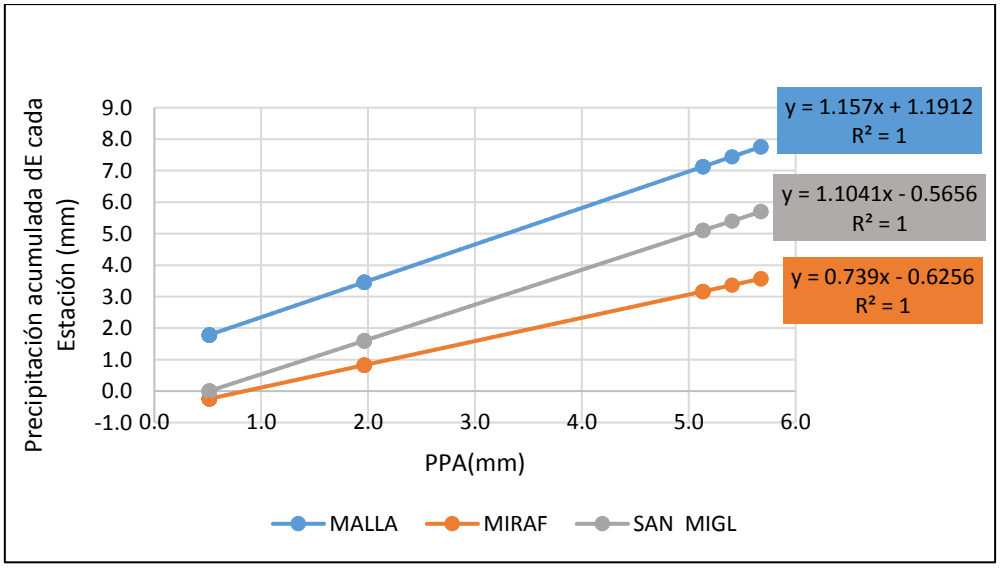


Figura C.75. SETIEMBRE: CDA – CORREGIDOS ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Como en el año 1992 en la estación Miraflores nos dio un valor negativo lo cambiamos por 0.

Efectuado el análisis de consistencia en la zona alta, media y baja, para el mes de SETIEMBRE, se obtuvieron los nuevos valores, para cada estación y año.

Tabla C.85. Valores totales anuales para el mes de setiembre

AÑO	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUARM	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	10.9	13.9	0.7	0.8	8.0	0.0	0.0	0.2	0.0	6.2
1973	32.9	42.1	2.1	2.6	24.3	0.3	0.2	0.7	0.3	19.3
1974	22.3	28.5	0.5	0.6	16.5	0.3	0.2	0.2	0.3	4.2
1975	5.3	6.7	0.1	0.1	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
1976	9.6	12.2	0.1	0.1	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
1977	21.6	27.6	1.1	1.4	16.0	3.7	2.3	0.4	3.5	10.4
1978	8.7	11.2	0.2	0.2	6.4	0.0	0.0	0.1	0.0	1.8
1979	21.6	27.6	2.3	2.9	16.0	0.0	0.0	0.8	0.0	21.9
1980	0.5	0.6	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982	10.7	13.7	1.0	1.3	7.9	1.7	1.1	0.3	1.6	9.4
1984	29.9	38.2	0.3	0.3	22.1	0.0	0.0	0.1	0.0	2.4
1985	2.6	3.4	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1986	8.1	10.3	0.2	0.3	6.0	0.0	0.0	0.1	0.0	2.1
1987	3.3	4.2	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988	11.6	14.8	0.3	0.4	8.6	0.0	0.0	0.1	0.0	2.9
1989	23.7	30.3	0.1	0.1	17.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
1990	0.8	1.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1991	2.8	3.6	0.1	0.2	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
1992	40.8	89.5	0.9	8.2	0.0	1.8	0.0	0.1	0.0	17.7

Fuente: Elaboración propia

Mes de Octubre

Análisis de consistencia de la zona alta

Tabla C.86. Valores totales anuales y acumulados zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	14.0	21.7	0.6	12.1	741.5	634.3	978.9	611.3
1973	5.5	15.6	13.4	11.5	729.4	620.3	957.2	610.7
1974	32.8	68.4	13.7	38.3	717.9	614.8	941.6	597.3
1975	87.0	108.1	90.3	95.1	679.6	582.0	873.2	583.6
1976	16.3	1.6	3.4	7.1	584.5	495.0	765.1	493.3
1977	6.4	20.9	7.2	11.5	577.4	478.7	763.5	489.9
1978	16.2	8.3	8.8	11.1	565.9	472.3	742.6	482.7
1979	5.5	0.8	0.4	2.2	554.8	456.1	734.3	473.9
1980	34.0	86.7	62.2	61.0	552.5	450.6	733.5	473.5
1981	60.0	32.3	47.4	46.6	491.6	416.6	646.8	411.3
1982	90.4	139.4	55.0	94.9	445.0	356.6	614.5	363.9
1984	61.6	114.4	66.6	80.9	350.1	266.2	475.1	308.9
1985	29.9	29.2	12.1	23.7	269.2	204.6	360.7	242.3
1986	12.4	28.9	17.9	19.7	245.5	174.7	331.5	230.2
1987	8.1	32.0	35.9	25.3	225.7	162.3	302.6	212.3
1988	13.5	28.4	7.7	16.5	200.4	154.2	270.6	176.4
1989	51.7	152.7	45.0	83.1	183.9	140.7	242.2	168.7

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1990	48.7	19.1	87.5	51.8	100.7	89.0	89.5	123.7
1991	19.3	33.4	20.2	24.3	49.0	40.3	70.4	36.2
1992	21.0	37.0	16.0	24.7	24.7	21.0	37.0	16.0

Fuente: Elaboración propia

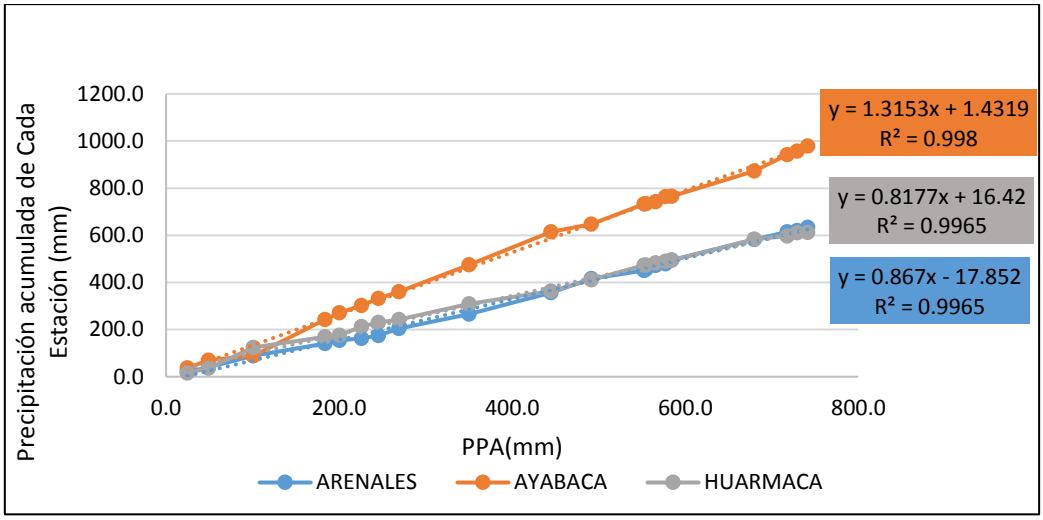


Figura C.76. OCTUBRE: CDA - ZONA ALTA
Fuente: Elaboración propia

Como las tres estaciones presentan un coeficiente de determinación mayor que 0.99, efectuamos la corrección de datos con las ecuaciones determinadas.

Tabla C.87. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	10.5	15.9	9.9	12.1	741.5	625.0	976.7	622.7
1973	10.0	15.1	9.4	11.5	729.4	614.5	960.8	612.8
1974	33.2	50.4	31.3	38.3	717.9	604.6	945.7	603.4
1975	82.5	125.1	77.8	95.1	679.6	571.4	895.3	572.1
1976	6.2	9.3	5.8	7.1	584.5	488.9	770.2	494.3
1977	10.0	15.1	9.4	11.5	577.4	482.7	760.8	488.5
1978	9.6	14.6	9.1	11.1	565.9	472.7	745.7	479.1
1979	1.9	2.9	1.8	2.2	554.8	463.1	731.1	470.0
1980	52.9	80.2	49.9	61.0	552.5	461.2	728.2	468.2
1981	40.4	61.2	38.1	46.6	491.6	408.3	648.0	418.4
1982	82.3	124.9	77.6	94.9	445.0	368.0	586.7	380.3
1984	70.1	106.4	66.1	80.9	350.1	285.6	461.9	302.7
1985	20.6	31.2	19.4	23.7	269.2	215.5	355.5	236.5
1986	17.1	26.0	16.1	19.7	245.5	195.0	324.3	217.1
1987	22.0	33.3	20.7	25.3	225.7	177.8	298.3	201.0
1988	14.3	21.7	13.5	16.5	200.4	155.9	265.0	180.3
1989	72.1	109.3	68.0	83.1	183.9	141.6	243.3	166.8
1990	44.9	68.1	42.3	51.8	100.7	69.5	133.9	98.8
1991	21.1	32.0	19.9	24.3	49.0	24.6	65.8	56.5
1992	3.5	33.9	36.6	24.7	24.7	3.5	33.9	36.6

Fuente: Elaboración propia

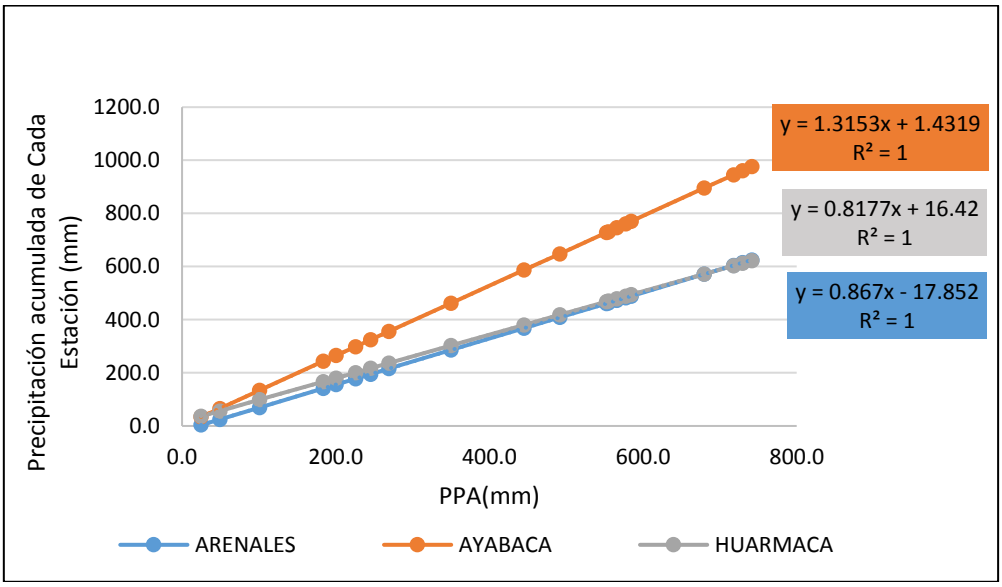


Figura C.77. OCTUBRE: CDA – CORREGIDOS ZONA ALTA
Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia de la zona media

Tabla C.88. Valores totales anuales y acumulados zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1	94.7	21.7	38.1	26.0	293.2
1973	0.7	0.7	0.8	5.8	2.0	94.6	21.7	38.1	26.0	292.8
1974	0.7	1.2	0.7	20.5	5.8	92.6	21.0	37.4	25.2	287.0
1975	2.7	2.0	4.8	26.6	9.0	86.9	20.3	36.2	24.5	266.5
1976	0.0	0.0	0.0	3.0	0.8	77.8	17.6	34.2	19.7	239.9
1977	0.3	0.4	0.0	2.9	0.9	77.1	17.6	34.2	19.7	236.9
1978	0.0	0.4	0.0	1.1	0.4	76.2	17.3	33.8	19.7	234.0
1979	0.0	0.0	0.0	1.0	0.3	75.8	17.3	33.4	19.7	232.9
1980	3.8	1.8	2.8	21.3	7.4	75.6	17.3	33.4	19.7	231.9
1981	1.3	2.9	3.7	22.1	7.5	68.1	13.5	31.6	16.9	210.6
1982	3.3	1.2	0.2	41.4	11.5	60.6	12.2	28.7	13.2	188.5
1984	0.4	3.1	2.5	31.3	9.3	49.1	8.9	27.5	13.0	147.1
1985	0.6	0.4	0.0	6.8	2.0	39.8	8.5	24.4	10.5	115.8
1986	0.3	3.5	4.4	15.7	6.0	37.8	7.9	24.0	10.5	109.0
1987	0.0	0.8	3.4	14.1	4.6	31.9	7.6	20.5	6.1	93.3
1988	0.0	0.0	0.0	5.0	1.3	27.3	7.6	19.7	2.7	79.2
1989	0.0	2.1	1.7	51.1	13.7	26.0	7.6	19.7	2.7	74.2
1990	7.6	11.4	0.0	19.0	9.5	12.3	7.6	17.6	1.0	23.1
1991	0.0	3.1	1.0	2.7	1.7	2.8	0.0	6.2	1.0	4.1
1992	0.0	3.1	0.0	1.4	1.1	1.1	0.0	3.1	0.0	1.4

Fuente: Elaboración propia

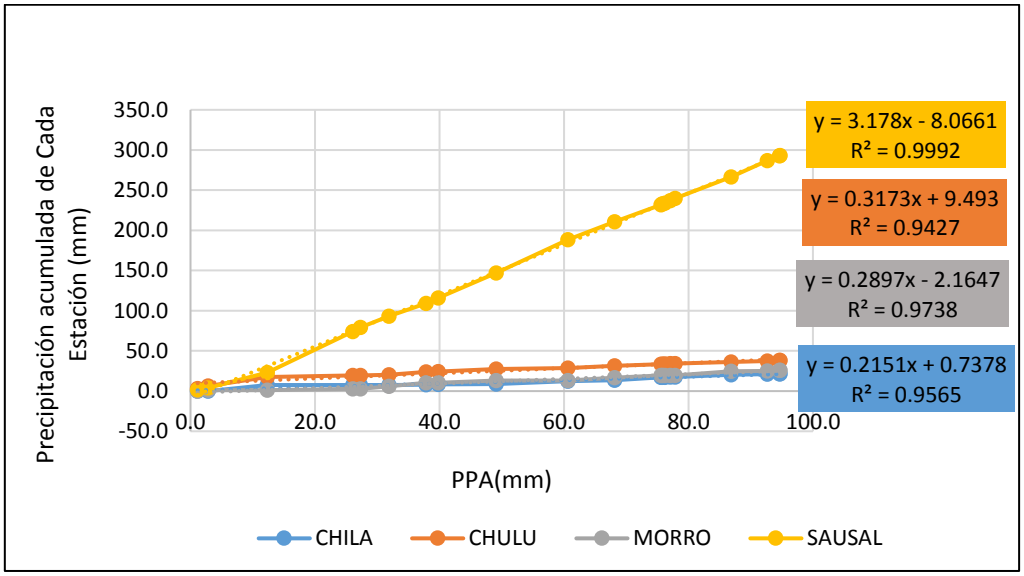


Figura C.78. OCTUBRE: CDA - ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como base la estación Sausal de Culucan ya que presenta un mayor R^2 .

Tabla C.89. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación Sausal de Culucan zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4	293.2	21.7	38.1	26.0	293.2
1973	0.7	0.7	0.8	5.8	5.8	292.8	21.7	38.1	26.0	292.8
1974	0.7	1.2	0.7	20.5	20.5	287.0	21.0	37.4	25.2	287.0
1975	2.7	2.0	4.8	26.6	26.6	266.5	20.3	36.2	24.5	266.5
1976	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	239.9	17.6	34.2	19.7	239.9
1977	0.3	0.4	0.0	2.9	2.9	236.9	17.6	34.2	19.7	236.9
1978	0.0	0.4	0.0	1.1	1.1	234.0	17.3	33.8	19.7	234.0
1979	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	232.9	17.3	33.4	19.7	232.9
1980	3.8	1.8	2.8	21.3	21.3	231.9	17.3	33.4	19.7	231.9
1981	1.3	2.9	3.7	22.1	22.1	210.6	13.5	31.6	16.9	210.6
1982	3.3	1.2	0.2	41.4	41.4	188.5	12.2	28.7	13.2	188.5
1984	0.4	3.1	2.5	31.3	31.3	147.1	8.9	27.5	13.0	147.1
1985	0.6	0.4	0.0	6.8	6.8	115.8	8.5	24.4	10.5	115.8
1986	0.3	3.5	4.4	15.7	15.7	109.0	7.9	24.0	10.5	109.0
1987	0.0	0.8	3.4	14.1	14.1	93.3	7.6	20.5	6.1	93.3
1988	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	79.2	7.6	19.7	2.7	79.2
1989	0.0	2.1	1.7	51.1	51.1	74.2	7.6	19.7	2.7	74.2
1990	7.6	11.4	0.0	19.0	19.0	23.1	7.6	17.6	1.0	23.1
1991	0.0	3.1	1.0	2.7	2.7	4.1	0.0	6.2	1.0	4.1
1992	0.0	3.1	0.0	1.4	1.4	1.4	0.0	3.1	0.0	1.4

Fuente: Elaboración propia

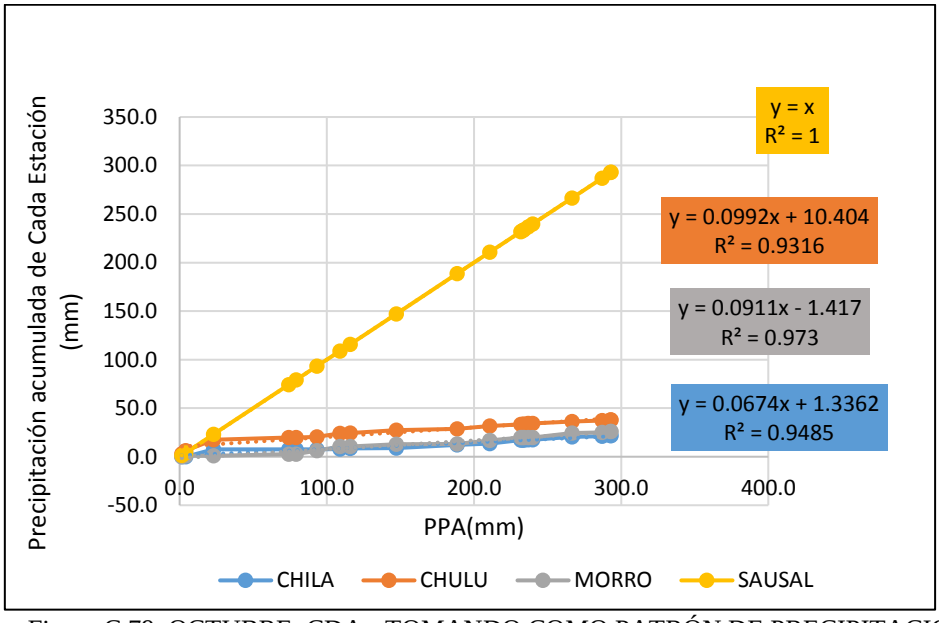


Figura C.79. OCTUBRE: CDA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LA ESTACIÓN SAUSAL DE CULUCAN ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones determinadas efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.90. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1	94.8	21.1	39.5	25.3	293.2
1973	0.4	0.6	0.5	5.8	1.8	94.6	21.1	39.4	25.3	292.8
1974	1.4	2.0	1.9	20.5	6.4	92.8	20.7	38.9	24.7	287.0
1975	1.8	2.6	2.4	26.6	8.4	86.4	19.3	36.8	22.9	266.5
1976	0.2	0.3	0.3	3.0	0.9	78.0	17.5	34.2	20.4	239.9
1977	0.2	0.3	0.3	2.9	0.9	77.1	17.3	33.9	20.2	236.9
1978	0.1	0.1	0.1	1.1	0.3	76.2	17.1	33.6	19.9	234.0
1979	0.1	0.1	0.1	1.0	0.3	75.8	17.0	33.5	19.8	232.9
1980	1.4	2.1	1.9	21.3	6.7	75.5	17.0	33.4	19.7	231.9
1981	1.5	2.2	2.0	22.1	6.9	68.8	15.5	31.3	17.8	210.6
1982	2.8	4.1	3.8	41.4	13.0	61.8	14.0	29.1	15.8	188.5
1984	2.1	3.1	2.9	31.3	9.8	48.8	11.3	25.0	12.0	147.1
1985	0.5	0.7	0.6	6.8	2.1	39.0	9.1	21.9	9.1	115.8
1986	1.1	1.6	1.4	15.7	4.9	36.9	8.7	21.2	8.5	109.0
1987	1.0	1.4	1.3	14.1	4.4	31.9	7.6	19.7	7.1	93.3
1988	0.3	0.5	0.5	5.0	1.6	27.5	6.7	18.3	5.8	79.2
1989	3.4	5.1	4.7	51.1	16.1	25.9	6.3	17.8	5.3	74.2
1990	1.3	1.9	1.7	19.0	6.0	9.8	2.9	12.7	0.7	23.1
1991	0.2	0.3	0.2	2.7	0.8	3.9	1.6	10.8	-1.0	4.1
1992	1.4	10.5	0.0	1.4	3.0	3.0	1.4	10.5	-1.3	1.4

Fuente: Elaboración propia

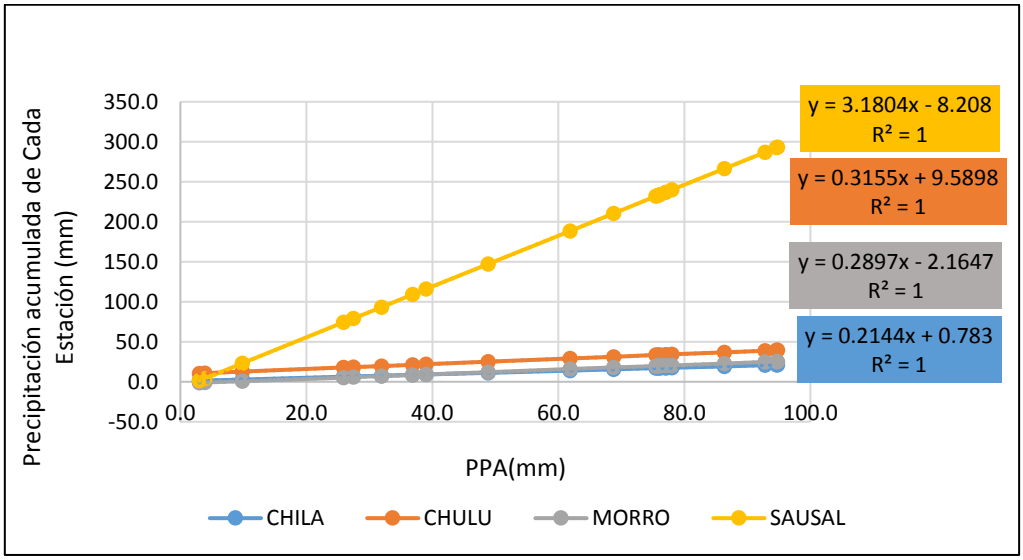


Figura C.80. OCTUBRE: CDA – CORREGIDOS ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

El valor negativo obtenido en la estación Morropón en el año 1992, lo cambiamos por 0.

Análisis de consistencia de la zona baja

Tabla C.91. Valores totales anuales y acumulados zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.0	0.1	0.0	0.0	14.5	14.1	18.6	10.9
1973	0.2	0.6	1.0	0.6	14.5	14.1	18.5	10.9
1974	2.7	0.0	0.3	1.0	13.9	13.9	17.9	9.9
1975	0.4	3.5	2.8	2.2	12.9	11.2	17.9	9.6
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	10.8	14.4	6.8
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	10.7	10.8	14.4	6.8
1978	0.0	0.0	1.0	0.3	10.7	10.8	14.4	6.8
1979	0.0	0.3	0.0	0.1	10.3	10.8	14.4	5.8
1980	0.0	0.4	0.0	0.1	10.2	10.8	14.1	5.8
1981	0.0	2.2	2.8	1.7	10.1	10.8	13.7	5.8
1982	2.6	1.7	0.0	1.4	8.4	10.8	11.5	3.0
1984	0.3	0.8	0.3	0.5	7.0	8.2	9.8	3.0
1985	0.7	1.3	0.6	0.9	6.5	7.9	9.0	2.7
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	7.2	7.7	2.1
1987	0.9	6.7	0.0	2.5	5.7	7.2	7.7	2.1
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	6.3	1.0	2.1
1989	4.3	0.6	0.4	1.8	3.1	6.3	1.0	2.1
1990	1.3	0.4	1.7	1.1	1.4	2.0	0.4	1.7
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7	0.0	0.0
1992	0.7	0.0	0.0	0.2	0.2	0.7	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

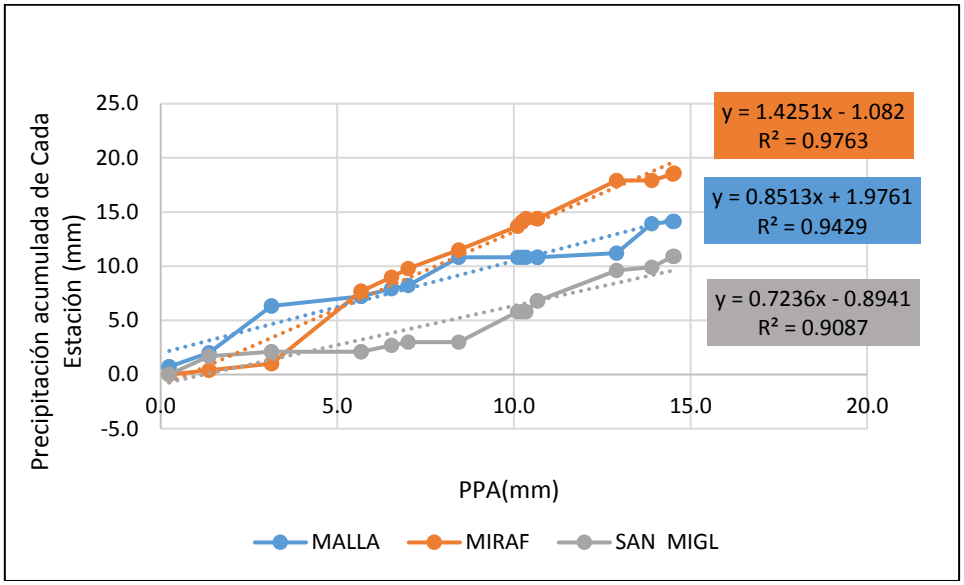


Figura C.81. OCTUBRE: CDA - ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como base la estación Miraflores ya que presenta un mayor valor de R^2.

Tabla C.92. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación Miraflores zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.0	0.1	0.0	0.1	18.6	14.1	18.6	10.9
1973	0.2	0.6	1.0	0.6	18.5	14.1	18.5	10.9
1974	2.7	0.0	0.3	0.0	17.9	13.9	17.9	9.9
1975	0.4	3.5	2.8	3.5	17.9	11.2	17.9	9.6
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	14.4	10.8	14.4	6.8
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	14.4	10.8	14.4	6.8
1978	0.0	0.0	1.0	0.0	14.4	10.8	14.4	6.8
1979	0.0	0.3	0.0	0.3	14.4	10.8	14.4	5.8
1980	0.0	0.4	0.0	0.4	14.1	10.8	14.1	5.8
1981	0.0	2.2	2.8	2.2	13.7	10.8	13.7	5.8
1982	2.6	1.7	0.0	1.7	11.5	10.8	11.5	3.0
1984	0.3	0.8	0.3	0.8	9.8	8.2	9.8	3.0
1985	0.7	1.3	0.6	1.3	9.0	7.9	9.0	2.7
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	7.2	7.7	2.1
1987	0.9	6.7	0.0	6.7	7.7	7.2	7.7	2.1
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	6.3	1.0	2.1
1989	4.3	0.6	0.4	0.6	1.0	6.3	1.0	2.1
1990	1.3	0.4	1.7	0.4	0.4	2.0	0.4	1.7
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0
1992	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

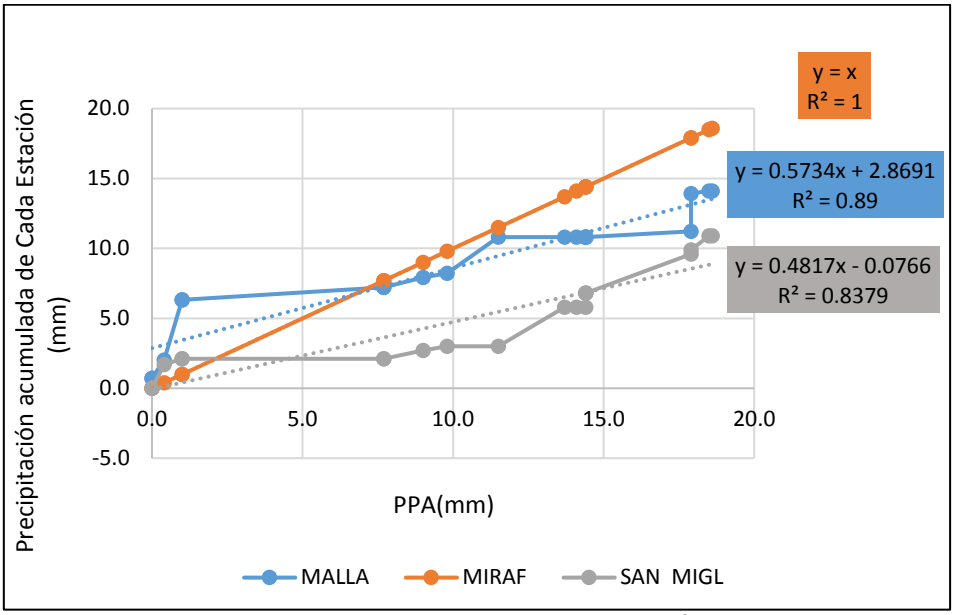


Figura C.82. OCTUBRE: CDA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LA ESTACIÓN MIRAFLORES ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones halladas efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.93. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.1	0.1	0.0	0.1	13.7	13.5	18.6	8.9
1973	0.3	0.6	0.3	0.4	13.6	13.5	18.5	8.8
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	13.2	13.1	17.9	8.5
1975	2.0	3.5	1.7	2.4	13.2	13.1	17.9	8.5
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8	11.1	14.4	6.9
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8	11.1	14.4	6.9
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	10.8	11.1	14.4	6.9
1979	0.2	0.3	0.1	0.2	10.8	11.1	14.4	6.9
1980	0.2	0.4	0.2	0.3	10.6	11.0	14.1	6.7
1981	1.3	2.2	1.1	1.5	10.3	10.7	13.7	6.5
1982	1.0	1.7	0.8	1.2	8.8	9.5	11.5	5.5
1984	0.5	0.8	0.4	0.5	7.6	8.5	9.8	4.6
1985	0.7	1.3	0.6	0.9	7.1	8.0	9.0	4.3
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	7.3	7.7	3.6
1987	3.8	6.7	3.2	4.6	6.2	7.3	7.7	3.6
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	3.4	1.0	0.4
1989	0.3	0.6	0.3	0.4	1.6	3.4	1.0	0.4
1990	0.2	0.4	0.2	0.3	1.2	3.1	0.4	0.1
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	2.9	0.0	-0.1
1992	2.9	0.0	0.0	0.9	0.9	2.9	0.0	-0.1

Fuente: Elaboración propia

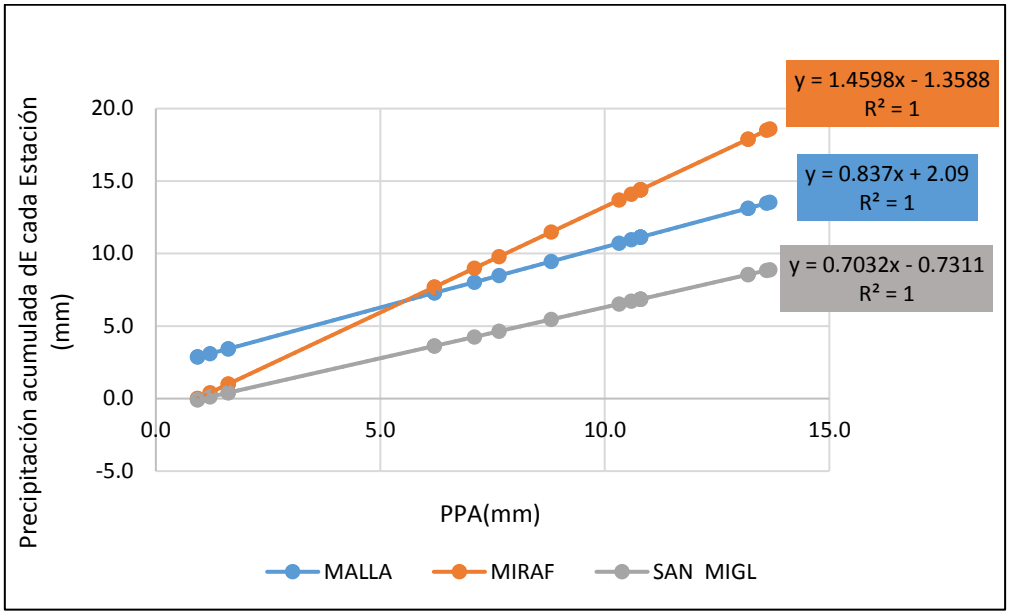


Figura C.83. OCTUBRE: CDA – CORREGIDOS ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

El valor negativo obtenido en la estación San Miguel, en el año 1992 lo cambiamos por 0.

Efectuado el análisis de consistencia en la zona alta, media y baja, para el mes de OCTUBRE, se obtuvieron los valores corregidos, para cada estación y año.

Tabla C.94. Valores totales anuales para el mes de octubre

AÑO	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUARM	MALLA	MIRAF	MORR	SAUS	SAN MIGL
1972	10.5	15.9	0.0	0.0	9.9	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4
1973	10.0	15.1	0.4	0.6	9.4	0.3	0.6	0.5	0.3	5.8
1974	33.2	50.4	1.4	2.0	31.3	0.0	0.0	1.9	0.0	20.5
1975	82.5	125.1	1.8	2.6	77.8	2.0	3.5	2.4	1.7	26.6
1976	6.2	9.3	0.2	0.3	5.8	0.0	0.0	0.3	0.0	3.0
1977	10.0	15.1	0.2	0.3	9.4	0.0	0.0	0.3	0.0	2.9
1978	9.6	14.6	0.1	0.1	9.1	0.0	0.0	0.1	0.0	1.1
1979	1.9	2.9	0.1	0.1	1.8	0.2	0.3	0.1	0.1	1.0
1980	52.9	80.2	1.4	2.1	49.9	0.2	0.4	1.9	0.2	21.3
1981	40.4	61.3	1.5	2.2	38.1	1.3	2.2	2.0	1.1	22.1
1982	82.3	124.9	2.8	4.1	77.6	1.0	1.7	3.8	0.8	41.4
1984	70.1	106.4	2.1	3.1	66.1	0.5	0.8	2.9	0.4	31.3
1985	20.6	31.2	0.5	0.7	19.4	0.8	1.3	0.6	0.6	6.8
1986	17.1	26.0	1.1	1.6	16.1	0.0	0.0	1.4	0.0	15.7
1987	22.0	33.3	1.0	1.4	20.7	3.8	6.7	1.3	3.2	14.1
1988	14.3	21.8	0.3	0.5	13.5	0.0	0.0	0.5	0.0	5.0
1989	72.1	109.4	3.4	5.1	68.0	0.3	0.6	4.7	0.3	51.1
1990	44.9	68.1	1.3	1.9	42.3	0.2	0.4	1.7	0.2	19.0
1991	21.1	32.0	0.2	0.3	19.9	0.0	0.0	0.3	0.0	2.7
1992	3.5	33.9	1.4	10.5	36.6	2.9	0.0	0.0	0.0	1.4

Fuente: Elaboración propia

Mes de Noviembre
Análisis de consistencia de la zona alta

Tabla C.95. Valores totales anuales y acumulados zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	15.9	20.2	33.7	23.3	597.9	472.5	726.2	595.1
1973	39.7	31.6	52.8	41.4	574.7	456.6	706.0	561.4
1974	16.3	16.3	21.5	18.0	533.3	416.9	674.4	508.6
1975	8.9	10.9	12.9	10.9	515.3	400.6	658.1	487.1
1976	8.3	15.3	36.5	20.0	504.4	391.7	647.2	474.2
1977	2.2	7.9	14.9	8.3	484.3	383.4	631.9	437.7
1978	3.6	0.3	5.1	3.0	476.0	381.2	624.0	422.8
1979	68.9	93.8	33.3	65.3	473.0	377.6	623.7	417.7
1980	15.5	35.3	6.5	19.1	407.7	308.7	529.9	384.4
1981	72.0	119.8	81.2	91.0	388.6	293.2	494.6	377.9
1982	27.0	50.5	30.0	35.8	297.6	221.2	374.8	296.7
1984	1.9	11.3	1.7	5.0	261.7	194.2	324.3	266.7
1985	34.3	52.2	42.3	42.9	256.8	192.3	313.0	265.0
1986	35.6	49.0	12.9	32.5	213.8	158.0	260.8	222.7
1987	26.0	81.8	66.0	57.9	181.3	122.4	211.8	209.8
1988	1.0	1.5	1.1	1.2	123.4	96.4	130.0	143.8
1989	64.4	78.4	90.2	77.7	122.2	95.4	128.5	142.7
1990	15.9	25.8	10.6	17.4	44.5	31.0	50.1	52.5
1991	15.2	24.3	41.9	27.1	27.1	15.2	24.3	41.9
1992	33.5	64.7	45.9	48.0	646.0	506.1	790.9	641.0

Fuente: Elaboración propia

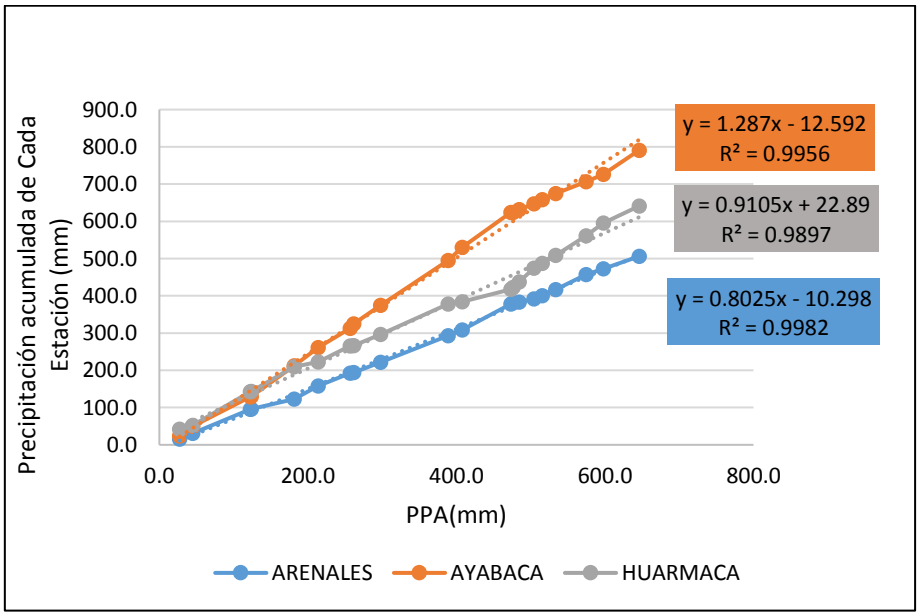


Figura C.84. NOVIEMBRE: CDA - ZONA ALTA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como base las estaciones de Arenales y Ayabaca.

Tabla C.96. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones las estaciones de Arenales y Ayabaca zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	33.5	64.7	45.9	49.1	648.5	506.1	790.9	641.0
1973	15.9	20.2	33.7	18.1	599.4	472.5	726.2	595.1
1974	39.7	31.6	52.8	35.7	581.3	456.6	706.0	561.4
1975	16.3	16.3	21.5	16.3	545.7	416.9	674.4	508.6
1976	8.9	10.9	12.9	9.9	529.4	400.6	658.1	487.1
1977	8.3	15.3	36.5	11.8	519.5	391.7	647.2	474.2
1978	2.2	7.9	14.9	5.1	507.7	383.4	631.9	437.7
1979	3.6	0.3	5.1	2.0	502.6	381.2	624.0	422.8
1980	68.9	93.8	33.3	81.4	500.7	377.6	623.7	417.7
1981	15.5	35.3	6.5	25.4	419.3	308.7	529.9	384.4
1982	72.0	119.8	81.2	95.9	393.9	293.2	494.6	377.9
1984	27.0	50.5	30.0	38.8	298.0	221.2	374.8	296.7
1985	1.9	11.3	1.7	6.6	259.3	194.2	324.3	266.7
1986	34.3	52.2	42.3	43.3	252.7	192.3	313.0	265.0
1987	35.6	49.0	12.9	42.3	209.4	158.0	260.8	222.7
1988	26.0	81.8	66.0	53.9	167.1	122.4	211.8	209.8
1989	1.0	1.5	1.1	1.3	113.2	96.4	130.0	143.8
1990	64.4	78.4	90.2	71.4	112.0	95.4	128.5	142.7
1991	15.9	25.8	10.6	20.8	40.6	31.0	50.1	52.5
1992	15.2	24.3	41.9	19.7	19.7	15.2	24.3	41.9

Fuente: Elaboración propia

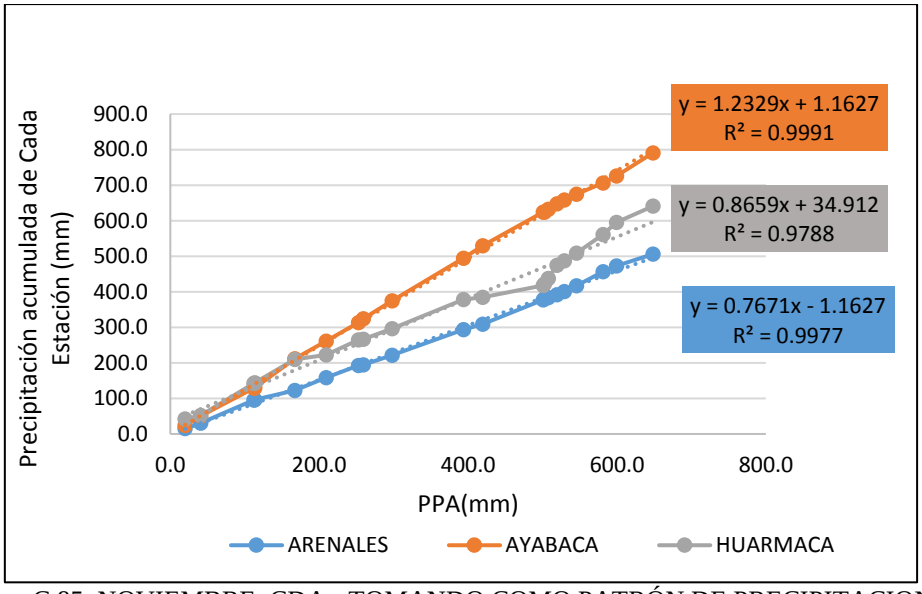


Figura C.85. NOVIEMBRE: CDA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LAS ESTACIONES DE ARENALES Y AYABACA ZONA ALTA

Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones determinadas efectuamos la corrección de datos

Tabla C.97. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	37.7	60.6	42.5	46.9	631.1	496.3	800.7	596.4
1973	13.8	22.3	15.6	17.2	584.2	458.6	740.1	553.9
1974	27.3	44.0	30.9	34.1	567.0	444.8	717.9	538.3
1975	12.5	20.1	14.1	15.6	532.9	417.4	673.9	507.4
1976	7.6	12.2	8.6	9.5	517.3	404.9	653.8	493.3
1977	9.1	14.5	10.2	11.3	507.9	397.3	641.6	484.7
1978	3.9	6.2	4.4	4.8	496.6	388.3	627.1	474.5
1979	1.5	2.4	1.7	1.9	491.8	384.4	620.8	470.1
1980	62.4	100.3	70.4	77.7	489.9	382.9	618.4	468.4
1981	19.5	31.3	22.0	24.3	412.2	320.5	518.1	398.0
1982	73.6	118.2	83.0	91.6	388.0	301.0	486.8	376.0
1984	29.7	47.8	33.6	37.0	296.3	227.5	368.6	293.0
1985	5.1	8.1	5.7	6.3	259.3	197.7	320.8	259.4
1986	33.2	53.3	37.5	41.3	253.0	192.7	312.7	253.7
1987	32.4	52.2	36.6	40.4	211.7	159.5	259.4	216.3
1988	41.3	66.5	46.7	51.5	171.3	127.0	207.2	179.6
1989	1.0	1.5	1.1	1.2	119.8	85.7	140.8	133.0
1990	54.8	88.0	61.8	68.2	118.6	84.7	139.2	131.9
1991	16.0	25.7	18.0	19.9	50.4	30.0	51.2	70.0
1992	14.0	25.5	52.0	30.5	30.5	14.0	25.5	52.0

Fuente: Elaboración propia

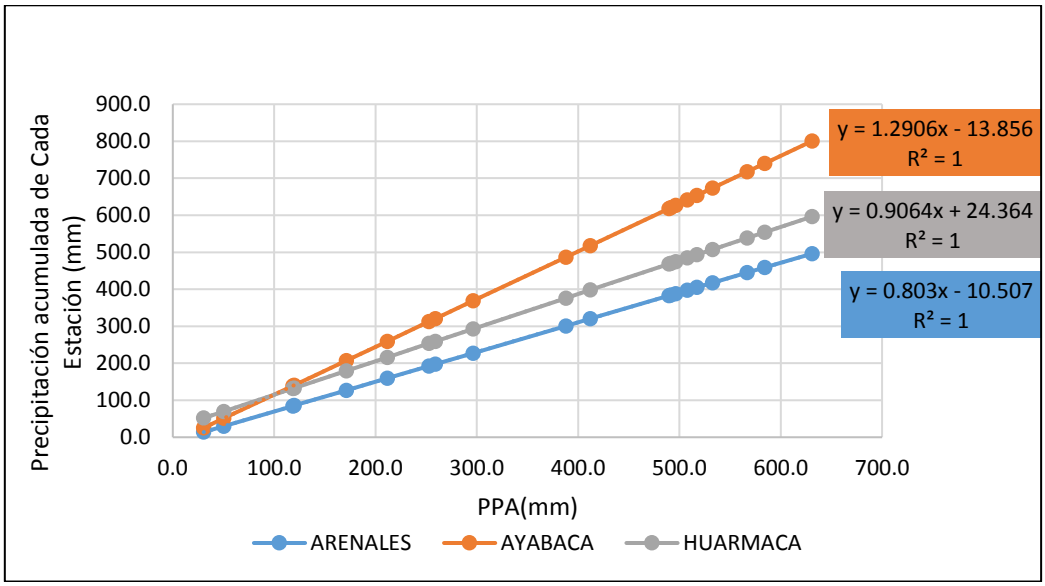


Figura C.86. NOVIEMBRE: CDA – CORREGIDOS ZONA ALTA
Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia de la zona media

Tabla C.98. Valores totales anuales y acumulados zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.3	5.5	2.0	19.1	6.7	82.3	20.8	47.3	22.7	238.2
1973	0.3	2.3	1.4	8	3.0	75.5	20.5	41.8	20.7	219.1
1974	0.6	0.9	1.1	20.2	5.7	72.5	20.2	39.5	19.3	211.1
1975	0.5	0.9	0.0	9.0	2.6	66.8	19.6	38.6	18.2	190.9
1976	0.0	0.0	0.0	2.4	0.6	64.2	19.1	37.7	18.2	181.9
1977	0.0	0.0	0.4	2.7	0.8	63.6	19.1	37.7	18.2	179.5
1978	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	62.9	19.1	37.7	17.8	176.8
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	62.8	18.8	37.7	17.8	176.8
1980	2.3	9.5	13.5	23.9	12.3	62.8	18.8	37.7	17.8	176.8
1981	0.0	0.6	0.1	9.9	2.7	50.5	16.5	28.2	4.3	152.9
1982	3.6	3.3	0.4	57.7	16.3	47.8	16.5	27.6	4.2	143.0
1984	0.1	0.0	0.6	5.5	1.6	31.6	12.9	24.3	3.8	85.3
1985	0.0	0.0	0.0	2.1	0.5	30.0	12.8	24.3	3.2	79.8
1986	1.1	4.6	0.0	24.8	7.6	29.5	12.8	24.3	3.2	77.7
1987	1.4	0.0	0.0	15	4.1	21.9	11.7	19.7	3.2	52.9
1988	0.8	0.0	2.8	23.2	6.7	17.8	10.3	19.7	3.2	37.9
1989	0.0	0.1	0.4	0.1	0.2	11.1	9.5	19.7	0.4	14.7
1990	9.5	13.4	0.0	10.9	8.5	10.9	9.5	19.6	0.0	14.6
1991	0.0	3.1	0.0	2.8	1.5	2.5	0.0	6.2	0.0	3.7
1992	0.0	3.1	0.0	0.9	1.0	1.0	0.0	3.1	0.0	0.9

Fuente: Elaboración propia

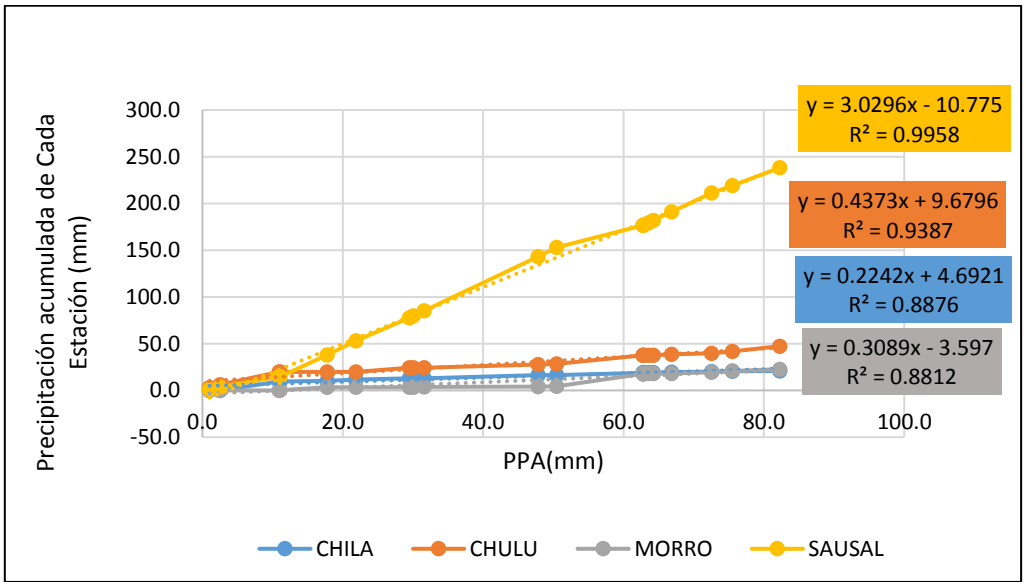


Figura C.87. NOVIEMBRE: CDA - ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como base la estación Sausal de Culucan, ya que presenta un mayor coeficiente de determinación.

Tabla C.99. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación Sausal de Culucan zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	0.3	5.5	2.0	19.1	19.1	238.2	20.8	47.3	22.7	238.2
1973	0.3	2.3	1.4	8	8.0	219.1	20.5	41.8	20.7	219.1
1974	0.6	0.9	1.1	20.2	20.2	211.1	20.2	39.5	19.3	211.1
1975	0.5	0.9	0.0	9	9.0	190.9	19.6	38.6	18.2	190.9
1976	0.0	0.0	0.0	2.4	2.4	181.9	19.1	37.7	18.2	181.9
1977	0.0	0.0	0.4	2.7	2.7	179.5	19.1	37.7	18.2	179.5
1978	0.3	0.0	0.0	0	0.0	176.8	19.1	37.7	17.8	176.8
1979	0.0	0.0	0.0	0	0.0	176.8	18.8	37.7	17.8	176.8
1980	2.3	9.5	13.5	23.9	23.9	176.8	18.8	37.7	17.8	176.8
1981	0.0	0.6	0.1	9.9	9.9	152.9	16.5	28.2	4.3	152.9
1982	3.6	3.3	0.4	57.7	57.7	143.0	16.5	27.6	4.2	143.0
1984	0.1	0.0	0.6	5.5	5.5	85.3	12.9	24.3	3.8	85.3
1985	0.0	0.0	0.0	2.1	2.1	79.8	12.8	24.3	3.2	79.8
1986	1.1	4.6	0.0	24.8	24.8	77.7	12.8	24.3	3.2	77.7
1987	1.4	0.0	0.0	15	15.0	52.9	11.7	19.7	3.2	52.9
1988	0.8	0.0	2.8	23.2	23.2	37.9	10.3	19.7	3.2	37.9
1989	0.0	0.1	0.4	0.1	0.1	14.7	9.5	19.7	0.4	14.7
1990	9.5	13.4	0.0	10.9	10.9	14.6	9.5	19.6	0.0	14.6
1991	0.0	3.1	0.0	2.8	2.8	3.7	0.0	6.2	0.0	3.7
1992	0.0	3.1	0.0	0.9	0.9	0.9	0.0	3.1	0.0	0.9

Fuente: Elaboración propia

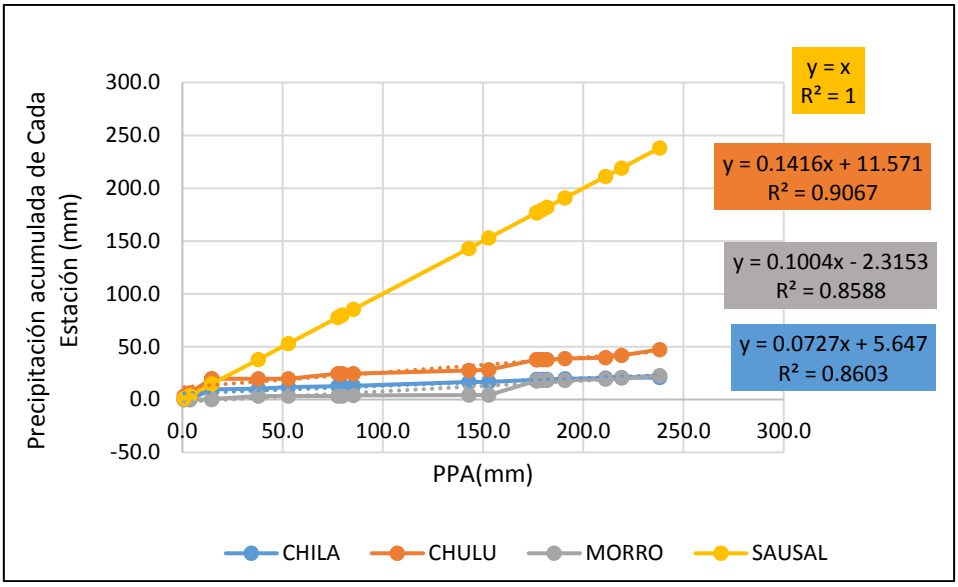


Figura C.88. NOVIEMBRE: CDA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LA ESTACIÓN SAUSAL DE CULUCAN ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones determinadas efectuamos la corrección de datos.

Tabla C.100. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	1.4	2.7	1.9	19.1	6.3	82.0	23.0	45.3	21.6	238.2
1973	0.6	1.1	0.8	8.0	2.6	75.7	21.6	42.6	19.7	219.1
1974	1.5	2.9	2.0	20.2	6.6	73.1	21.0	41.5	18.9	211.1
1975	0.7	1.3	0.9	9.0	3.0	66.5	19.5	38.6	16.9	190.9
1976	0.2	0.3	0.2	2.4	0.8	63.5	18.9	37.3	15.9	181.9
1977	0.2	0.4	0.3	2.7	0.9	62.7	18.7	37.0	15.7	179.5
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.8	18.5	36.6	15.4	176.8
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	61.8	18.5	36.6	15.4	176.8
1980	1.7	3.4	2.4	23.9	7.9	61.8	18.5	36.6	15.4	176.8
1981	0.7	1.4	1.0	9.9	3.3	54.0	16.8	33.2	13.0	152.9
1982	4.2	8.2	5.8	57.7	19.0	50.7	16.0	31.8	12.0	143.0
1984	0.4	0.8	0.6	5.5	1.8	31.8	11.8	23.6	6.2	85.3
1985	0.2	0.3	0.2	2.1	0.7	30.0	11.4	22.9	5.7	79.8
1986	1.8	3.5	2.5	24.8	8.2	29.3	11.3	22.6	5.5	77.7
1987	1.1	2.1	1.5	15.0	4.9	21.1	9.5	19.1	3.0	52.9
1988	1.7	3.3	2.3	23.2	7.6	16.2	8.4	16.9	1.5	37.9
1989	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	8.6	6.7	13.7	-0.8	14.7
1990	0.8	1.5	1.1	10.9	3.6	8.5	6.7	13.6	-0.8	14.6
1991	0.2	0.4	0.3	2.8	0.9	4.9	5.9	12.1	-1.9	3.7
1992	5.7	11.7	0.0	0.9	4.0	4.0	5.7	11.7	-2.2	0.9

Fuente: Elaboración propia

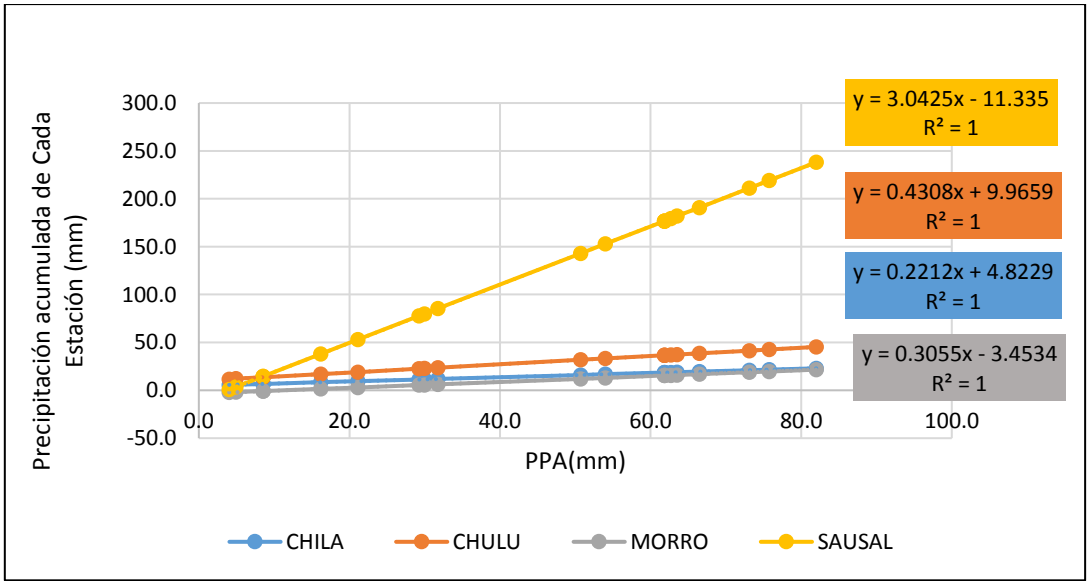


Figura C.89. NOVIEMBRE: CDA – CORREGIDOS ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

El valor negativo obtenido en la estación Morropón en el año 1992 lo cambiamos por 0.

Análisis de consistencia de la zona baja

Tabla C.101. Valores totales anuales y acumulados zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.0	0.0	0.0	0.0	22.9	10.6	32.1	25.9
1973	0.3	4.3	1.3	2.0	22.9	10.6	32.1	25.9
1974	0.8	2.4	0.8	1.3	20.9	10.3	27.8	24.6
1975	0.6	0.0	0.0	0.2	19.6	9.5	25.4	23.8
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	8.9	25.4	23.8
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	8.9	25.4	23.8
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	8.9	25.4	23.8
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	8.9	25.4	23.8
1980	0.0	5.6	8.5	4.7	19.4	8.9	25.4	23.8
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7	8.9	19.8	15.3
1982	2.3	6.7	6.5	5.2	14.7	8.9	19.8	15.3
1984	0.6	0.0	0.0	0.2	9.5	6.6	13.1	8.8
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	6.0	13.1	8.8
1986	0.8	8.4	5.6	4.9	9.3	6.0	13.1	8.8
1987	0.7	0.4	0.0	0.4	4.4	5.2	4.7	3.2
1988	1.7	0.2	0.6	0.8	4.0	4.5	4.3	3.2
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	2.8	4.1	2.6
1990	2.1	0.9	0.0	1.0	3.2	2.8	4.1	2.6
1991	0.2	1.6	2.6	1.5	2.2	0.7	3.2	2.6
1992	0.5	1.6	0.0	0.7	0.7	0.5	1.6	0.0

Fuente: Elaboración propia

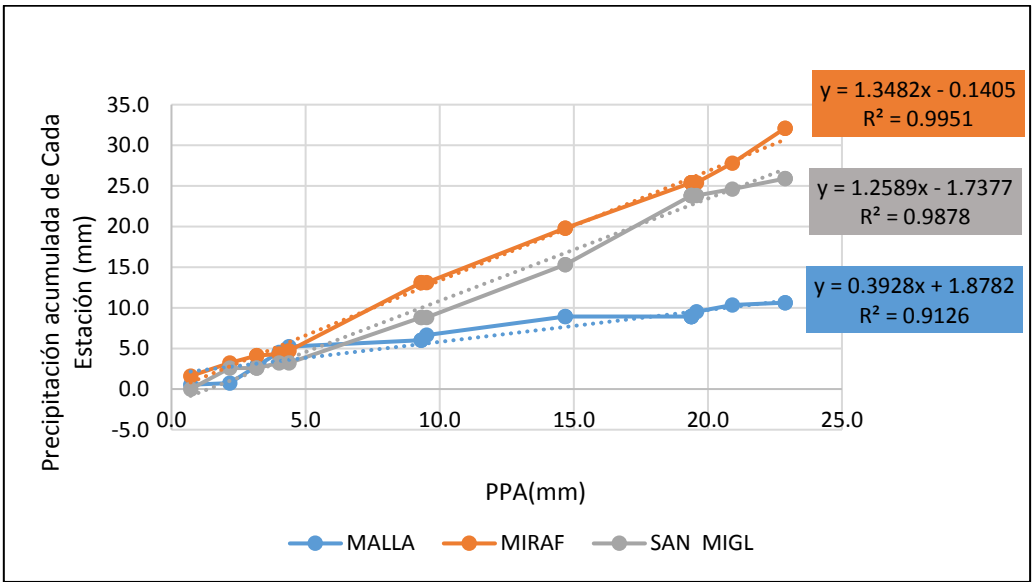


Figura C.90. NOVIEMBRE: CDA - ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como base la estación de Miraflores ya que presenta un mayor R^2

Tabla C.102. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación de Miraflores zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.0	0.0	0.0	0.0	32.1	10.6	32.1	25.9
1973	0.3	4.3	1.3	4.3	32.1	10.6	32.1	25.9
1974	0.8	2.4	0.8	2.4	27.8	10.3	27.8	24.6
1975	0.6	0.0	0.0	0.0	25.4	9.5	25.4	23.8
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	25.4	8.9	25.4	23.8
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	25.4	8.9	25.4	23.8
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	25.4	8.9	25.4	23.8
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	25.4	8.9	25.4	23.8
1980	0.0	5.6	8.5	5.6	25.4	8.9	25.4	23.8
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	19.8	8.9	19.8	15.3
1982	2.3	6.7	6.5	6.7	19.8	8.9	19.8	15.3
1984	0.6	0.0	0.0	0.0	13.1	6.6	13.1	8.8
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	13.1	6.0	13.1	8.8
1986	0.8	8.4	5.6	8.4	13.1	6.0	13.1	8.8
1987	0.7	0.4	0.0	0.4	4.7	5.2	4.7	3.2
1988	1.7	0.2	0.6	0.2	4.3	4.5	4.3	3.2
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	2.8	4.1	2.6
1990	2.1	0.9	0.0	0.9	4.1	2.8	4.1	2.6
1991	0.2	1.6	2.6	1.6	3.2	0.7	3.2	2.6
1992	0.5	1.6	0.0	1.6	1.6	0.5	1.6	0.0

Fuente: Elaboración propia

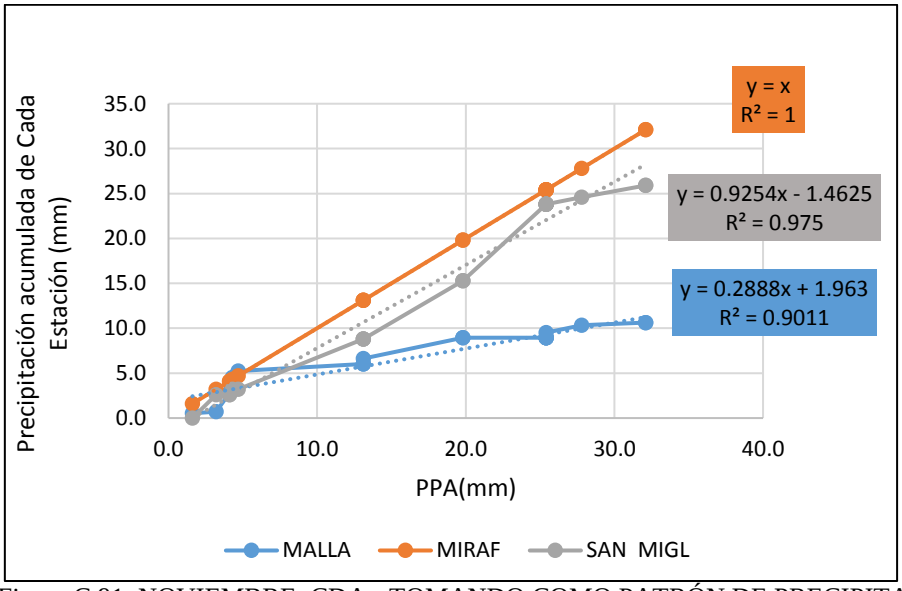


Figura C.91. NOVIEMBRE: CDA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LA ESTACIÓN DE MIRAFLORES ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones determinadas efectuamos la corrección de datos

Tabla C.103. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	0.0	0.0	0.0	0.0	23.9	11.2	32.1	28.2
1973	1.2	4.3	4.0	3.2	23.9	11.2	32.1	28.2
1974	0.7	2.4	2.2	1.8	20.7	10.0	27.8	24.3
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	18.9	9.3	25.4	22.0
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	18.9	9.3	25.4	22.0
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	18.9	9.3	25.4	22.0
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	18.9	9.3	25.4	22.0
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	18.9	9.3	25.4	22.0
1980	1.6	5.6	5.2	4.1	18.9	9.3	25.4	22.0
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	14.8	7.7	19.8	16.9
1982	1.9	6.7	6.2	4.9	14.8	7.7	19.8	16.9
1984	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	5.7	13.1	10.7
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	5.7	13.1	10.7
1986	2.4	8.4	7.8	6.2	9.8	5.7	13.1	10.7
1987	0.1	0.4	0.4	0.3	3.6	3.3	4.7	2.9
1988	0.1	0.2	0.2	0.1	3.3	3.2	4.3	2.5
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	3.1	4.1	2.3
1990	0.3	0.9	0.8	0.7	3.2	3.1	4.1	2.3
1991	0.5	1.6	1.5	1.2	2.5	2.9	3.2	1.5
1992	2.4	1.6	0.0	1.4	1.4	2.4	1.6	0.0

Fuente: Elaboración propia

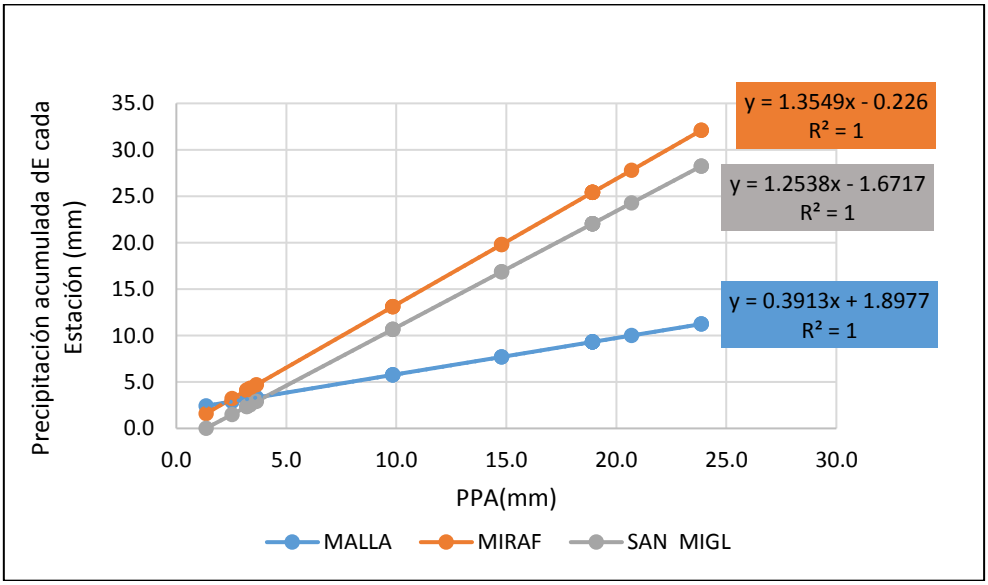


Figura C.92. NOVIEMBRE: CDA – CORREGIDOS ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Efectuado el análisis de consistencia en la zona alta, media y baja, para el mes de NOVIEMBRE, se obtuvieron los valores corregidos, para cada estación y año.

Tabla C.104. Valores totales anuales para el mes de noviembre

AÑO	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUARM	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	37.7	60.6	1.4	2.7	42.5	0.0	0.0	1.9	0.0	19.1
1973	13.9	22.3	0.6	1.1	15.6	1.2	4.3	0.8	4.0	8.0
1974	27.4	44.0	1.5	2.9	30.9	0.7	2.4	2.0	2.2	20.2
1975	12.5	20.1	0.7	1.3	14.1	0.0	0.0	0.9	0.0	9.0
1976	7.6	12.2	0.2	0.3	8.6	0.0	0.0	0.2	0.0	2.4
1977	9.1	14.6	0.2	0.4	10.2	0.0	0.0	0.3	0.0	2.7
1978	3.9	6.2	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979	1.5	2.4	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	62.4	100.3	1.7	3.4	70.4	1.6	5.6	2.4	5.2	23.9
1981	19.5	31.3	0.7	1.4	22.0	0.0	0.0	1.0	0.0	9.9
1982	73.6	118.2	4.2	8.2	83.0	1.9	6.7	5.8	6.2	57.7
1984	29.7	47.8	0.4	0.8	33.6	0.0	0.0	0.6	0.0	5.5
1985	5.1	8.1	0.2	0.3	5.7	0.0	0.0	0.2	0.0	2.1
1986	33.2	53.3	1.8	3.5	37.5	2.4	8.4	2.5	7.8	24.8
1987	32.5	52.2	1.1	2.1	36.6	0.1	0.4	1.5	0.4	15.0
1988	41.4	66.5	1.7	3.3	46.7	0.1	0.2	2.3	0.2	23.2
1989	1.0	1.5	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1990	54.8	88.0	0.8	1.5	61.8	0.3	0.9	1.1	0.8	10.9
1991	16.0	25.7	0.2	0.4	18.0	0.5	1.6	0.3	1.5	2.8
1992	14.0	25.5	5.7	11.7	52.0	2.4	1.6	0.0	0.0	0.9

Fuente: Elaboración propia

Mes de Diciembre

Análisis de consistencia de la zona alta

Tabla C.105. Valores totales anuales y acumulados zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	91.4	152.4	67.7	103.8	1391.0	903.6	1660.3	1609.0
1973	71.2	103.8	64.9	80.0	1287.1	812.2	1507.9	1541.3
1974	23.4	26.5	44.6	31.5	1207.2	741.0	1404.1	1476.4
1975	5.5	12.8	16.2	11.5	1175.7	717.6	1377.6	1431.8
1976	42.1	92.5	60.2	64.9	1164.2	712.1	1364.8	1415.6
1977	18.5	21.8	115.8	52.0	1099.2	670.0	1272.3	1355.4
1978	11.8	15.8	20.2	15.9	1047.2	651.5	1250.5	1239.6
1979	4.9	4.6	9.9	6.5	1031.3	639.7	1234.7	1219.4
1980	46.6	81.4	69.5	65.8	1024.8	634.8	1230.1	1209.5
1981	49.6	114.5	40.8	68.3	959.0	588.2	1148.7	1140.0
1982	216.8	413.3	576.4	402.2	890.7	538.6	1034.2	1099.2
1984	14.6	62.0	45.1	40.6	488.5	321.8	620.9	522.8
1985	68.4	104.6	80.7	84.6	447.9	307.2	558.9	477.7
1986	77.2	171.5	88.9	112.5	363.4	238.8	454.3	397.0
1987	6.8	18.4	14.6	13.3	250.8	161.6	282.8	308.1

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1988	23.7	40.7	62.4	42.3	237.6	154.8	264.4	293.5
1989	2.8	3.7	18.4	8.3	195.3	131.1	223.7	231.1
1990	58.3	84.2	50.6	64.4	187.0	128.3	220.0	212.7
1991	37.3	72.9	96.0	68.7	122.6	70.0	135.8	162.1
1992	32.7	62.9	66.1	53.9	53.9	32.7	62.9	66.1

Fuente: Elaboración propia

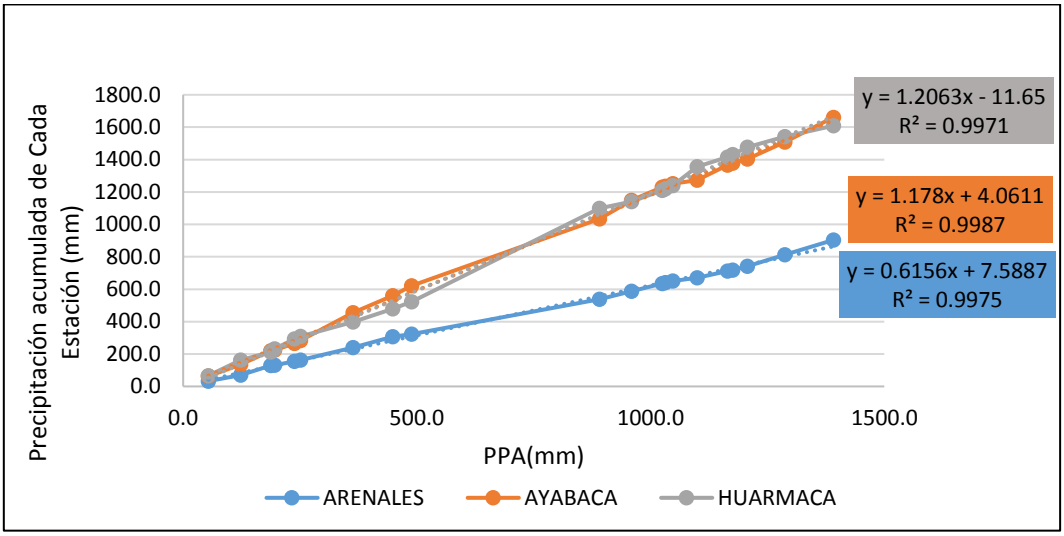


Figura C.93. DICIEMBRE: CDA - ZONA ALTA
Fuente: Elaboración propia

Como las tres estaciones presentan valores de $R^2 > 0.99$, efectuamos la corrección de datos con las ecuaciones encontradas.

Tabla C.106. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona alta

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1972	63.9	122.3	125.3	103.8	1390.9	863.9	1642.6	1666.3
1973	49.2	94.2	96.5	80.0	1287.1	799.9	1520.3	1541.0
1974	19.4	37.1	38.0	31.5	1207.1	750.7	1426.1	1444.5
1975	7.1	13.5	13.9	11.5	1175.6	731.3	1389.0	1406.5
1976	40.0	76.5	78.3	64.9	1164.1	724.2	1375.4	1392.7
1977	32.0	61.3	62.8	52.0	1099.2	684.3	1298.9	1314.3
1978	9.8	18.8	19.2	15.9	1047.2	652.2	1237.7	1251.6
1979	4.0	7.6	7.8	6.5	1031.2	642.4	1218.9	1232.4
1980	40.5	77.6	79.4	65.8	1024.8	638.4	1211.3	1224.6
1981	42.0	80.5	82.4	68.3	958.9	597.9	1133.7	1145.1
1982	247.6	473.8	485.1	402.2	890.6	555.9	1053.3	1062.7
1984	25.0	47.8	48.9	40.6	488.5	308.3	579.5	577.6
1985	52.1	99.6	102.0	84.6	447.9	283.3	531.7	528.7
1986	69.3	132.6	135.7	112.5	363.3	231.3	432.1	426.7
1987	8.2	15.6	16.0	13.3	250.8	162.0	299.5	290.9
1988	26.0	49.8	51.0	42.3	237.5	153.8	283.9	274.9
1989	5.1	9.8	10.0	8.3	195.3	127.8	234.1	223.9
1990	39.6	75.8	77.6	64.4	187.0	122.7	224.3	213.9

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	AREN	AYAB	HUAR	PROM	PPA	AREN	AYAB	HUAR
1991	42.3	81.0	82.9	68.7	122.6	83.1	148.5	136.3
1992	40.8	67.6	53.4	53.9	53.9	40.8	67.6	53.4

Fuente: Elaboración propia

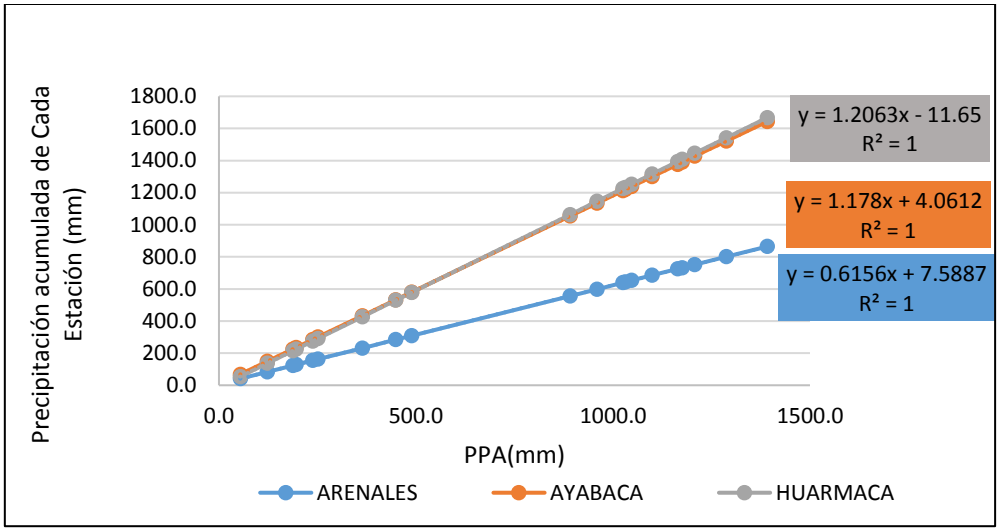


Figura C.94. DICIEMBRE: CDA – CORREGIDOS ZONA ALTA
Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia de la zona media

Tabla C.107. Valores totales anuales y acumulados zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	8.5	20.5	12.0	34.6	18.9	202.0	93.2	167.0	168.3	379.4
1973	0.6	2.6	6.6	40.2	12.5	183.1	84.7	146.5	156.3	344.8
1974	0.1	0.0	1.3	4.8	1.6	170.6	84.1	143.9	149.7	304.6
1975	0.0	0.0	0.0	0.6	0.2	169.0	84.0	143.9	148.4	299.8
1976	0.6	0.0	1.3	9.8	2.9	168.9	84.0	143.9	148.4	299.2
1977	0.0	0.8	0.1	15.2	4.0	165.9	83.4	143.9	147.1	289.4
1978	0.0	0.4	1.4	2.0	1.0	161.9	83.4	143.1	147.0	274.2
1979	0.0	0.0	0.0	4.3	1.1	161.0	83.4	142.7	145.6	272.2
1980	0.2	9.4	2.5	10.9	5.8	159.9	83.4	142.7	145.6	267.9
1981	0.4	1.5	1.6	19.6	5.8	154.1	83.2	133.3	143.1	257.0
1982	65.4	104.9	110.2	71.0	87.9	148.4	82.8	131.8	141.5	237.4
1984	1.1	0.3	2.3	12.9	4.2	60.5	17.4	26.9	31.3	166.4
1985	0.9	2.4	2.5	25.4	7.8	56.3	16.3	26.6	29.0	153.5
1986	2.8	1.4	8.7	23.9	9.2	48.5	15.4	24.2	26.5	128.1
1987	0.0	0.0	0.0	4.8	1.2	39.3	12.6	22.8	17.8	104.2
1988	0.2	0.0	0.6	8.7	2.4	38.1	12.6	22.8	17.8	99.4
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.8	12.4	22.8	17.2	90.7
1990	7.9	11.7	0.0	26.1	11.4	35.8	12.4	22.8	17.2	90.7
1991	3.7	7.1	8.8	45.6	16.3	24.3	4.5	11.1	17.2	64.6
1992	0.8	4.0	8.4	18.97	8.0	8.0	0.8	4.0	8.4	19.0

Fuente: Elaboración propia

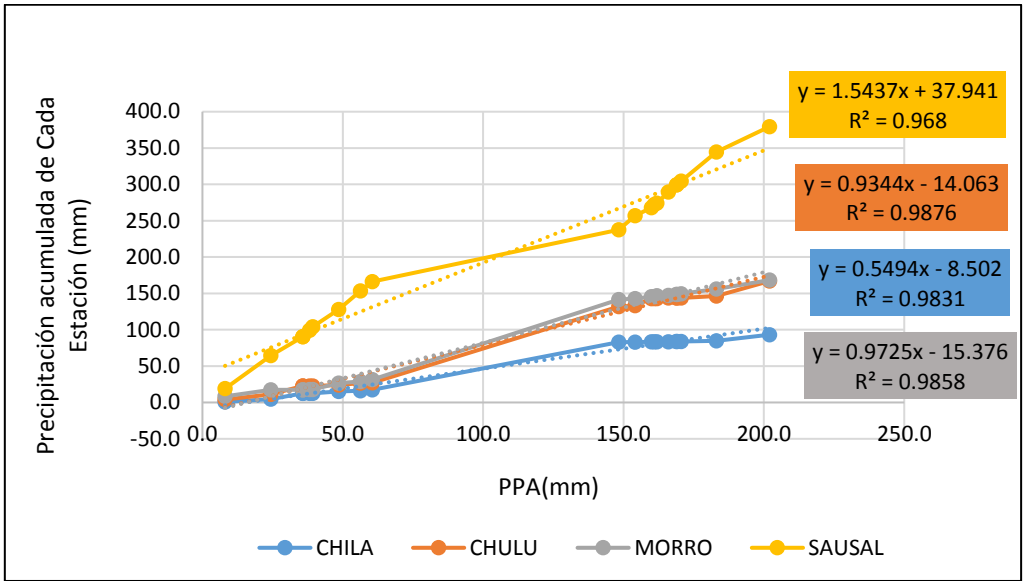


Figura C.95. DICIEMBRE: CDA - ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Tomamos como base la estación Chulucanas ya que presenta un mayor R^2.

Tabla C.108. Valores totales anuales y acumulados tomando como patrón de precipitaciones la estación Chulucanas zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	8.5	20.5	12.0	34.6	20.5	167.0	93.2	167.0	168.3	379.4
1973	0.6	2.6	6.6	40.2	2.6	146.5	84.7	146.5	156.3	344.8
1974	0.1	0.0	1.3	4.8	0.0	143.9	84.1	143.9	149.7	304.6
1975	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	143.9	84.0	143.9	148.4	299.8
1976	0.6	0.0	1.3	9.8	0.0	143.9	84.0	143.9	148.4	299.2
1977	0.0	0.8	0.1	15.2	0.8	143.9	83.4	143.9	147.1	289.4
1978	0.0	0.4	1.4	2	0.4	143.1	83.4	143.1	147.0	274.2
1979	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	142.7	83.4	142.7	145.6	272.2
1980	0.2	9.4	2.5	10.9	9.4	142.7	83.4	142.7	145.6	267.9
1981	0.4	1.5	1.6	19.6	1.5	133.3	83.2	133.3	143.1	257.0
1982	65.4	104.9	110.2	71	104.9	131.8	82.8	131.8	141.5	237.4
1984	1.1	0.3	2.3	12.9	0.3	26.9	17.4	26.9	31.3	166.4
1985	0.9	2.4	2.5	25.4	2.4	26.6	16.3	26.6	29.0	153.5
1986	2.8	1.4	8.7	23.9	1.4	24.2	15.4	24.2	26.5	128.1
1987	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	22.8	12.6	22.8	17.8	104.2
1988	0.2	0.0	0.6	8.7	0.0	22.8	12.6	22.8	17.8	99.4
1989	0.0	0.0	0.0	0	0.0	22.8	12.4	22.8	17.2	90.7
1990	7.9	11.7	0.0	26.1	11.7	22.8	12.4	22.8	17.2	90.7
1991	3.7	7.1	8.8	45.6	7.1	11.1	4.5	11.1	17.2	64.6
1992	0.8	4.0	8.4	18.97	4.0	4.0	0.8	4.0	8.4	19.0

Fuente: Elaboración propia

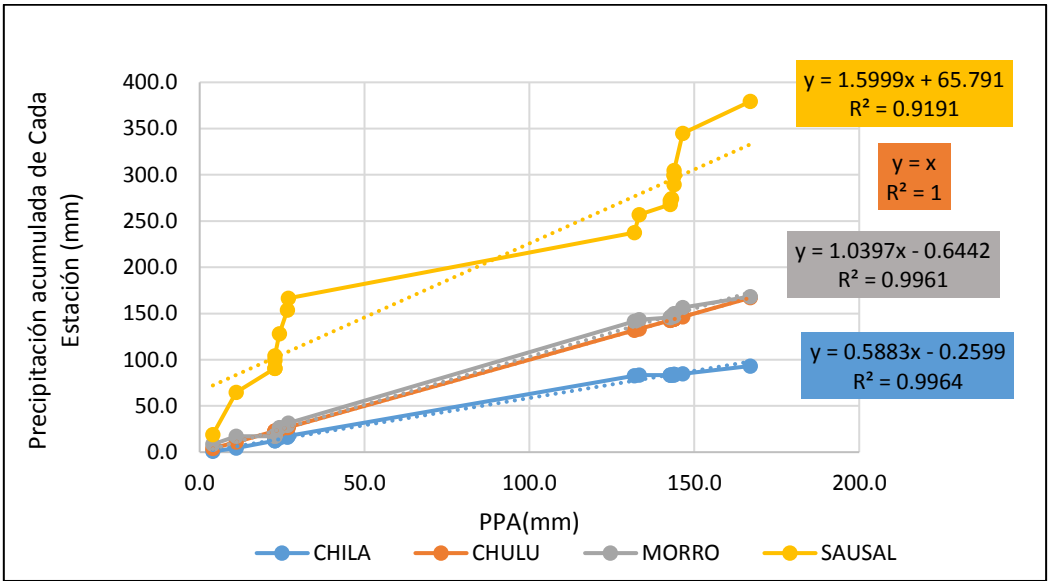


Figura C.96. DICIEMBRE: CDA - TOMANDO COMO PATRÓN DE PRECIPITACIONES LA ESTACIÓN CHULUCANAS ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Con las ecuaciones determinadas efectuamos la corrección de datos

Tabla C.109. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona media

AÑO	ANUAL					ACUMULADO				
	CHILA	CHUL	MORR	SAUS	PROM	PPA	CHILA	CHUL	MORR	SAUS
1972	12.1	20.5	21.3	32.8	21.7	192.7	98.0	167.0	173.0	333.0
1973	1.5	2.6	2.7	4.2	2.7	171.1	85.9	146.5	151.7	300.2
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	168.3	84.4	143.9	149.0	296.0
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	168.3	84.4	143.9	149.0	296.0
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	168.3	84.4	143.9	149.0	296.0
1977	0.5	0.8	0.8	1.3	0.8	168.3	84.4	143.9	149.0	296.0
1978	0.2	0.4	0.4	0.6	0.4	167.5	83.9	143.1	148.1	294.7
1979	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	167.0	83.7	142.7	147.7	294.1
1980	5.5	9.4	9.8	15.0	9.9	167.0	83.7	142.7	147.7	294.1
1981	0.9	1.5	1.6	2.4	1.6	157.1	78.2	133.3	137.9	279.0
1982	61.7	104.9	109.1	167.8	110.9	155.5	77.3	131.8	136.4	276.6
1984	0.2	0.3	0.3	0.5	0.3	44.6	15.6	26.9	27.3	108.8
1985	1.4	2.4	2.5	3.8	2.5	44.3	15.4	26.6	27.0	108.3
1986	0.8	1.4	1.5	2.2	1.5	41.8	14.0	24.2	24.5	104.5
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.3	13.1	22.8	23.0	102.2
1988	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.3	13.1	22.8	23.0	102.2
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.3	13.1	22.8	23.0	102.2
1990	6.9	11.7	12.1	18.7	12.3	40.3	13.1	22.8	23.0	102.2
1991	4.2	7.1	7.4	11.4	7.5	28.0	6.3	11.1	10.9	83.6
1992	2.1	4.0	3.5	72.2	20.4	20.4	2.1	4.0	3.5	72.2

Fuente: Elaboración propia

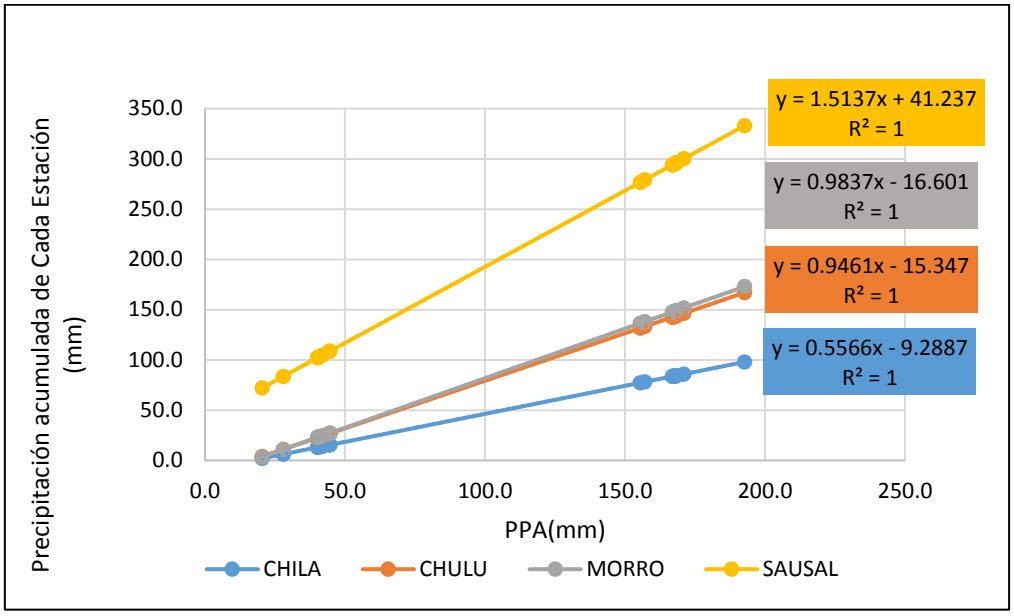


Figura C.97. DICIEMBRE: CDA – CORREGIDOS ZONA MEDIA
Fuente: Elaboración propia

Análisis de consistencia de la zona baja

Tabla C.110. Valores totales anuales y acumulados zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MA LLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MA LLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	7.6	2.5	1.8	4.0	34.6	42.9	27.4	33.5
1973	1.0	1.2	2.2	1.5	30.6	35.3	24.9	31.7
1974	0.0	0.1	0.0	0.0	29.2	34.3	23.7	29.5
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	29.1	34.3	23.6	29.5
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	29.1	34.3	23.6	29.5
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	29.1	34.3	23.6	29.5
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	29.1	34.3	23.6	29.5
1979	0.2	0.0	0.0	0.1	29.1	34.3	23.6	29.5
1980	0.0	2.9	2.0	1.6	29.1	34.1	23.6	29.5
1981	0.0	1.5	5.9	2.5	27.4	34.1	20.7	27.5
1982	22.7	10.4	10.8	14.6	25.0	34.1	19.2	21.6
1984	0.0	0.1	0.0	0.0	10.3	11.4	8.8	10.8
1985	1.8	1.1	0.0	1.0	10.3	11.4	8.7	10.8
1986	0.1	0.0	0.0	0.0	9.3	9.6	7.6	10.8
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	9.5	7.6	10.8
1988	0.0	0.9	0.0	0.3	9.3	9.5	7.6	10.8
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	9.5	6.7	10.8
1990	4.3	2.7	4.0	3.7	9.0	9.5	6.7	10.8
1991	4.9	4.0	6.8	5.2	5.3	5.2	4.0	6.8
1992	0.3	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0

Fuente: Elaboración propia

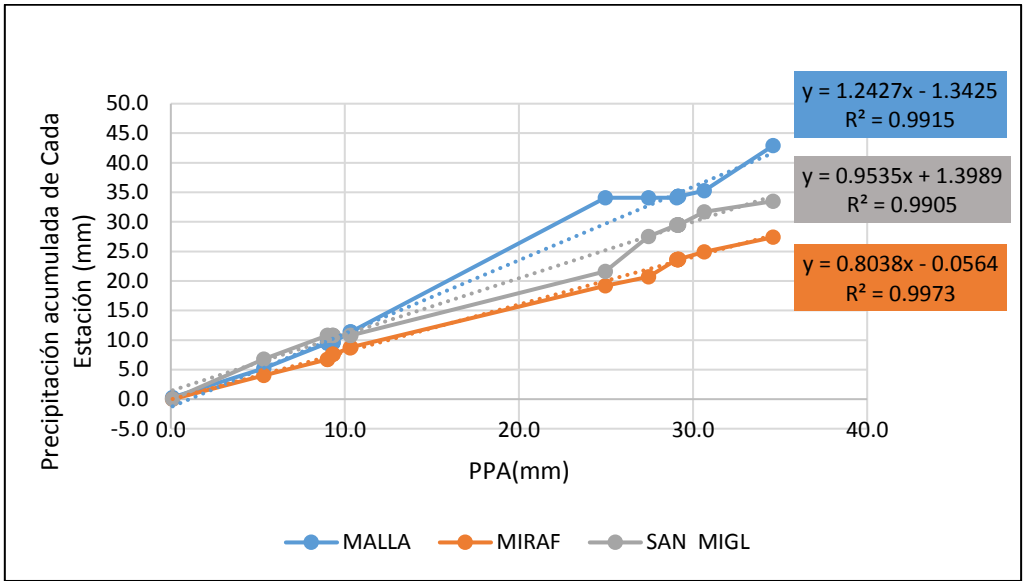


Figura C.98. DICIEMBRE: CDA - ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Como las tres estaciones presentan valores de $R^2 > 0.99$, efectuamos la corrección de datos con las ecuaciones halladas.

Tabla C.111. Valores totales anuales y acumulados corregidos zona baja

AÑO	ANUAL				ACUMULADO			
	MALLA	MIRAF	SAN MIGL	PROM	PPA	MALLA	MIRAF	SAN MIGL
1972	4.9	3.2	3.8	4.0	34.6	41.7	27.8	34.4
1973	1.8	1.2	1.4	1.5	30.6	36.7	24.6	30.6
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	29.2	34.9	23.4	29.2
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	29.1	34.9	23.4	29.2
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	29.1	34.9	23.4	29.2
1977	0.0	0.0	0.0	0.0	29.1	34.9	23.4	29.2
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	29.1	34.9	23.4	29.2
1979	0.1	0.1	0.1	0.1	29.1	34.9	23.4	29.2
1980	2.0	1.3	1.6	1.6	29.1	34.8	23.3	29.1
1981	3.1	2.0	2.4	2.5	27.4	32.7	22.0	27.6
1982	18.2	11.8	14.0	14.6	25.0	29.7	20.0	25.2
1984	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3	11.5	8.2	11.3
1985	1.2	0.8	0.9	1.0	10.3	11.5	8.2	11.2
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	10.3	7.4	10.3
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	10.2	7.4	10.3
1988	0.4	0.2	0.3	0.3	9.3	10.2	7.4	10.3
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	9.8	7.2	10.0
1990	4.6	2.9	3.5	3.7	9.0	9.8	7.2	10.0
1991	6.5	4.2	5.0	5.2	5.3	5.3	4.2	6.5
1992	0.0	0.0	1.5	0.1	0.1	-1.2	0.0	1.5

Fuente: Elaboración propia

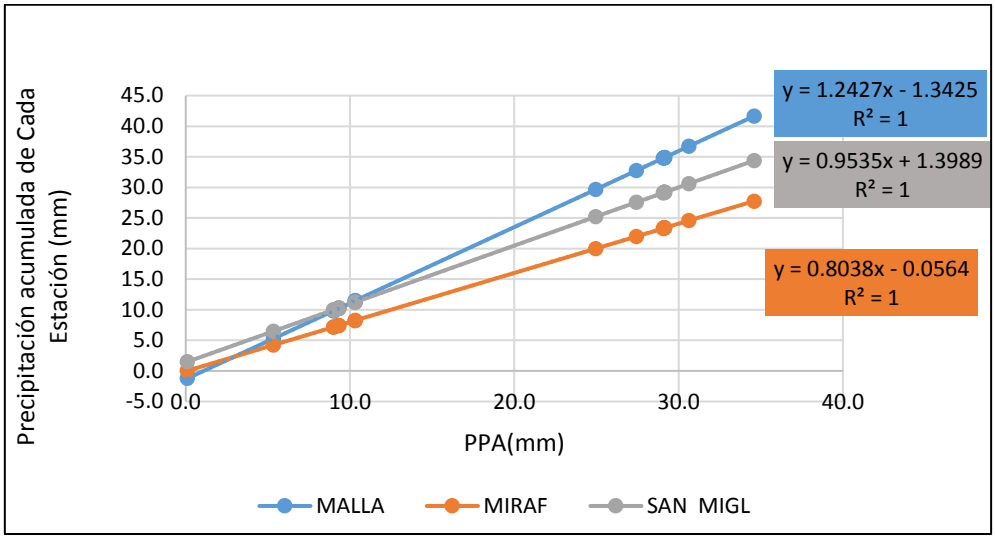


Figura C.99. DICIEMBRE: CDA – CORREGIDOS ZONA BAJA
Fuente: Elaboración propia

Como en la estación Mallares en el año 1992 nos dio un valor negativo, lo cambiamos por 0

Efectuado el análisis de consistencia en la zona alta, media y baja, para el mes de DICIEMBRE, se obtuvieron los valores corregidos, para cada estación y año.

Tabla C.112. Valores totales anuales para el mes de diciembre

AÑO	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUARM	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	63.9	122.3	12.1	20.5	125.3	4.9	3.2	21.3	3.8	32.8
1973	49.2	94.2	1.5	2.6	96.5	1.8	1.2	2.7	1.4	4.2
1974	19.4	37.1	0.0	0.0	38.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1975	7.1	13.6	0.0	0.0	13.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1976	40.0	76.5	0.0	0.0	78.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1977	32.0	61.3	0.5	0.8	62.8	0.0	0.0	0.8	0.0	1.3
1978	9.8	18.8	0.2	0.4	19.2	0.0	0.0	0.4	0.0	0.6
1979	4.0	7.6	0.0	0.0	7.8	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0
1980	40.5	77.6	5.5	9.4	79.4	2.0	1.3	9.8	1.6	15.0
1981	42.1	80.5	0.9	1.5	82.4	3.1	2.0	1.6	2.4	2.4
1982	247.6	473.8	61.7	104.9	485.1	18.2	11.8	109.1	14.0	167.8
1984	25.0	47.8	0.2	0.3	48.9	0.0	0.0	0.3	0.0	0.5
1985	52.1	99.6	1.4	2.4	102.0	1.2	0.8	2.5	0.9	3.8
1986	69.3	132.6	0.8	1.4	135.8	0.0	0.0	1.5	0.0	2.2
1987	8.2	15.6	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988	26.0	49.8	0.0	0.0	51.0	0.4	0.2	0.0	0.3	0.0
1989	5.1	9.8	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	39.6	75.8	6.9	11.7	77.7	4.6	3.0	12.1	3.5	18.7
1991	42.3	81.0	4.2	7.1	82.9	6.5	4.2	7.4	5.0	11.4
1992	40.8	67.6	2.1	4.0	53.4	0.0	0.0	3.5	1.5	72.2

Fuente: Elaboración propia

Nuevos valores de las estaciones para los diferentes años y meses

Tabla C.113. Valores mensuales para los diferentes años y meses

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1972	ENE	65.3	132.8	0.5	0.8	100.4	0.0	0.0	1.0	0.0	1.4
1972	FEB	65.8	132.9	22.3	31.0	110.6	0.1	0.1	32.8	0.0	27.9
1972	MAR	228.1	455.2	451.8	557.6	449.6	162.8	156.0	914.1	77.2	375.7
1972	ABR	103.4	236.4	13.0	11.0	159.3	12.5	8.6	14.5	5.4	29.2
1972	MAY	69.1	168.6	1.5	1.3	69.2	0.0	0.0	1.7	0.0	8.9
1972	JUN	25.8	67.1	0.0	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1972	JUL	7.8	11.9	0.1	0.2	5.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.9
1972	AGO	20.3	28.6	0.2	0.4	16.3	0.0	0.0	0.5	0.0	2.0
1972	SEP	10.9	13.9	0.7	0.8	8.0	0.0	0.0	0.2	0.0	6.2
1972	OCT	10.5	15.9	0.0	0.0	9.9	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4
1972	NOV	37.7	60.6	1.4	2.7	42.5	0.0	0.0	1.9	0.0	19.1
1972	DIC	63.9	122.3	12.1	20.5	125.3	4.9	3.2	21.3	3.8	32.8
1973	ENE	76.1	154.6	52.6	86.2	116.9	50.3	56.3	110.4	66.4	148.6
1973	FEB	165.1	333.2	131.5	183.0	277.3	36.5	19.4	194.0	12.1	164.9
1973	MAR	148.5	296.4	95.6	118.0	292.7	27.0	25.9	193.5	12.8	79.5
1973	ABR	166.1	379.8	25.7	21.8	256.0	17.1	11.7	28.6	7.4	57.6
1973	MAY	55.0	134.2	2.1	1.8	55.1	0.0	0.0	2.4	0.0	12.7
1973	JUN	19.9	51.7	0.4	0.4	21.6	0.2	0.4	0.5	0.3	5.4
1973	JUL	6.7	10.2	0.2	0.4	4.8	0.0	0.0	0.2	0.0	1.5
1973	AGO	10.4	14.7	0.7	1.6	8.4	0.0	0.0	1.9	0.0	8.3
1973	SEP	65.3	132.8	0.5	0.8	100.4	0.0	0.0	1.0	0.0	1.4
1973	OCT	65.8	132.9	22.3	31.0	110.6	0.1	0.1	32.8	0.0	27.9
1973	NOV	228.1	455.2	451.8	557.6	449.6	162.8	156.0	914.1	77.2	375.7
1973	DIC	103.4	236.4	13.0	11.0	159.3	12.5	8.6	14.5	5.4	29.2
1974	ENE	69.1	168.6	1.5	1.3	69.2	0.0	0.0	1.7	0.0	8.9
1974	FEB	25.8	67.1	0.0	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1974	MAR	7.8	11.9	0.1	0.2	5.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.9
1974	ABR	20.3	28.6	0.2	0.4	16.3	0.0	0.0	0.5	0.0	2.0
1974	MAY	10.9	13.9	0.7	0.8	8.0	0.0	0.0	0.2	0.0	6.2
1974	JUN	10.5	15.9	0.0	0.0	9.9	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4
1974	JUL	37.7	60.6	1.4	2.7	42.5	0.0	0.0	1.9	0.0	19.1
1974	AGO	63.9	122.3	12.1	20.5	125.3	4.9	3.2	21.3	3.8	32.8
1974	SEP	76.1	154.6	52.6	86.2	116.9	50.3	56.3	110.4	66.4	148.6
1974	OCT	165.1	333.2	131.5	183.0	277.3	36.5	19.4	194.0	12.1	164.9
1974	NOV	148.5	296.4	95.6	118.0	292.7	27.0	25.9	193.5	12.8	79.5
1974	DIC	166.1	379.8	25.7	21.8	256.0	17.1	11.7	28.6	7.4	57.6
1975	ENE	55.0	134.2	2.1	1.8	55.1	0.0	0.0	2.4	0.0	12.7
1975	FEB	19.9	51.7	0.4	0.4	21.6	0.2	0.4	0.5	0.3	5.4
1975	MAR	6.7	10.2	0.2	0.4	4.8	0.0	0.0	0.2	0.0	1.5
1975	ABR	10.4	14.7	0.7	1.6	8.4	0.0	0.0	1.9	0.0	8.3
1975	MAY	65.3	132.8	0.5	0.8	100.4	0.0	0.0	1.0	0.0	1.4
1975	JUN	65.8	132.9	22.3	31.0	110.6	0.1	0.1	32.8	0.0	27.9

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1975	JUL	228.1	455.2	451.8	557.6	449.6	162.8	156.0	914.1	77.2	375.7
1975	AGO	103.4	236.4	13.0	11.0	159.3	12.5	8.6	14.5	5.4	29.2
1975	SEP	69.1	168.6	1.5	1.3	69.2	0.0	0.0	1.7	0.0	8.9
1975	OCT	25.8	67.1	0.0	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1975	NOV	7.8	11.9	0.1	0.2	5.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.9
1975	DIC	20.3	28.6	0.2	0.4	16.3	0.0	0.0	0.5	0.0	2.0
1976	ENE	10.9	13.9	0.7	0.8	8.0	0.0	0.0	0.2	0.0	6.2
1976	FEB	10.5	15.9	0.0	0.0	9.9	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4
1976	MAR	37.7	60.6	1.4	2.7	42.5	0.0	0.0	1.9	0.0	19.1
1976	ABR	63.9	122.3	12.1	20.5	125.3	4.9	3.2	21.3	3.8	32.8
1976	MAY	76.1	154.6	52.6	86.2	116.9	50.3	56.3	110.4	66.4	148.6
1976	JUN	165.1	333.2	131.5	183.0	277.3	36.5	19.4	194.0	12.1	164.9
1976	JUL	148.5	296.4	95.6	118.0	292.7	27.0	25.9	193.5	12.8	79.5
1976	AGO	166.1	379.8	25.7	21.8	256.0	17.1	11.7	28.6	7.4	57.6
1976	SEP	55.0	134.2	2.1	1.8	55.1	0.0	0.0	2.4	0.0	12.7
1976	OCT	19.9	51.7	0.4	0.4	21.6	0.2	0.4	0.5	0.3	5.4
1976	NOV	6.7	10.2	0.2	0.4	4.8	0.0	0.0	0.2	0.0	1.5
1976	DIC	10.4	14.7	0.7	1.6	8.4	0.0	0.0	1.9	0.0	8.3
1977	ENE	65.3	132.8	0.5	0.8	100.4	0.0	0.0	1.0	0.0	1.4
1977	FEB	65.8	132.9	22.3	31.0	110.6	0.1	0.1	32.8	0.0	27.9
1977	MAR	228.1	455.2	451.8	557.6	449.6	162.8	156.0	914.1	77.2	375.7
1977	ABR	103.4	236.4	13.0	11.0	159.3	12.5	8.6	14.5	5.4	29.2
1977	MAY	69.1	168.6	1.5	1.3	69.2	0.0	0.0	1.7	0.0	8.9
1977	JUN	25.8	67.1	0.0	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1977	JUL	7.8	11.9	0.1	0.2	5.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.9
1977	AGO	20.3	28.6	0.2	0.4	16.3	0.0	0.0	0.5	0.0	2.0
1977	SEP	10.9	13.9	0.7	0.8	8.0	0.0	0.0	0.2	0.0	6.2
1977	OCT	10.5	15.9	0.0	0.0	9.9	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4
1977	NOV	37.7	60.6	1.4	2.7	42.5	0.0	0.0	1.9	0.0	19.1
1977	DIC	63.9	122.3	12.1	20.5	125.3	4.9	3.2	21.3	3.8	32.8
1978	ENE	76.1	154.6	52.6	86.2	116.9	50.3	56.3	110.4	66.4	148.6
1978	FEB	165.1	333.2	131.5	183.0	277.3	36.5	19.4	194.0	12.1	164.9
1978	MAR	148.5	296.4	95.6	118.0	292.7	27.0	25.9	193.5	12.8	79.5
1978	ABR	166.1	379.8	25.7	21.8	256.0	17.1	11.7	28.6	7.4	57.6
1978	MAY	55.0	134.2	2.1	1.8	55.1	0.0	0.0	2.4	0.0	12.7
1978	JUN	19.9	51.7	0.4	0.4	21.6	0.2	0.4	0.5	0.3	5.4
1978	JUL	6.7	10.2	0.2	0.4	4.8	0.0	0.0	0.2	0.0	1.5
1978	AGO	10.4	14.7	0.7	1.6	8.4	0.0	0.0	1.9	0.0	8.3
1978	SEP	65.3	132.8	0.5	0.8	100.4	0.0	0.0	1.0	0.0	1.4
1978	OCT	65.8	132.9	22.3	31.0	110.6	0.1	0.1	32.8	0.0	27.9
1978	NOV	228.1	455.2	451.8	557.6	449.6	162.8	156.0	914.1	77.2	375.7
1978	DIC	103.4	236.4	13.0	11.0	159.3	12.5	8.6	14.5	5.4	29.2
1979	ENE	69.1	168.6	1.5	1.3	69.2	0.0	0.0	1.7	0.0	8.9
1979	FEB	25.8	67.1	0.0	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1979	MAR	7.8	11.9	0.1	0.2	5.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.9

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1979	ABR	20.3	28.6	0.2	0.4	16.3	0.0	0.0	0.5	0.0	2.0
1979	MAY	10.9	13.9	0.7	0.8	8.0	0.0	0.0	0.2	0.0	6.2
1979	JUN	10.5	15.9	0.0	0.0	9.9	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4
1979	JUL	37.7	60.6	1.4	2.7	42.5	0.0	0.0	1.9	0.0	19.1
1979	AGO	63.9	122.3	12.1	20.5	125.3	4.9	3.2	21.3	3.8	32.8
1979	SEP	76.1	154.6	52.6	86.2	116.9	50.3	56.3	110.4	66.4	148.6
1979	OCT	165.1	333.2	131.5	183.0	277.3	36.5	19.4	194.0	12.1	164.9
1979	NOV	148.5	296.4	95.6	118.0	292.7	27.0	25.9	193.5	12.8	79.5
1979	DIC	166.1	379.8	25.7	21.8	256.0	17.1	11.7	28.6	7.4	57.6
1980	ENE	55.0	134.2	2.1	1.8	55.1	0.0	0.0	2.4	0.0	12.7
1980	FEB	19.9	51.7	0.4	0.4	21.6	0.2	0.4	0.5	0.3	5.4
1980	MAR	6.7	10.2	0.2	0.4	4.8	0.0	0.0	0.2	0.0	1.5
1980	ABR	10.4	14.7	0.7	1.6	8.4	0.0	0.0	1.9	0.0	8.3
1980	MAY	65.3	132.8	0.5	0.8	100.4	0.0	0.0	1.0	0.0	1.4
1980	JUN	65.8	132.9	22.3	31.0	110.6	0.1	0.1	32.8	0.0	27.9
1980	JUL	228.1	455.2	451.8	557.6	449.6	162.8	156.0	914.1	77.2	375.7
1980	AGO	103.4	236.4	13.0	11.0	159.3	12.5	8.6	14.5	5.4	29.2
1980	SEP	69.1	168.6	1.5	1.3	69.2	0.0	0.0	1.7	0.0	8.9
1980	OCT	25.8	67.1	0.0	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1980	NOV	7.8	11.9	0.1	0.2	5.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.9
1980	DIC	20.3	28.6	0.2	0.4	16.3	0.0	0.0	0.5	0.0	2.0
1981	ENE	10.9	13.9	0.7	0.8	8.0	0.0	0.0	0.2	0.0	6.2
1981	FEB	10.5	15.9	0.0	0.0	9.9	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4
1981	MAR	37.7	60.6	1.4	2.7	42.5	0.0	0.0	1.9	0.0	19.1
1981	ABR	63.9	122.3	12.1	20.5	125.3	4.9	3.2	21.3	3.8	32.8
1981	MAY	76.1	154.6	52.6	86.2	116.9	50.3	56.3	110.4	66.4	148.6
1981	JUN	165.1	333.2	131.5	183.0	277.3	36.5	19.4	194.0	12.1	164.9
1981	JUL	148.5	296.4	95.6	118.0	292.7	27.0	25.9	193.5	12.8	79.5
1981	AGO	166.1	379.8	25.7	21.8	256.0	17.1	11.7	28.6	7.4	57.6
1981	SEP	55.0	134.2	2.1	1.8	55.1	0.0	0.0	2.4	0.0	12.7
1981	OCT	19.9	51.7	0.4	0.4	21.6	0.2	0.4	0.5	0.3	5.4
1981	NOV	6.7	10.2	0.2	0.4	4.8	0.0	0.0	0.2	0.0	1.5
1981	DIC	10.4	14.7	0.7	1.6	8.4	0.0	0.0	1.9	0.0	8.3
1982	ENE	65.3	132.8	0.5	0.8	100.4	0.0	0.0	1.0	0.0	1.4
1982	FEB	65.8	132.9	22.3	31.0	110.6	0.1	0.1	32.8	0.0	27.9
1982	MAR	228.1	455.2	451.8	557.6	449.6	162.8	156.0	914.1	77.2	375.7
1982	ABR	103.4	236.4	13.0	11.0	159.3	12.5	8.6	14.5	5.4	29.2
1982	MAY	69.1	168.6	1.5	1.3	69.2	0.0	0.0	1.7	0.0	8.9
1982	JUN	25.8	67.1	0.0	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1982	JUL	7.8	11.9	0.1	0.2	5.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.9
1982	AGO	20.3	28.6	0.2	0.4	16.3	0.0	0.0	0.5	0.0	2.0
1982	SEP	10.9	13.9	0.7	0.8	8.0	0.0	0.0	0.2	0.0	6.2
1982	OCT	10.5	15.9	0.0	0.0	9.9	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4
1982	NOV	37.7	60.6	1.4	2.7	42.5	0.0	0.0	1.9	0.0	19.1
1982	DIC	63.9	122.3	12.1	20.5	125.3	4.9	3.2	21.3	3.8	32.8

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1984	ENE	76.1	154.6	52.6	86.2	116.9	50.3	56.3	110.4	66.4	148.6
1984	FEB	165.1	333.2	131.5	183.0	277.3	36.5	19.4	194.0	12.1	164.9
1984	MAR	148.5	296.4	95.6	118.0	292.7	27.0	25.9	193.5	12.8	79.5
1984	ABR	166.1	379.8	25.7	21.8	256.0	17.1	11.7	28.6	7.4	57.6
1984	MAY	55.0	134.2	2.1	1.8	55.1	0.0	0.0	2.4	0.0	12.7
1984	JUN	19.9	51.7	0.4	0.4	21.6	0.2	0.4	0.5	0.3	5.4
1984	JUL	6.7	10.2	0.2	0.4	4.8	0.0	0.0	0.2	0.0	1.5
1984	AGO	10.4	14.7	0.7	1.6	8.4	0.0	0.0	1.9	0.0	8.3
1984	SEP	65.3	132.8	0.5	0.8	100.4	0.0	0.0	1.0	0.0	1.4
1984	OCT	65.8	132.9	22.3	31.0	110.6	0.1	0.1	32.8	0.0	27.9
1984	NOV	228.1	455.2	451.8	557.6	449.6	162.8	156.0	914.1	77.2	375.7
1984	DIC	103.4	236.4	13.0	11.0	159.3	12.5	8.6	14.5	5.4	29.2
1985	ENE	69.1	168.6	1.5	1.3	69.2	0.0	0.0	1.7	0.0	8.9
1985	FEB	25.8	67.1	0.0	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1985	MAR	7.8	11.9	0.1	0.2	5.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.9
1985	ABR	20.3	28.6	0.2	0.4	16.3	0.0	0.0	0.5	0.0	2.0
1985	MAY	10.9	13.9	0.7	0.8	8.0	0.0	0.0	0.2	0.0	6.2
1985	JUN	10.5	15.9	0.0	0.0	9.9	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4
1985	JUL	37.7	60.6	1.4	2.7	42.5	0.0	0.0	1.9	0.0	19.1
1985	AGO	63.9	122.3	12.1	20.5	125.3	4.9	3.2	21.3	3.8	32.8
1985	SEP	76.1	154.6	52.6	86.2	116.9	50.3	56.3	110.4	66.4	148.6
1985	OCT	165.1	333.2	131.5	183.0	277.3	36.5	19.4	194.0	12.1	164.9
1985	NOV	148.5	296.4	95.6	118.0	292.7	27.0	25.9	193.5	12.8	79.5
1985	DIC	166.1	379.8	25.7	21.8	256.0	17.1	11.7	28.6	7.4	57.6
1986	ENE	55.0	134.2	2.1	1.8	55.1	0.0	0.0	2.4	0.0	12.7
1986	FEB	19.9	51.7	0.4	0.4	21.6	0.2	0.4	0.5	0.3	5.4
1986	MAR	6.7	10.2	0.2	0.4	4.8	0.0	0.0	0.2	0.0	1.5
1986	ABR	10.4	14.7	0.7	1.6	8.4	0.0	0.0	1.9	0.0	8.3
1986	MAY	65.3	132.8	0.5	0.8	100.4	0.0	0.0	1.0	0.0	1.4
1986	JUN	65.8	132.9	22.3	31.0	110.6	0.1	0.1	32.8	0.0	27.9
1986	JUL	228.1	455.2	451.8	557.6	449.6	162.8	156.0	914.1	77.2	375.7
1986	AGO	103.4	236.4	13.0	11.0	159.3	12.5	8.6	14.5	5.4	29.2
1986	SEP	69.1	168.6	1.5	1.3	69.2	0.0	0.0	1.7	0.0	8.9
1986	OCT	25.8	67.1	0.0	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1986	NOV	7.8	11.9	0.1	0.2	5.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.9
1986	DIC	20.3	28.6	0.2	0.4	16.3	0.0	0.0	0.5	0.0	2.0
1987	ENE	10.9	13.9	0.7	0.8	8.0	0.0	0.0	0.2	0.0	6.2
1987	FEB	10.5	15.9	0.0	0.0	9.9	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4
1987	MAR	37.7	60.6	1.4	2.7	42.5	0.0	0.0	1.9	0.0	19.1
1987	ABR	63.9	122.3	12.1	20.5	125.3	4.9	3.2	21.3	3.8	32.8
1987	MAY	76.1	154.6	52.6	86.2	116.9	50.3	56.3	110.4	66.4	148.6
1987	JUN	165.1	333.2	131.5	183.0	277.3	36.5	19.4	194.0	12.1	164.9
1987	JUL	148.5	296.4	95.6	118.0	292.7	27.0	25.9	193.5	12.8	79.5
1987	AGO	166.1	379.8	25.7	21.8	256.0	17.1	11.7	28.6	7.4	57.6
1987	SEP	55.0	134.2	2.1	1.8	55.1	0.0	0.0	2.4	0.0	12.7

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1987	OCT	19.9	51.7	0.4	0.4	21.6	0.2	0.4	0.5	0.3	5.4
1987	NOV	6.7	10.2	0.2	0.4	4.8	0.0	0.0	0.2	0.0	1.5
1987	DIC	10.4	14.7	0.7	1.6	8.4	0.0	0.0	1.9	0.0	8.3
1988	ENE	65.3	132.8	0.5	0.8	100.4	0.0	0.0	1.0	0.0	1.4
1988	FEB	65.8	132.9	22.3	31.0	110.6	0.1	0.1	32.8	0.0	27.9
1988	MAR	228.1	455.2	451.8	557.6	449.6	162.8	156.0	914.1	77.2	375.7
1988	ABR	103.4	236.4	13.0	11.0	159.3	12.5	8.6	14.5	5.4	29.2
1988	MAY	69.1	168.6	1.5	1.3	69.2	0.0	0.0	1.7	0.0	8.9
1988	JUN	25.8	67.1	0.0	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988	JUL	7.8	11.9	0.1	0.2	5.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.9
1988	AGO	20.3	28.6	0.2	0.4	16.3	0.0	0.0	0.5	0.0	2.0
1988	SEP	10.9	13.9	0.7	0.8	8.0	0.0	0.0	0.2	0.0	6.2
1988	OCT	10.5	15.9	0.0	0.0	9.9	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4
1988	NOV	37.7	60.6	1.4	2.7	42.5	0.0	0.0	1.9	0.0	19.1
1988	DIC	63.9	122.3	12.1	20.5	125.3	4.9	3.2	21.3	3.8	32.8
1989	ENE	76.1	154.6	52.6	86.2	116.9	50.3	56.3	110.4	66.4	148.6
1989	FEB	165.1	333.2	131.5	183.0	277.3	36.5	19.4	194.0	12.1	164.9
1989	MAR	148.5	296.4	95.6	118.0	292.7	27.0	25.9	193.5	12.8	79.5
1989	ABR	166.1	379.8	25.7	21.8	256.0	17.1	11.7	28.6	7.4	57.6
1989	MAY	55.0	134.2	2.1	1.8	55.1	0.0	0.0	2.4	0.0	12.7
1989	JUN	19.9	51.7	0.4	0.4	21.6	0.2	0.4	0.5	0.3	5.4
1989	JUL	6.7	10.2	0.2	0.4	4.8	0.0	0.0	0.2	0.0	1.5
1989	AGO	10.4	14.7	0.7	1.6	8.4	0.0	0.0	1.9	0.0	8.3
1989	SEP	65.3	132.8	0.5	0.8	100.4	0.0	0.0	1.0	0.0	1.4
1989	OCT	65.8	132.9	22.3	31.0	110.6	0.1	0.1	32.8	0.0	27.9
1989	NOV	228.1	455.2	451.8	557.6	449.6	162.8	156.0	914.1	77.2	375.7
1989	DIC	103.4	236.4	13.0	11.0	159.3	12.5	8.6	14.5	5.4	29.2
1990	ENE	69.1	168.6	1.5	1.3	69.2	0.0	0.0	1.7	0.0	8.9
1990	FEB	25.8	67.1	0.0	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1990	MAR	7.8	11.9	0.1	0.2	5.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.9
1990	ABR	20.3	28.6	0.2	0.4	16.3	0.0	0.0	0.5	0.0	2.0
1990	MAY	10.9	13.9	0.7	0.8	8.0	0.0	0.0	0.2	0.0	6.2
1990	JUN	10.5	15.9	0.0	0.0	9.9	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4
1990	JUL	37.7	60.6	1.4	2.7	42.5	0.0	0.0	1.9	0.0	19.1
1990	AGO	63.9	122.3	12.1	20.5	125.3	4.9	3.2	21.3	3.8	32.8
1990	SEP	76.1	154.6	52.6	86.2	116.9	50.3	56.3	110.4	66.4	148.6
1990	OCT	165.1	333.2	131.5	183.0	277.3	36.5	19.4	194.0	12.1	164.9
1990	NOV	148.5	296.4	95.6	118.0	292.7	27.0	25.9	193.5	12.8	79.5
1990	DIC	166.1	379.8	25.7	21.8	256.0	17.1	11.7	28.6	7.4	57.6
1991	ENE	55.0	134.2	2.1	1.8	55.1	0.0	0.0	2.4	0.0	12.7
1991	FEB	19.9	51.7	0.4	0.4	21.6	0.2	0.4	0.5	0.3	5.4
1991	MAR	6.7	10.2	0.2	0.4	4.8	0.0	0.0	0.2	0.0	1.5
1991	ABR	10.4	14.7	0.7	1.6	8.4	0.0	0.0	1.9	0.0	8.3
1991	MAY	65.3	132.8	0.5	0.8	100.4	0.0	0.0	1.0	0.0	1.4
1991	JUN	65.8	132.9	22.3	31.0	110.6	0.1	0.1	32.8	0.0	27.9

AÑO	MES	AREN	AYAB	CHILA	CHUL	HUAR	MALLA	MIRAF	MORR	SAN MIGL	SAUS
1991	JUL	228.1	455.2	451.8	557.6	449.6	162.8	156.0	914.1	77.2	375.7
1991	AGO	103.4	236.4	13.0	11.0	159.3	12.5	8.6	14.5	5.4	29.2
1991	SEP	69.1	168.6	1.5	1.3	69.2	0.0	0.0	1.7	0.0	8.9
1991	OCT	25.8	67.1	0.0	0.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1991	NOV	7.8	11.9	0.1	0.2	5.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.9
1991	DIC	20.3	28.6	0.2	0.4	16.3	0.0	0.0	0.5	0.0	2.0
1992	ENE	10.9	13.9	0.7	0.8	8.0	0.0	0.0	0.2	0.0	6.2
1992	FEB	10.5	15.9	0.0	0.0	9.9	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4
1992	MAR	37.7	60.6	1.4	2.7	42.5	0.0	0.0	1.9	0.0	19.1
1992	ABR	63.9	122.3	12.1	20.5	125.3	4.9	3.2	21.3	3.8	32.8
1992	MAY	76.1	154.6	52.6	86.2	116.9	50.3	56.3	110.4	66.4	148.6
1992	JUN	165.1	333.2	131.5	183.0	277.3	36.5	19.4	194.0	12.1	164.9
1992	JUL	148.5	296.4	95.6	118.0	292.7	27.0	25.9	193.5	12.8	79.5
1992	AGO	166.1	379.8	25.7	21.8	256.0	17.1	11.7	28.6	7.4	57.6
1992	SEP	55.0	134.2	2.1	1.8	55.1	0.0	0.0	2.4	0.0	12.7
1992	OCT	19.9	51.7	0.4	0.4	21.6	0.2	0.4	0.5	0.3	5.4
1992	NOV	6.7	10.2	0.2	0.4	4.8	0.0	0.0	0.2	0.0	1.5
1992	DIC	10.4	14.7	0.7	1.6	8.4	0.0	0.0	1.9	0.0	8.3

Fuente: Elaboración propia

Con el programa Hydroaccess, determinamos los valores medios de precipitación en la zona de estudio.

Tabla C.114. Valores de precipitación obtenidos por Hydroacces

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	67.4	81.0	531.2	113.7	58.8	22.7	5.2	14.1	7.5	7.9	33.2	83.6
1973	115.3	235.1	233.1	184.8	47.5	18.1	4.5	8.2	22.8	8.0	12.2	59.6
1974	48.2	164.7	86.0	53.4	11.5	24.8	7.5	11.6	14.8	26.9	24.7	23.1
1975	48.3	219.4	278.5	120.7	65.9	25.2	13.1	35.3	3.4	64.2	11.3	8.4
1976	189.7	211.8	218.7	109.8	31.6	4.9	0.6	4.8	6.2	4.9	6.5	47.7
1977	120.1	195.7	215.8	138.6	14.7	21.7	0.3	1.0	14.7	7.7	7.8	38.5
1978	20.9	82.6	129.1	74.9	51.3	1.6	5.3	0.9	5.8	7.3	3.2	11.8
1979	92.7	86.2	268.2	93.1	26.0	1.6	0.6	15.9	15.7	1.5	1.2	4.7
1980	33.5	70.2	106.4	105.6	25.5	0.7	1.0	1.4	0.3	41.6	54.1	51.7
1981	36.5	132.8	310.7	90.6	16.5	7.6	2.5	7.2	0.0	32.4	17.2	50.6
1982	64.3	88.0	27.1	99.9	40.3	1.4	1.7	0.0	7.7	65.6	66.7	333.1
1984	86.9	340.1	235.8	113.6	35.0	18.8	17.1	3.8	19.5	55.5	25.2	29.9
1985	75.0	55.3	107.5	23.1	39.7	0.5	0.2	7.4	1.7	16.0	4.4	62.9
1986	106.1	119.0	45.5	159.8	23.6	0.0	0.2	9.0	5.4	14.4	29.9	83.1
1987	148.5	103.9	264.9	125.5	20.5	1.2	16.2	9.4	2.1	17.7	28.4	9.7
1988	137.1	131.7	23.1	95.2	46.3	1.8	0.5	1.3	7.7	11.2	36.6	31.0
1989	205.6	223.0	327.5	114.4	11.1	7.9	1.0	4.1	15.4	59.0	0.8	6.1
1990	24.7	82.7	104.3	137.3	44.6	10.3	4.8	1.2	0.5	35.4	46.5	51.4
1991	17.6	100.4	255.7	52.3	17.7	6.7	2.1	1.7	1.9	16.0	13.5	52.9
1992	51.8	93.4	231.5	213.4	89.8	16.3	2.2	10.2	17.4	17.6	25.8	43.6

Fuente: Elaboración propia

Anexo D
Determinación de la evapotranspiración potencial

D.1 Información básica

Para la determinación de la evapotranspiración potencial de la cuenca en estudio, por los métodos de Hargreaves, Penman-Monteith y Thornthwaite, se necesitan variables climatológicas como la temperatura, velocidad de viento, horas de sol, humedad relativa, dichos valores se muestran en los Tablas que a continuación se detallan:

Tabla D.1.1 Temperatura máxima (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	19.7	20.0	19.6	20.0	20.1	19.8	20.5	21.0	21.1	21.6	21.2	20.8
1973	20.7	20.1	21.4	20.2	20.3	19.7	20.4	20.9	21.1	20.3	20.6	19.2
1974	19.4	18.6	19.5	20.8	20.8	19.7	20.0	21.2	20.5	20.7	20.3	20.2
1975	19.9	18.9	19.4	19.5	19.3	19.8	19.7	20.5	20.3	19.8	19.9	19.8
1976	18.4	18.1	19.7	19.4	20.3	20.3	21.2	21.2	22.0	20.9	21.1	21.0
1977	19.5	20.1	20.3	19.7	20.9	20.8	21.4	20.6	21.9	21.7	21.1	21.2
1978	20.8	21.1	20.1	19.8	20.7	21.2	21.6	21.7	21.3	21.4	21.2	20.5
1979	19.0	19.7	19.6	20.8	20.7	21.1	21.1	21.4	21.3	21.5	21.1	21.0
1980	21.1	18.8	21.2	21.0	21.6	22.0	21.6	21.7	21.9	20.8	20.1	20.6
1981	19.9	19.4	20.0	20.3	21.1	21.0	21.3	21.1	22.1	21.0	20.9	20.6
1982	20.2	20.9	20.6	21.1	20.7	21.7	21.4	22.1	21.5	20.9	21.2	20.2
1984	20.0	19.0	19.2	19.9	20.1	20.1	20.1	21.2	21.0	20.6	20.0	20.3
1985	18.4	20.1	20.5	20.5	20.4	21.8	21.0	21.2	21.4	21.1	21.4	20.1
1986	19.5	19.2	20.2	19.8	20.8	21.3	21.6	21.4	22.1	21.1	20.9	20.7
1987	20.2	20.9	20.6	20.7	21.2	22.6	21.3	22.4	22.4	21.7	21.7	21.8
1988	19.9	20.0	21.1	20.4	21.2	21.3	21.4	21.6	21.4	21.0	20.2	20.1
1989	19.3	18.6	19.0	20.6	20.9	20.7	21.1	21.5	21.1	20.9	22.0	21.5
1990	21.3	20.0	21.7	20.3	20.8	21.3	21.7	22.3	22.4	20.8	21.7	21.4
1991	21.5	20.8	20.3	21.6	21.6	22.1	22.0	21.8	22.0	21.4	21.4	20.4
1992	20.7	20.7	21.5	21.4	20.7	21.9	21.9	22.5	21.6	22.4	21.6	21.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.1.2 Temperatura mínima (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	11.8	12.5	13.0	12.9	12.8	12.0	11.6	11.4	11.6	11.7	12.0	12.7
1973	13.4	13.1	13.2	12.7	12.4	11.5	11.1	10.5	9.5	10.4	10.9	10.7
1974	11.3	12.0	11.5	12.1	11.7	11.6	10.2	10.7	10.6	10.9	11.4	11.5
1975	12.1	12.6	12.8	12.5	11.7	11.2	10.1	10.5	10.3	10.3	10.1	9.9
1976	11.7	11.5	12.6	12.2	12.2	11.6	11.2	11.0	11.3	11.3	11.5	12.2
1977	13.5	13.3	13.7	12.7	11.9	11.3	11.0	10.5	11.4	11.1	11.3	12.1
1978	12.2	13.3	12.4	12.7	12.2	11.0	11.8	11.1	11.2	11.0	11.8	11.8
1979	12.1	12.3	13.0	12.8	12.0	11.0	10.6	11.2	11.2	10.8	10.9	11.4
1980	12.6	12.1	13.6	13.1	13.0	12.7	11.6	11.8	11.2	11.9	11.5	12.1
1981	11.9	13.3	13.1	13.1	11.8	11.5	11.2	11.0	11.1	11.5	11.3	12.4
1982	12.1	12.9	12.9	12.6	12.6	12.2	11.6	12.1	12.0	12.3	13.0	13.9
1984	11.5	12.7	12.5	12.5	12.1	11.7	11.1	10.8	11.0	11.4	10.7	11.9
1985	11.7	12.1	12.5	12.3	11.6	11.5	10.8	10.9	11.0	11.1	10.7	12.1
1986	13.2	12.9	12.7	13.3	12.4	11.5	11.8	11.7	11.7	11.5	12.0	12.4
1987	13.6	13.9	13.4	13.6	12.7	12.2	11.8	11.7	11.8	11.9	12.1	12.3
1988	12.9	13.5	12.8	12.8	12.5	11.2	10.7	10.9	11.2	11.6	11.7	11.5
1989	12.9	13.0	12.8	13.0	11.9	12.1	11.1	11.3	11.4	12.0	11.5	11.5
1990	12.9	13.1	13.5	13.3	12.9	12.3	11.5	11.4	11.4	11.6	12.0	12.0

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1991	12.8	13.5	13.8	13.2	12.9	12.9	11.6	11.7	11.9	11.9	11.8	12.6
1992	13.3	13.5	14.0	14.4	13.5	12.5	10.9	11.2	11.3	11.2	11.3	11.4

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.1.3. Valores de Temperatura media (°C)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	15.8	16.3	16.3	16.5	16.5	15.9	16.1	16.2	16.4	16.7	16.6	16.8
1973	17.1	16.6	17.3	16.5	16.4	15.6	15.8	15.7	15.3	15.4	15.8	15.0
1974	15.4	15.3	15.5	16.5	16.3	15.7	15.1	16.0	15.6	15.8	15.9	15.9
1975	16.0	15.8	16.1	16.0	15.5	15.5	14.9	15.5	15.3	15.1	15.0	14.9
1976	15.1	14.8	16.2	15.8	16.3	16.0	16.2	16.1	16.7	16.1	16.3	16.6
1977	16.5	16.7	17.0	16.2	16.4	16.1	16.2	15.6	16.7	16.4	16.2	16.7
1978	16.5	17.2	16.3	16.3	16.5	16.1	16.7	16.4	16.3	16.2	16.5	16.2
1979	15.6	16.0	16.3	16.8	16.4	16.1	15.9	16.3	16.3	16.2	16.0	16.2
1980	16.9	15.5	17.4	17.1	17.3	17.4	16.6	16.8	16.6	16.4	15.8	16.4
1981	15.9	16.4	16.6	16.7	16.5	16.3	16.3	16.1	16.6	16.3	16.1	16.5
1982	16.2	16.9	16.8	16.9	16.7	17.0	16.5	17.1	16.8	16.6	17.1	17.1
1984	15.8	15.9	15.9	16.2	16.1	15.9	15.6	16.0	16.0	16.0	15.4	16.1
1985	15.1	16.1	16.5	16.4	16.0	16.7	15.9	16.1	16.2	16.1	16.1	16.1
1986	16.4	16.1	16.5	16.6	16.6	16.4	16.7	16.6	16.9	16.3	16.5	16.6
1987	16.9	17.4	17.0	17.2	17.0	17.4	16.6	17.1	17.1	16.8	16.9	17.1
1988	16.4	16.8	17.0	16.6	16.9	16.3	16.1	16.3	16.3	16.3	16.0	15.8
1989	16.1	15.8	15.9	16.8	16.4	16.4	16.1	16.4	16.3	16.5	16.8	16.5
1990	17.1	16.6	17.6	16.8	16.9	16.8	16.6	16.9	16.9	16.2	16.9	16.7
1991	17.2	17.2	17.1	17.4	17.3	17.5	16.8	16.8	17.0	16.7	16.6	16.5
1992	17.0	17.1	17.8	17.9	17.1	17.2	16.4	16.9	16.5	16.8	16.5	16.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.1.4. Valores de velocidad de viento (m/s)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	3.4	3.2	3.3	3.4	3.9	4.1	5.7	5.3	4.4	3.7	3.5	3.3
1973	3.3	3.6	3.8	4.6	4.8	4.7	5.4	4.9	4.4	4.2	4.1	3.8
1974	3.0	3.2	3.9	5.0	4.1	3.6	7.2	7.9	4.3	5.0	5.1	4.3
1975	3.6	3.8	4.1	4.1	4.5	5.6	5.1	5.5	5.1	4.6	4.6	6.1
1976	3.9	4.3	5.1	5.2	5.9	7.0	10.2	6.7	8.3	4.3	6.2	5.4
1977	4.2	5.0	5.8	5.8	5.5	7.2	7.9	6.9	8.7	6.2	5.6	6.6
1978	6.1	5.6	5.2	4.9	6.0	6.2	6.1	10.2	5.5	6.0	5.7	4.8
1979	5.0	5.5	4.3	6.0	6.8	6.6	7.8	8.3	4.7	5.6	6.8	6.0
1980	5.6	3.9	6.0	5.8	4.7	7.9	8.0	8.6	7.8	5.4	4.7	4.3
1981	4.5	3.3	4.3	4.3	4.4	5.3	8.4	7.2	7.2	5.0	4.5	5.1
1982	4.8	4.8	4.7	4.7	4.0	6.5	7.3	8.7	5.8	5.4	4.6	4.0
1984	4.5	3.3	3.1	2.8	4.3	4.7	7.3	7.6	5.2	3.9	4.1	4.6
1985	4.4	4.5	4.9	4.2	5.2	8.0	7.3	6.8	6.4	5.5	4.8	5.1
1986	4.9	4.4	4.7	4.8	5.0	7.5	10.3	8.7	8.9	5.0	6.3	5.0
1987	4.0	4.9	4.5	3.9	5.5	7.5	5.6	8.2	5.5	4.3	4.1	4.1
1988	3.6	3.2	5.9	3.5	4.2	5.3	7.0	6.6	5.1	4.7	4.0	4.0
1989	3.9	3.9	3.5	4.9	5.1	5.3	8.6	5.4	5.5	4.6	4.6	4.7

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	4.8	4.0	4.8	4.2	6.0	6.4	6.4	6.3	6.0	4.2	4.1	5.1
1991	4.5	4.6	3.5	4.1	4.9	5.7	6.2	7.7	5.6	4.3	4.2	3.5
1992	4.1	3.6	3.4	4.0	3.5	5.8	6.4	6.6	4.5	5.6	4.3	4.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.1.5. Horas de sol n (hr/día)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	3.7	3.4	3.4	4.2	5.2	5.4	6.8	7.1	6.4	5.9	5.5	4.5
1973	3.0	3.7	3.8	3.8	5.1	4.9	6.6	7.2	6.5	5.9	5.3	3.8
1974	4.1	2.2	4.0	5.5	5.4	4.3	7.2	8.5	6.0	5.3	4.7	4.3
1975	3.5	1.8	3.2	3.7	3.5	4.8	6.5	5.5	6.0	4.9	5.9	6.4
1976	2.4	3.1	3.6	4.3	4.6	5.4	8.4	6.4	6.6	6.0	5.5	4.9
1977	2.8	3.1	4.4	4.1	5.8	6.2	7.9	7.2	8.0	7.0	5.6	5.1
1978	5.3	4.0	4.1	3.8	4.9	7.7	7.3	9.2	6.3	7.5	5.9	4.6
1979	3.6	3.5	2.6	4.2	5.6	7.4	8.8	8.2	6.8	8.4	7.2	6.2
1980	5.3	3.2	3.8	5.1	5.8	8.0	8.3	8.1	7.8	5.3	5.1	5.4
1981	4.0	2.6	3.7	4.5	6.0	7.0	8.0	8.3	8.9	5.9	6.6	4.1
1982	4.3	4.4	3.7	5.2	5.0	6.3	7.7	8.9	6.7	4.8	5.5	3.0
1984	5.8	2.5	3.4	3.7	4.0	4.7	6.0	8.2	6.1	4.8	5.2	4.6
1985	2.4	4.4	4.8	4.7	5.1	8.6	8.3	6.9	7.5	6.7	7.7	5.0
1986	2.8	3.2	4.5	3.1	5.1	8.5	9.0	7.3	7.2	6.5	5.5	4.8
1987	3.1	4.1	4.2	3.3	6.3	7.8	6.3	7.7	6.6	6.6	6.0	5.5
1988	2.0	2.3	4.2	3.3	4.0	7.4	7.8	7.0	6.3	5.8	4.0	4.0
1989	2.0	2.1	3.1	3.8	5.1	4.2	7.2	7.8	5.4	3.6	7.8	5.6
1990	3.6	3.0	4.2	2.4	4.2	6.3	7.6	9.7	8.1	4.7	5.7	6.0
1991	5.4	3.4	2.5	4.9	5.1	7.2	7.3	7.0	6.8	5.9	5.9	4.0
1992	2.9	2.6	4.0	3.2	3.7	6.4	8.1	8.3	5.8	6.7	5.5	5.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.1.6. Horas de insolación máxima (N) = (24/ π)*ωs (hr/día)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1973	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1974	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1975	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1976	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1977	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1978	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1979	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1980	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1981	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1982	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1984	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1985	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1986	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1987	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1988	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1989	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1991	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3
1992	12.3	12.2	12.0	11.9	11.8	11.7	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.1.7. Valores de la relación de duración de la insolación (n/N)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	0.30	0.28	0.28	0.35	0.44	0.46	0.58	0.60	0.53	0.49	0.45	0.37
1973	0.24	0.30	0.32	0.32	0.43	0.42	0.56	0.61	0.54	0.49	0.43	0.31
1974	0.33	0.18	0.33	0.46	0.46	0.37	0.61	0.72	0.50	0.44	0.38	0.35
1975	0.29	0.15	0.27	0.31	0.30	0.41	0.56	0.47	0.50	0.40	0.48	0.52
1976	0.20	0.26	0.30	0.36	0.39	0.46	0.72	0.54	0.55	0.50	0.45	0.40
1977	0.23	0.26	0.37	0.35	0.49	0.53	0.67	0.61	0.67	0.58	0.46	0.41
1978	0.43	0.33	0.34	0.32	0.42	0.66	0.62	0.78	0.53	0.62	0.48	0.37
1979	0.29	0.29	0.22	0.35	0.48	0.63	0.75	0.69	0.57	0.69	0.59	0.50
1980	0.43	0.26	0.32	0.43	0.49	0.68	0.71	0.69	0.65	0.44	0.42	0.44
1981	0.33	0.21	0.31	0.38	0.51	0.60	0.68	0.70	0.74	0.49	0.54	0.33
1982	0.35	0.36	0.31	0.44	0.43	0.54	0.66	0.75	0.56	0.40	0.45	0.24
1984	0.47	0.21	0.28	0.31	0.34	0.40	0.51	0.69	0.51	0.40	0.43	0.37
1985	0.20	0.36	0.40	0.40	0.43	0.74	0.71	0.58	0.63	0.55	0.63	0.41
1986	0.23	0.26	0.37	0.26	0.43	0.73	0.77	0.62	0.60	0.54	0.45	0.39
1987	0.25	0.34	0.35	0.28	0.54	0.67	0.54	0.65	0.55	0.55	0.49	0.45
1988	0.16	0.19	0.35	0.28	0.34	0.63	0.67	0.59	0.53	0.48	0.33	0.33
1989	0.16	0.17	0.26	0.32	0.43	0.36	0.61	0.66	0.45	0.30	0.64	0.46
1990	0.29	0.25	0.35	0.20	0.36	0.54	0.65	0.82	0.68	0.39	0.47	0.49
1991	0.44	0.28	0.21	0.41	0.43	0.62	0.62	0.59	0.57	0.49	0.48	0.33
1992	0.24	0.21	0.33	0.27	0.32	0.55	0.69	0.70	0.48	0.55	0.45	0.41

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.1.8.Valores de Humedad relativa media (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1972	81	84	84	83	78	73	70	69	71	74	74	77
1973	81	84	84	84	80	75	71	70	73	80	80	73
1974	78	83	82	81	70	79	71	70	73	75	78	78
1975	76	88	86	86	84	78	76	74	73	75	74	74
1976	83	86	84	81	77	74	64	71	71	69	74	77
1977	85	84	85	84	78	75	70	69	70	73	74	76
1978	79	81	82	84	78	72	72	67	72	68	75	78
1979	83	81	86	82	78	69	71	73	75	73	67	72
1980	75	85	79	81	79	73	72	70	68	77	78	77
1981	79	84	83	85	76	72	64	68	67	77	73	80
1982	80	81	84	77	78	69	66	64	72	76	77	82
1984	79	87	87	84	79	79	75	70	74	77	73	78
1985	83	77	81	78	76	71	68	69	71	71	70	78
1986	84	85	81	85	79	71	67	71	68	72	74	80
1987	85	80	85	82	76	68	72	68	71	74	75	75
1988	85	87	78	83	78	70	67	67	72	74	77	77

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1989	84	88	85	82	76	75	69	69	72	78	70	73
1990	81	87	81	86	81	75	70	68	66	78	78	79
1991	80	84	88	81	80	74	68	66	70	72	73	82
1992	84	86	86	88	83	76	69	70	72	74	76	79

Fuente: Elaboración propia

D.2 Método de Hargreaves

Determinación de la Evapotranspiración potencial anual (mm/día)

$$EP = 0.0075*(RSM)*(TF)*(FA) \quad (1)$$

$$RSM = 0.075*(RA)*\sqrt{(n/N)} \quad (2)$$

$$FA = 1+0.06*(AL) \quad (3)$$

Donde:
EP Evapotranspiración potencial anual (mm/año)
RSM Radiación solar media
FA Coeficiente de corrección por elevación
TF Temperatura media anual (°F)
RA Radiación extraterrestre (mm H2O / año)
(n/N) Relación entre insolación actual y posible (%)
AL Elevación media de la cuenca (Km)

Altitud media de la cuenca = 1789.67 msnm

La Tabla D.1.3 se convierte en grados Fahrenheit, obteniendo el Tabla que a continuación se detalla:

Tabla D.2.1. Valores de temperatura media (°F)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	60.4	61.3	61.3	61.6	61.6	60.6	60.9	61.2	61.4	62.0	61.9	62.2
1973	62.7	61.9	63.1	61.6	61.4	60.1	60.4	60.3	59.5	59.6	60.4	58.9
1974	59.6	59.5	59.9	61.6	61.3	60.2	59.2	60.7	60.0	60.4	60.5	60.5
1975	60.8	60.4	61.0	60.8	59.9	59.9	58.8	59.9	59.5	59.1	59.0	58.7
1976	59.1	58.6	61.1	60.4	61.3	60.7	61.2	61.0	62.0	61.0	61.3	61.9
1977	61.7	62.1	62.6	61.2	61.5	60.9	61.2	60.0	62.0	61.5	61.2	62.0
1978	61.7	63.0	61.3	61.3	61.6	61.0	62.1	61.5	61.3	61.2	61.7	61.1
1979	60.0	60.8	61.3	62.2	61.4	60.9	60.5	61.3	61.3	61.1	60.8	61.2
1980	62.3	59.8	63.3	62.7	63.1	63.2	61.9	62.2	61.8	61.4	60.4	61.4
1981	60.6	61.4	61.8	62.1	61.6	61.3	61.3	60.9	61.9	61.3	61.0	61.7
1982	61.1	62.4	62.2	62.3	62.0	62.5	61.7	62.8	62.2	61.9	62.8	62.7
1984	60.4	60.5	60.5	61.2	61.0	60.6	60.1	60.8	60.8	60.8	59.6	61.0
1985	59.1	61.0	61.7	61.5	60.8	62.0	60.6	60.9	61.2	61.0	60.9	61.0
1986	61.4	60.9	61.6	61.8	61.9	61.5	62.1	61.8	62.4	61.3	61.6	61.8
1987	62.4	63.3	62.6	62.9	62.5	63.3	61.8	62.7	62.8	62.2	62.4	62.7

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1988	61.5	62.2	62.5	61.9	62.3	61.3	60.9	61.3	61.3	61.3	60.7	60.4
1989	61.0	60.4	60.6	62.2	61.5	61.5	61.0	61.5	61.3	61.6	62.2	61.7
1990	62.8	61.8	63.7	62.2	62.3	62.2	61.9	62.3	62.4	61.2	62.3	62.1
1991	62.9	62.9	62.7	63.3	63.1	63.5	62.2	62.2	62.5	62.0	61.9	61.7
1992	62.6	62.8	64.0	64.2	62.8	63.0	61.5	62.3	61.6	62.2	61.6	61.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.2.2. Valores de Radiación extraterrestre; Ra (mm/año)

AÑO	ANUAL
1972	5351.259
1973	5351.557
1974	5351.557
1975	5351.557
1976	5351.259
1977	5351.557
1978	5351.557
1979	5351.557
1980	5351.259
1981	5351.557
1982	5351.557
1984	5351.259
1985	5351.557
1986	5351.557
1987	5351.557
1988	5351.259
1989	5351.557
1990	5351.557
1991	5351.557
1992	5351.259

Fuente: Elaboración propia

El coeficiente de corrección FA = 1+0.06*(1.789) = 1.11
La temperatura media anual, según Lutz Schultz se tiene que corregir con – 5.3 °C/1000, para nuestro caso TF = 51.95 °F.
La relación entre insolación actual y posible en %, es igual a 44.96.
n/N = 0.450
La radiación extraterrestre es igual a 5351.5 mm H2O/año
Obteniendo una radiación solar media de 2691.22 mm H2O/año

Desarrollando la fórmula 1, obtenemos una evapotranspiración potencial anual de 1161.25 mm/año.

Determinación de la Evapotranspiración potencial mensual (mm/día)

$$\mathbf{ETP = C_1 * D * T * F_H * C_W * C_I * C_A} \quad \text{(mm/mes)} \quad (4)$$

C_1 es un coeficiente que depende del brillo solar. El coeficiente de luz solar (**D**) se define como **D = 0.12P**, donde **P** es el porcentaje teórico de horas de brillo solar respecto al año, teniendo en cuenta el número de días del mes y la duración del brillo solar diario. Su valor depende de la latitud. La temperatura media mensual del aire **(T)** se expresa en **°C y F_H** es el coeficiente de humedad relativa el cual se calcula con la siguiente expresión:

$$F_H = 1.0 - 0.01H_n \quad (5)$$

Donde **H_n** es la humedad relativa media mensual al medio día en porcentaje y se expresa así:

$$H_n = (0.004(H_{RM})^2 + 0.4\,(H_{RM}) + 1.0)) \quad (6)$$

H_{RM} es la humedad relativa media mensual expresada en porcentaje.

El coeficiente de viento **C_W** se calcula con la Ecuación 24:

$$C_W = 0.75 + 0.0255\,\sqrt{}\,W_2 \quad (7)$$

W_2 es la velocidad media mensual del viento a una altura de 2.0 m, expresada en km/día.

Para obtener la velocidad del viento a 2.0 m con base en mediciones realizadas a diferentes alturas, se utiliza la ley exponencial de Hellmann según la Ecuación 8.

$$W_Z = W_h\,(z/h)^{\alpha} \quad (8)$$

Donde **z** es la distancia desde el suelo en metros a la cual se quiere calcular la velocidad del viento, **h** es la altura de la medición de la velocidad del viento (en metros), **W_h** es la velocidad del viento medida a la altura h y $\propto$ es un exponente en función de la rugosidad de la superficie que frecuentemente se toma como 1/7 para terrenos abiertos (Banuelos, Angeles, Serrano, & Mucino, 2008).

El coeficiente de brillo solar **C_I** depende de la Insolación **(S)** y se define con la siguiente expresión:

$$C_I = 0.478 + 0.58 * S \quad (9)$$

S = n/N
donde: n es el brillo solar (hr/día)
N es la duración del día (hr/día)

El coeficiente de elevación **C_A** depende de la elevación promedio de la zona **E** en msnm y se calcula con la siguiente formula:

$$C_A = 0.95 + 1x10\text{-}4 * E \quad (10)$$

Cuando no se cuenta con mediciones de brillo solar o velocidad del viento, se recomienda tomar la unidad como valor de los respectivos factores de corrección (Chiappe, 1998).

CA = +0.95 + ((1/10000)*1789.67))
CA = 1.13

Tabla D.2.3. Valores del coeficiente de brillo solar (CI)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	0.65	0.64	0.64	0.68	0.73	0.75	0.81	0.83	0.79	0.76	0.74	0.69
1973	0.62	0.65	0.66	0.66	0.73	0.72	0.80	0.83	0.79	0.76	0.73	0.66
1974	0.67	0.58	0.67	0.75	0.74	0.69	0.83	0.89	0.77	0.73	0.70	0.68
1975	0.64	0.56	0.63	0.66	0.65	0.72	0.80	0.75	0.77	0.71	0.76	0.78
1976	0.59	0.63	0.65	0.69	0.70	0.75	0.89	0.79	0.80	0.77	0.74	0.71
1977	0.61	0.63	0.69	0.68	0.76	0.79	0.87	0.83	0.87	0.81	0.74	0.72
1978	0.73	0.67	0.68	0.66	0.72	0.86	0.84	0.93	0.78	0.84	0.76	0.69
1979	0.65	0.64	0.60	0.68	0.75	0.84	0.91	0.88	0.81	0.88	0.82	0.77
1980	0.73	0.63	0.66	0.73	0.76	0.87	0.89	0.88	0.86	0.73	0.72	0.73
1981	0.67	0.60	0.66	0.70	0.77	0.83	0.87	0.89	0.91	0.76	0.79	0.67
1982	0.68	0.69	0.66	0.73	0.72	0.79	0.86	0.91	0.80	0.71	0.74	0.62
1984	0.75	0.60	0.64	0.66	0.68	0.71	0.77	0.88	0.77	0.71	0.72	0.69
1985	0.59	0.69	0.71	0.71	0.73	0.90	0.89	0.82	0.84	0.80	0.84	0.71
1986	0.61	0.63	0.69	0.63	0.73	0.90	0.92	0.84	0.83	0.79	0.74	0.70
1987	0.62	0.67	0.68	0.64	0.79	0.86	0.79	0.86	0.80	0.79	0.76	0.74
1988	0.57	0.59	0.68	0.64	0.68	0.84	0.86	0.82	0.78	0.76	0.67	0.67
1989	0.57	0.58	0.63	0.66	0.73	0.69	0.83	0.86	0.74	0.65	0.85	0.74
1990	0.65	0.62	0.68	0.60	0.69	0.79	0.85	0.95	0.87	0.70	0.75	0.76
1991	0.73	0.64	0.60	0.72	0.73	0.84	0.84	0.82	0.81	0.76	0.76	0.67
1992	0.62	0.60	0.67	0.63	0.66	0.80	0.88	0.88	0.76	0.80	0.74	0.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.2.4. Valores de coeficiente del viento (CW)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.81	0.81	0.80	0.80	0.80	0.80
1973	0.80	0.80	0.80	0.80	0.81	0.81	0.81	0.81	0.80	0.80	0.80	0.80
1974	0.79	0.80	0.80	0.81	0.80	0.80	0.82	0.82	0.80	0.81	0.81	0.80
1975	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.81	0.81	0.81	0.81	0.80	0.80	0.81
1976	0.80	0.80	0.81	0.81	0.81	0.82	0.83	0.82	0.82	0.80	0.81	0.81
1977	0.80	0.81	0.81	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.83	0.81	0.81	0.82
1978	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.83	0.81	0.81	0.81	0.81
1979	0.81	0.81	0.80	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.82	0.81
1980	0.81	0.80	0.81	0.81	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.80
1981	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.81	0.82	0.82	0.82	0.81	0.80	0.81
1982	0.81	0.81	0.81	0.81	0.80	0.82	0.82	0.83	0.81	0.81	0.80	0.80
1984	0.80	0.80	0.79	0.79	0.80	0.81	0.82	0.82	0.81	0.80	0.80	0.80
1985	0.80	0.80	0.81	0.80	0.81	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81	0.81	0.81
1986	0.81	0.80	0.81	0.81	0.81	0.82	0.83	0.83	0.83	0.81	0.81	0.81
1987	0.80	0.81	0.80	0.80	0.81	0.82	0.81	0.82	0.81	0.80	0.80	0.80
1988	0.80	0.80	0.81	0.80	0.80	0.81	0.82	0.82	0.81	0.81	0.80	0.80
1989	0.80	0.80	0.80	0.81	0.81	0.81	0.82	0.81	0.81	0.80	0.80	0.81
1990	0.81	0.80	0.81	0.80	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.80	0.80	0.81

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1991	0.80	0.80	0.80	0.80	0.81	0.81	0.81	0.82	0.81	0.80	0.80	0.80
1992	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.81	0.81	0.82	0.80	0.81	0.80	0.80

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.2.5. Valores del coeficiente de humedad relativa (F_H)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	0.40	0.37	0.38	0.39	0.43	0.48	0.52	0.52	0.51	0.47	0.47	0.44
1973	0.41	0.37	0.37	0.37	0.41	0.47	0.50	0.51	0.48	0.41	0.41	0.48
1974	0.43	0.38	0.39	0.41	0.51	0.43	0.51	0.52	0.48	0.47	0.43	0.44
1975	0.45	0.33	0.36	0.35	0.37	0.43	0.45	0.47	0.49	0.47	0.47	0.48
1976	0.38	0.36	0.37	0.41	0.45	0.47	0.57	0.51	0.51	0.52	0.47	0.44
1977	0.36	0.37	0.37	0.37	0.44	0.47	0.51	0.53	0.51	0.48	0.48	0.45
1978	0.42	0.40	0.40	0.37	0.43	0.50	0.50	0.54	0.49	0.53	0.47	0.44
1979	0.38	0.41	0.35	0.40	0.43	0.53	0.51	0.49	0.47	0.48	0.54	0.50
1980	0.46	0.36	0.42	0.41	0.42	0.48	0.50	0.52	0.53	0.45	0.43	0.44
1981	0.42	0.37	0.39	0.36	0.46	0.49	0.57	0.53	0.54	0.45	0.48	0.42
1982	0.41	0.41	0.37	0.45	0.44	0.52	0.55	0.57	0.49	0.45	0.44	0.40
1984	0.43	0.34	0.34	0.37	0.43	0.42	0.46	0.52	0.48	0.44	0.48	0.44
1985	0.38	0.44	0.40	0.43	0.46	0.50	0.53	0.52	0.50	0.51	0.51	0.44
1986	0.38	0.36	0.41	0.36	0.43	0.51	0.54	0.51	0.54	0.50	0.47	0.41
1987	0.36	0.42	0.36	0.40	0.46	0.53	0.49	0.53	0.50	0.47	0.46	0.46
1988	0.36	0.34	0.43	0.39	0.43	0.52	0.54	0.54	0.49	0.48	0.44	0.45
1989	0.37	0.33	0.36	0.39	0.45	0.46	0.53	0.52	0.50	0.44	0.51	0.48
1990	0.41	0.34	0.40	0.35	0.41	0.47	0.52	0.53	0.56	0.44	0.44	0.42
1991	0.42	0.37	0.33	0.41	0.41	0.47	0.54	0.55	0.52	0.49	0.48	0.39
1992	0.37	0.35	0.35	0.33	0.38	0.46	0.52	0.52	0.49	0.48	0.45	0.43

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.2.6. Valores del coeficiente de luz solar (D)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1973	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1974	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1975	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1976	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1977	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1978	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1979	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1980	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1981	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1982	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1984	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1985	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1986	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1987	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1988	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1989	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1990	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1991	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01
1992	1.04	1.03	0.99	1.01	0.97	0.99	1.00	0.91	1.02	1.00	1.04	1.01

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.2.7. Valores del coeficiente que depende del brillo solar (C_1)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	13.6	13.3	13.4	13.4	13.9	14.5	14.9	15.0	14.7	14.3	14.3	14.0
1973	13.7	13.3	13.3	13.3	13.7	14.3	14.7	14.8	14.5	13.7	13.7	14.5
1974	13.9	13.4	13.5	13.7	14.9	13.9	14.8	14.9	14.4	14.3	13.9	13.9
1975	14.1	12.8	13.1	13.1	13.3	13.9	14.1	14.3	14.5	14.3	14.3	14.4
1976	13.4	13.1	13.3	13.7	14.0	14.4	15.6	14.8	14.8	15.0	14.3	14.0
1977	13.2	13.3	13.2	13.3	13.9	14.3	14.8	15.0	14.8	14.5	14.4	14.1
1978	13.8	13.6	13.5	13.3	13.9	14.7	14.6	15.2	14.6	15.0	14.3	13.9
1979	13.4	13.7	13.1	13.6	13.9	15.0	14.8	14.5	14.3	14.4	15.2	14.6
1980	14.2	13.2	13.8	13.7	13.8	14.5	14.7	14.9	15.1	14.0	13.9	14.0
1981	13.8	13.3	13.4	13.1	14.2	14.6	15.6	15.1	15.2	14.0	14.4	13.8
1982	13.7	13.7	13.3	14.0	13.9	15.0	15.3	15.6	14.6	14.1	14.0	13.5
1984	13.8	13.0	12.9	13.2	13.9	13.8	14.2	14.9	14.4	13.9	14.4	13.9
1985	13.4	14.0	13.6	13.9	14.1	14.7	15.0	15.0	14.7	14.7	14.8	13.9
1986	13.4	13.1	13.7	13.1	13.8	14.8	15.2	14.8	15.1	14.7	14.3	13.7
1987	13.2	13.7	13.2	13.5	14.2	15.1	14.6	15.0	14.7	14.4	14.2	14.2
1988	13.2	13.0	13.9	13.4	13.9	14.9	15.2	15.2	14.6	14.4	13.9	14.0
1989	13.2	12.8	13.1	13.5	14.1	14.2	15.0	14.9	14.7	13.9	14.9	14.5
1990	13.7	13.0	13.6	13.0	13.7	14.3	14.9	15.1	15.3	13.9	13.9	13.8
1991	13.8	13.2	12.7	13.7	13.7	14.3	15.1	15.3	14.9	14.6	14.5	13.5
1992	13.3	13.0	13.0	12.7	13.4	14.2	14.9	14.9	14.6	14.4	14.1	13.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.2.8. Valores de ETP (mm/mes)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1972	52.5	47.6	46.9	53.1	63.1	74.8	92.2	87.1	88.3	76.9	77.2	65.4	824.9
1973	54.8	49.8	50.2	49.4	59.7	68.2	85.5	81.8	78.1	59.5	61.0	62.8	760.8
1974	57.7	42.7	49.0	62.9	81.2	57.7	87.0	92.5	76.2	69.9	63.7	60.3	800.7
1975	61.5	35.3	42.5	44.2	44.1	61.1	69.3	64.7	77.1	64.8	72.3	73.7	710.4
1976	42.6	40.5	47.1	55.5	63.6	74.5	119.3	80.3	94.5	87.4	77.5	67.2	849.8
1977	45.7	48.8	51.4	50.5	67.2	77.0	98.8	85.2	103.5	85.4	79.1	70.9	863.7
1978	66.9	59.6	53.0	49.3	63.6	92.6	92.7	107.5	85.1	98.4	79.2	62.7	910.3
1979	49.2	53.9	40.5	57.5	65.8	98.2	100.4	85.7	81.4	89.6	103.5	83.9	909.6
1980	76.8	43.6	61.0	63.7	67.8	98.0	99.9	95.2	107.4	68.3	65.0	68.2	914.7
1981	58.2	45.0	50.6	50.5	72.9	87.9	116.0	96.0	117.2	70.0	83.2	59.0	906.4
1982	59.4	60.4	49.1	70.7	64.5	96.5	110.2	117.5	89.9	68.0	74.2	51.5	911.8
1984	65.9	39.1	39.3	46.9	56.4	59.5	73.1	91.4	79.1	62.5	72.4	62.4	748.0
1985	42.8	64.5	57.3	63.3	66.1	102.8	103.3	86.1	93.9	86.9	97.0	64.7	928.6
1986	47.7	44.4	57.3	45.0	62.7	101.8	119.5	88.1	107.3	85.4	78.4	60.9	898.3
1987	47.9	62.8	50.0	53.4	77.1	111.9	85.3	97.9	93.4	82.3	79.9	75.2	917.1
1988	42.4	40.6	62.8	50.2	59.8	96.4	105.6	92.3	84.9	77.0	61.4	60.3	833.6
1989	42.3	36.1	41.7	54.6	67.1	66.9	98.5	91.1	82.0	59.1	102.9	79.0	821.1

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1990	58.3	43.0	58.6	41.1	56.7	80.8	99.8	108.1	116.7	62.8	72.1	68.2	866.0
1991	68.7	50.1	38.0	63.6	62.7	89.7	104.5	98.1	97.7	82.1	83.0	53.4	891.5
1992	48.9	43.0	47.7	43.5	50.2	81.2	102.4	95.8	82.4	84.4	72.9	62.8	815.2

Fuente: Elaboración propia

ETpromedio anual = 854.12 mm/año

D.3 Método de Penman-Monteith

$$ETo = \frac{0.408\Delta\,(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T+273}\, u2\,(es - ea)}{\Delta + \gamma\,(1 + 0.34\,u2)} \qquad (11)$$

donde:

ETo	evapotranspiración de referencia (mm/día)
Rn	radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m-2 día-1
Ra	radiación extraterrestre (mm día-1)
G	flujo del calor de suelo (MJ m-2 día-1)
T	temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)
u2	velocidad del viento a 2 m de altura (m s-1)
es	presión de vapor de saturación (kPa)
ea	presión real de vapor (kPa)
es-ea	déficit de presión de vapor (kPa)
Δ	pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C-1)
γ	constante Psicometrica (kPa °C-1)
Rn	Rns – Rnl
G	0.07*(Tmes,i+1 - Tmes,i-1)
Rns	(1-α)Rs
Rs	(a +b(n/N))*Ra
Ra	(24*60/3.1416)*Gsc *dr(ωs*sin(ϕ)sin(δ)+cos(ϕ)cos(δ)*sin(ωs))
Rnl	σTK4 * (0,34 - 0,044 $\sqrt{e}$)* (0,1 + 0,9 n/N)

Presión atmosférica (P) = 81.9 kPa
Constante Psicrométrica (γ) = 0.064 kPa °C-1

Para determinar la evapotranspiración potencial, emplearemos los Tablas D.3.1 al D.3.20 que a continuación se detallan:

Tabla D.3.1. Temperatura máxima (°K)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	292.9	293.2	292.8	293.2	293.3	293.0	293.7	294.2	294.3	294.8	294.4	294.0
1973	293.9	293.3	294.6	293.4	293.5	292.9	293.6	294.1	294.3	293.5	293.8	292.4
1974	292.6	291.8	292.7	294.0	294.0	292.9	293.2	294.4	293.7	293.9	293.5	293.4
1975	293.1	292.1	292.6	292.7	292.5	293.0	292.9	293.7	293.5	293.0	293.1	293.0
1976	291.6	291.3	292.9	292.6	293.5	293.5	294.4	294.4	295.2	294.1	294.3	294.2
1977	292.7	293.3	293.5	292.9	294.1	294.0	294.6	293.8	295.1	294.9	294.3	294.4
1978	294.0	294.3	293.3	293.0	293.9	294.4	294.8	294.9	294.5	294.6	294.4	293.7

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1979	292.2	292.9	292.8	294.0	293.9	294.3	294.3	294.6	294.5	294.7	294.3	294.2
1980	294.3	292.0	294.4	294.2	294.8	295.2	294.8	294.9	295.1	294.0	293.3	293.8
1981	293.1	292.6	293.2	293.5	294.3	294.2	294.5	294.3	295.3	294.2	294.1	293.8
1982	293.4	294.1	293.8	294.3	293.9	294.9	294.6	295.3	294.7	294.1	294.4	293.4
1984	293.2	292.2	292.4	293.1	293.3	293.3	293.3	294.4	294.2	293.8	293.2	293.5
1985	291.6	293.3	293.7	293.7	293.6	295.0	294.2	294.4	294.6	294.3	294.6	293.3
1986	292.7	292.4	293.4	293.0	294.0	294.5	294.8	294.6	295.3	294.3	294.1	293.9
1987	293.4	294.1	293.8	293.9	294.4	295.8	294.5	295.6	295.6	294.9	294.9	295.0
1988	293.1	293.2	294.3	293.6	294.4	294.5	294.6	294.8	294.6	294.2	293.4	293.3
1989	292.5	291.8	292.2	293.8	294.1	293.9	294.3	294.7	294.3	294.1	295.2	294.7
1990	294.5	293.2	294.9	293.5	294.0	294.5	294.9	295.5	295.6	294.0	294.9	294.6
1991	294.7	294.0	293.5	294.8	294.8	295.3	295.2	295.0	295.2	294.6	294.6	293.6
1992	293.9	293.9	294.7	294.6	293.9	295.1	295.1	295.7	294.8	295.6	294.8	294.3

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.2. Temperatura mínima (°K)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	285.0	285.7	286.2	286.1	286.0	285.2	284.8	284.6	284.8	284.9	285.2	285.9
1973	286.6	286.3	286.4	285.9	285.6	284.7	284.3	283.7	282.7	283.6	284.1	283.9
1974	284.5	285.2	284.7	285.3	284.9	284.8	283.4	283.9	283.8	284.1	284.6	284.7
1975	285.3	285.8	286.0	285.7	284.9	284.4	283.3	283.7	283.5	283.5	283.3	283.1
1976	284.9	284.7	285.8	285.4	285.4	284.8	284.4	284.2	284.5	284.5	284.7	285.4
1977	286.7	286.5	286.9	285.9	285.1	284.5	284.2	283.7	284.6	284.3	284.5	285.3
1978	285.4	286.5	285.6	285.9	285.4	284.2	285.0	284.3	284.4	284.2	285.0	285.0
1979	285.3	285.5	286.2	286.0	285.2	284.2	283.8	284.4	284.4	284.0	284.1	284.6
1980	285.8	285.3	286.8	286.3	286.2	285.9	284.8	285.0	284.4	285.1	284.7	285.3
1981	285.1	286.5	286.3	286.3	285.0	284.7	284.4	284.2	284.3	284.7	284.5	285.6
1982	285.3	286.1	286.1	285.8	285.8	285.4	284.8	285.3	285.2	285.5	286.2	287.1
1984	284.7	285.9	285.7	285.7	285.3	284.9	284.3	284.0	284.2	284.6	283.9	285.1
1985	284.9	285.3	285.7	285.5	284.8	284.7	284.0	284.1	284.2	284.3	283.9	285.3
1986	286.4	286.1	285.9	286.5	285.6	284.7	285.0	284.9	284.9	284.7	285.2	285.6
1987	286.8	287.1	286.6	286.8	285.9	285.4	285.0	284.9	285.0	285.1	285.3	285.5
1988	286.1	286.7	286.0	286.0	285.7	284.4	283.9	284.1	284.4	284.8	284.9	284.7
1989	286.1	286.2	286.0	286.2	285.1	285.3	284.3	284.5	284.6	285.2	284.7	284.7
1990	286.1	286.3	286.7	286.5	286.1	285.5	284.7	284.6	284.6	284.8	285.2	285.2
1991	286.0	286.7	287.0	286.4	286.1	286.1	284.8	284.9	285.1	285.1	285.0	285.8
1992	286.5	286.7	287.2	287.6	286.7	285.7	284.1	284.4	284.5	284.4	284.5	284.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.3. Valores de Pendiente de la curva de presión de vapor (Δ) para diferentes temperaturas (T) (kPa °C-1)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
1973	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.11	0.12	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11
1974	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12	0.11	0.11	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12
1975	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1976	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
1977	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12
1978	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
1979	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
1980	0.12	0.11	0.13	0.12	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
1981	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
1982	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
1984	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.11	0.12
1985	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
1986	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
1987	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
1988	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
1989	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
1990	0.12	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
1991	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
1992	0.12	0.12	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.4. Presión de saturación de vapor es = [(e°(Tmax) + e°(Tmin)]/2 (kPa)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	1.84	1.89	1.89	1.91	1.92	1.86	1.89	1.92	1.93	1.98	1.96	1.96
1973	1.99	1.93	2.03	1.92	1.91	1.83	1.86	1.87	1.85	1.82	1.87	1.76
1974	1.80	1.77	1.81	1.93	1.92	1.83	1.79	1.90	1.85	1.87	1.87	1.86
1975	1.87	1.82	1.87	1.86	1.81	1.82	1.77	1.84	1.82	1.78	1.78	1.77
1976	1.75	1.72	1.88	1.84	1.90	1.87	1.92	1.92	1.99	1.91	1.93	1.95
1977	1.91	1.94	1.98	1.88	1.93	1.90	1.93	1.85	1.99	1.96	1.92	1.97
1978	1.94	2.02	1.90	1.89	1.93	1.92	1.98	1.96	1.93	1.93	1.95	1.90
1979	1.81	1.86	1.89	1.97	1.92	1.91	1.89	1.94	1.93	1.93	1.90	1.92
1980	1.98	1.79	2.04	2.00	2.04	2.06	1.97	1.99	1.98	1.93	1.86	1.92
1981	1.86	1.89	1.92	1.95	1.94	1.92	1.93	1.91	1.99	1.92	1.91	1.93
1982	1.89	1.98	1.96	1.98	1.95	2.01	1.96	2.04	1.98	1.95	2.01	1.98
1984	1.85	1.83	1.84	1.89	1.88	1.86	1.84	1.91	1.90	1.89	1.81	1.89
1985	1.75	1.88	1.93	1.92	1.88	1.98	1.89	1.91	1.93	1.91	1.92	1.88
1986	1.89	1.86	1.92	1.92	1.95	1.95	1.98	1.96	2.02	1.93	1.94	1.94
1987	1.96	2.03	1.98	2.00	1.99	2.08	1.96	2.04	2.05	2.00	2.00	2.02
1988	1.91	1.94	1.99	1.94	1.98	1.93	1.92	1.94	1.94	1.93	1.87	1.86
1989	1.86	1.82	1.84	1.96	1.93	1.93	1.91	1.95	1.93	1.94	2.00	1.96
1990	2.01	1.92	2.07	1.96	1.97	1.98	1.98	2.02	2.03	1.91	2.00	1.98
1991	2.02	2.00	1.98	2.05	2.03	2.07	2.01	1.99	2.02	1.97	1.97	1.93
1992	1.98	2.00	2.08	2.10	2.00	2.04	1.97	2.03	1.96	2.02	1.96	1.93

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.5. Parámetros - Valores de ea: e°(Tmed)* HRmedia/100 kPa ([1])

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	1.46	1.55	1.55	1.55	1.47	1.32	1.27	1.27	1.32	1.41	1.41	1.47
1973	1.57	1.59	1.66	1.57	1.49	1.32	1.27	1.25	1.28	1.40	1.44	1.24
1974	1.37	1.44	1.45	1.51	1.29	1.40	1.21	1.26	1.30	1.34	1.41	1.40
1975	1.39	1.57	1.57	1.56	1.48	1.37	1.29	1.31	1.26	1.28	1.27	1.25
1976	1.42	1.44	1.54	1.45	1.42	1.34	1.19	1.29	1.34	1.26	1.38	1.46
1977	1.59	1.59	1.64	1.54	1.45	1.37	1.29	1.22	1.33	1.36	1.35	1.45
1978	1.49	1.59	1.51	1.55	1.46	1.31	1.37	1.25	1.33	1.26	1.41	1.43
1979	1.47	1.47	1.59	1.56	1.46	1.25	1.27	1.35	1.38	1.35	1.22	1.32
1980	1.45	1.49	1.57	1.57	1.56	1.45	1.35	1.33	1.28	1.43	1.40	1.43
1981	1.44	1.57	1.56	1.62	1.41	1.33	1.19	1.24	1.26	1.42	1.34	1.49
1982	1.47	1.56	1.60	1.48	1.47	1.33	1.24	1.25	1.38	1.44	1.50	1.59
1984	1.41	1.56	1.57	1.55	1.44	1.43	1.33	1.26	1.34	1.41	1.28	1.43
1985	1.42	1.41	1.53	1.46	1.38	1.35	1.24	1.26	1.31	1.30	1.28	1.42
1986	1.55	1.56	1.51	1.61	1.49	1.32	1.27	1.33	1.30	1.33	1.39	1.51
1987	1.63	1.59	1.64	1.60	1.46	1.35	1.36	1.33	1.39	1.42	1.45	1.47
1988	1.58	1.65	1.51	1.56	1.50	1.28	1.22	1.24	1.34	1.36	1.40	1.38
1989	1.54	1.58	1.54	1.57	1.43	1.41	1.26	1.29	1.32	1.45	1.33	1.37
1990	1.58	1.63	1.64	1.65	1.55	1.44	1.32	1.30	1.26	1.43	1.49	1.51
1991	1.56	1.65	1.71	1.60	1.58	1.49	1.30	1.26	1.35	1.37	1.38	1.54
1992	1.63	1.69	1.75	1.80	1.62	1.48	1.29	1.34	1.36	1.41	1.43	1.46

Fuente: Elaboración propia

1 Esta ecuación usa la humedad relativa media diaria y la temperatura media diaria del aire ya que se ha determinado que produce resultados más precisos que la ecuación presente en la versión original en Ingles que se basaba en el cálculo de la presión de vapor a saturación con la temperaturas del aire máxima y mínima.

Tabla D.3.6. Valores de Números de días en el año J

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	15	46	75	106	136	167	197	228	258	289	320	350
1973	15	46	74	105	135	166	196	227	257	288	319	349
1974	15	46	74	105	135	166	196	227	257	288	319	349
1975	15	46	74	105	135	166	196	227	257	288	319	349
1976	15	46	75	106	136	167	197	228	258	289	320	350
1977	15	46	74	105	135	166	196	227	257	288	319	349
1978	15	46	74	105	135	166	196	227	257	288	319	349
1979	15	46	74	105	135	166	196	227	257	288	319	349
1980	15	46	75	106	136	167	197	228	258	289	320	350
1981	15	46	74	105	135	166	196	227	257	288	319	349
1982	15	46	74	105	135	166	196	227	257	288	319	349
1984	15	46	75	106	136	167	197	228	258	289	320	350
1985	15	46	74	105	135	166	196	227	257	288	319	349
1986	15	46	74	105	135	166	196	227	257	288	319	349
1987	15	46	74	105	135	166	196	227	257	288	319	349
1988	15	46	75	106	136	167	197	228	258	289	320	350
1989	15	46	74	105	135	166	196	227	257	288	319	349
1990	15	46	74	105	135	166	196	227	257	288	319	349
1991	15	46	74	105	135	166	196	227	257	288	319	349
1992	15	46	75	106	136	167	197	228	258	289	320	350

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.7. Valores de la distancia relativa inversa Tierra-Sol, dr = 1 + 0.033*COS(2*3.1416*(J)/365)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1973	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1974	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1975	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1976	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1977	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1978	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1979	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1980	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1981	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1982	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1984	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1985	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1986	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1987	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1988	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1989	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1990	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1991	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03
1992	1.03	1.02	1.01	0.99	0.98	0.97	0.97	0.98	0.99	1.01	1.02	1.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.8. Valores de la declinación solar, δ = 0.409*SENO((2*3.1416*(J)/365)-1.39) (rad)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	-0.37	-0.23	-0.04	0.17	0.33	0.41	0.37	0.23	0.04	-0.18	-0.34	-0.41
1973	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.38	0.24	0.04	-0.17	-0.34	-0.41
1974	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.38	0.24	0.04	-0.17	-0.34	-0.41
1975	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.38	0.24	0.04	-0.17	-0.34	-0.41
1976	-0.37	-0.23	-0.04	0.17	0.33	0.41	0.37	0.23	0.04	-0.18	-0.34	-0.41
1977	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.38	0.24	0.04	-0.17	-0.34	-0.41
1978	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.38	0.24	0.04	-0.17	-0.34	-0.41
1979	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.38	0.24	0.04	-0.17	-0.34	-0.41
1980	-0.37	-0.23	-0.04	0.17	0.33	0.41	0.37	0.23	0.04	-0.18	-0.34	-0.41
1981	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.38	0.24	0.04	-0.17	-0.34	-0.41
1982	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.38	0.24	0.04	-0.17	-0.34	-0.41
1984	-0.37	-0.23	-0.04	0.17	0.33	0.41	0.37	0.23	0.04	-0.18	-0.34	-0.41
1985	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.38	0.24	0.04	-0.17	-0.34	-0.41
1986	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.38	0.24	0.04	-0.17	-0.34	-0.41
1987	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.38	0.24	0.04	-0.17	-0.34	-0.41
1988	-0.37	-0.23	-0.04	0.17	0.33	0.41	0.37	0.23	0.04	-0.18	-0.34	-0.41
1989	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.38	0.24	0.04	-0.17	-0.34	-0.41
1990	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.38	0.24	0.04	-0.17	-0.34	-0.41
1991	-0.37	-0.23	-0.05	0.17	0.33	0.41	0.38	0.24	0.04	-0.17	-0.34	-0.41
1992	-0.37	-0.23	-0.04	0.17	0.33	0.41	0.37	0.23	0.04	-0.18	-0.34	-0.41

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.9. Valores del ángulo de radiación a la hora de la puesta del sol; ωs = arccos[-tan(ϕ)tan(δ)]rad

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.54	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1973	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.53	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1974	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.53	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1975	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.53	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1976	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.54	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1977	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.53	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1978	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.53	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1979	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.53	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1980	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.54	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1981	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.53	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1982	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.53	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1984	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.54	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1985	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.53	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1986	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.53	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1987	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.53	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1988	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.54	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1989	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.53	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1990	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.53	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1991	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.53	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61
1992	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.53	1.54	1.55	1.57	1.59	1.60	1.61

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.10. Valores de sin(ϕ)sin(δ)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	0.033	0.021	0.004	-0.016	-0.030	-0.036	-0.033	-0.021	-0.003	0.016	0.031	0.037
1973	0.033	0.021	0.004	-0.015	-0.030	-0.036	-0.034	-0.022	-0.004	0.015	0.030	0.036
1974	0.033	0.021	0.004	-0.015	-0.030	-0.036	-0.034	-0.022	-0.004	0.015	0.030	0.036
1975	0.033	0.021	0.004	-0.015	-0.030	-0.036	-0.034	-0.022	-0.004	0.015	0.030	0.036
1976	0.033	0.021	0.004	-0.016	-0.030	-0.036	-0.033	-0.021	-0.003	0.016	0.031	0.037
1977	0.033	0.021	0.004	-0.015	-0.030	-0.036	-0.034	-0.022	-0.004	0.015	0.030	0.036
1978	0.033	0.021	0.004	-0.015	-0.030	-0.036	-0.034	-0.022	-0.004	0.015	0.030	0.036
1979	0.033	0.021	0.004	-0.015	-0.030	-0.036	-0.034	-0.022	-0.004	0.015	0.030	0.036
1980	0.033	0.021	0.004	-0.016	-0.030	-0.036	-0.033	-0.021	-0.003	0.016	0.031	0.037
1981	0.033	0.021	0.004	-0.015	-0.030	-0.036	-0.034	-0.022	-0.004	0.015	0.030	0.036
1982	0.033	0.021	0.004	-0.015	-0.030	-0.036	-0.034	-0.022	-0.004	0.015	0.030	0.036
1984	0.033	0.021	0.004	-0.016	-0.030	-0.036	-0.033	-0.021	-0.003	0.016	0.031	0.037
1985	0.033	0.021	0.004	-0.015	-0.030	-0.036	-0.034	-0.022	-0.004	0.015	0.030	0.036
1986	0.033	0.021	0.004	-0.015	-0.030	-0.036	-0.034	-0.022	-0.004	0.015	0.030	0.036
1987	0.033	0.021	0.004	-0.015	-0.030	-0.036	-0.034	-0.022	-0.004	0.015	0.030	0.036
1988	0.033	0.021	0.004	-0.016	-0.030	-0.036	-0.033	-0.021	-0.003	0.016	0.031	0.037
1989	0.033	0.021	0.004	-0.015	-0.030	-0.036	-0.034	-0.022	-0.004	0.015	0.030	0.036
1990	0.033	0.021	0.004	-0.015	-0.030	-0.036	-0.034	-0.022	-0.004	0.015	0.030	0.036
1991	0.033	0.021	0.004	-0.015	-0.030	-0.036	-0.034	-0.022	-0.004	0.015	0.030	0.036
1992	0.033	0.021	0.004	-0.016	-0.030	-0.036	-0.033	-0.021	-0.003	0.016	0.031	0.037

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.11. Valores de cos(ϕ)cos(δ)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	0.928	0.969	0.995	0.981	0.941	0.914	0.928	0.969	0.995	0.980	0.939	0.914
1973	0.928	0.969	0.995	0.982	0.942	0.914	0.927	0.967	0.995	0.982	0.940	0.914
1974	0.928	0.969	0.995	0.982	0.942	0.914	0.927	0.967	0.995	0.982	0.940	0.914
1975	0.928	0.969	0.995	0.982	0.942	0.914	0.927	0.967	0.995	0.982	0.940	0.914
1976	0.928	0.969	0.995	0.981	0.941	0.914	0.928	0.969	0.995	0.980	0.939	0.914
1977	0.928	0.969	0.995	0.982	0.942	0.914	0.927	0.967	0.995	0.982	0.940	0.914
1978	0.928	0.969	0.995	0.982	0.942	0.914	0.927	0.967	0.995	0.982	0.940	0.914
1979	0.928	0.969	0.995	0.982	0.942	0.914	0.927	0.967	0.995	0.982	0.940	0.914
1980	0.928	0.969	0.995	0.981	0.941	0.914	0.928	0.969	0.995	0.980	0.939	0.914
1981	0.928	0.969	0.995	0.982	0.942	0.914	0.927	0.967	0.995	0.982	0.940	0.914
1982	0.928	0.969	0.995	0.982	0.942	0.914	0.927	0.967	0.995	0.982	0.940	0.914
1984	0.928	0.969	0.995	0.981	0.941	0.914	0.928	0.969	0.995	0.980	0.939	0.914
1985	0.928	0.969	0.995	0.982	0.942	0.914	0.927	0.967	0.995	0.982	0.940	0.914
1986	0.928	0.969	0.995	0.982	0.942	0.914	0.927	0.967	0.995	0.982	0.940	0.914
1987	0.928	0.969	0.995	0.982	0.942	0.914	0.927	0.967	0.995	0.982	0.940	0.914
1988	0.928	0.969	0.995	0.981	0.941	0.914	0.928	0.969	0.995	0.980	0.939	0.914
1989	0.928	0.969	0.995	0.982	0.942	0.914	0.927	0.967	0.995	0.982	0.940	0.914
1990	0.928	0.969	0.995	0.982	0.942	0.914	0.927	0.967	0.995	0.982	0.940	0.914
1991	0.928	0.969	0.995	0.982	0.942	0.914	0.927	0.967	0.995	0.982	0.940	0.914
1992	0.928	0.969	0.995	0.981	0.941	0.914	0.928	0.969	0.995	0.980	0.939	0.914

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.12. Valores de Radiación extraterrestre; Ra =24(60)/π (0,0820)*(dr)*[ωs (sin (ϕ) sin (δ))+ cos (ϕ)cos(δ) sin(ωs)] MJ m-2 día-1

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	38.1	38.6	38.0	35.6	32.8	31.2	31.9	34.3	36.9	38.1	38.0	37.7
1973	38.1	38.6	38.0	35.7	32.9	31.2	31.8	34.3	36.8	38.1	38.0	37.7
1974	38.1	38.6	38.0	35.7	32.9	31.2	31.8	34.3	36.8	38.1	38.0	37.7
1975	38.1	38.6	38.0	35.7	32.9	31.2	31.8	34.3	36.8	38.1	38.0	37.7
1976	38.1	38.6	38.0	35.6	32.8	31.2	31.9	34.3	36.9	38.1	38.0	37.7
1977	38.1	38.6	38.0	35.7	32.9	31.2	31.8	34.3	36.8	38.1	38.0	37.7
1978	38.1	38.6	38.0	35.7	32.9	31.2	31.8	34.3	36.8	38.1	38.0	37.7
1979	38.1	38.6	38.0	35.7	32.9	31.2	31.8	34.3	36.8	38.1	38.0	37.7
1980	38.1	38.6	38.0	35.6	32.8	31.2	31.9	34.3	36.9	38.1	38.0	37.7
1981	38.1	38.6	38.0	35.7	32.9	31.2	31.8	34.3	36.8	38.1	38.0	37.7
1982	38.1	38.6	38.0	35.7	32.9	31.2	31.8	34.3	36.8	38.1	38.0	37.7
1984	38.1	38.6	38.0	35.6	32.8	31.2	31.9	34.3	36.9	38.1	38.0	37.7
1985	38.1	38.6	38.0	35.7	32.9	31.2	31.8	34.3	36.8	38.1	38.0	37.7
1986	38.1	38.6	38.0	35.7	32.9	31.2	31.8	34.3	36.8	38.1	38.0	37.7
1987	38.1	38.6	38.0	35.7	32.9	31.2	31.8	34.3	36.8	38.1	38.0	37.7
1988	38.1	38.6	38.0	35.6	32.8	31.2	31.9	34.3	36.9	38.1	38.0	37.7
1989	38.1	38.6	38.0	35.7	32.9	31.2	31.8	34.3	36.8	38.1	38.0	37.7
1990	38.1	38.6	38.0	35.7	32.9	31.2	31.8	34.3	36.8	38.1	38.0	37.7
1991	38.1	38.6	38.0	35.7	32.9	31.2	31.8	34.3	36.8	38.1	38.0	37.7
1992	38.1	38.6	38.0	35.6	32.8	31.2	31.9	34.3	36.9	38.1	38.0	37.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.13. Valores de Radiación extraterrestre; Ra (mm/día)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	15.54	15.74	15.50	14.55	13.41	12.74	13.01	14.02	15.05	15.56	15.51	15.39
1973	15.54	15.74	15.51	14.59	13.44	12.75	12.99	13.98	15.02	15.56	15.52	15.39
1974	15.54	15.74	15.51	14.59	13.44	12.75	12.99	13.98	15.02	15.56	15.52	15.39
1975	15.54	15.74	15.51	14.59	13.44	12.75	12.99	13.98	15.02	15.56	15.52	15.39
1976	15.54	15.74	15.50	14.55	13.41	12.74	13.01	14.02	15.05	15.56	15.51	15.39
1977	15.54	15.74	15.51	14.59	13.44	12.75	12.99	13.98	15.02	15.56	15.52	15.39
1978	15.54	15.74	15.51	14.59	13.44	12.75	12.99	13.98	15.02	15.56	15.52	15.39
1979	15.54	15.74	15.51	14.59	13.44	12.75	12.99	13.98	15.02	15.56	15.52	15.39
1980	15.54	15.74	15.50	14.55	13.41	12.74	13.01	14.02	15.05	15.56	15.51	15.39
1981	15.54	15.74	15.51	14.59	13.44	12.75	12.99	13.98	15.02	15.56	15.52	15.39
1982	15.54	15.74	15.51	14.59	13.44	12.75	12.99	13.98	15.02	15.56	15.52	15.39
1984	15.54	15.74	15.50	14.55	13.41	12.74	13.01	14.02	15.05	15.56	15.51	15.39
1985	15.54	15.74	15.51	14.59	13.44	12.75	12.99	13.98	15.02	15.56	15.52	15.39
1986	15.54	15.74	15.51	14.59	13.44	12.75	12.99	13.98	15.02	15.56	15.52	15.39
1987	15.54	15.74	15.51	14.59	13.44	12.75	12.99	13.98	15.02	15.56	15.52	15.39
1988	15.54	15.74	15.50	14.55	13.41	12.74	13.01	14.02	15.05	15.56	15.51	15.39
1989	15.54	15.74	15.51	14.59	13.44	12.75	12.99	13.98	15.02	15.56	15.52	15.39
1990	15.54	15.74	15.51	14.59	13.44	12.75	12.99	13.98	15.02	15.56	15.52	15.39
1991	15.54	15.74	15.51	14.59	13.44	12.75	12.99	13.98	15.02	15.56	15.52	15.39
1992	15.54	15.74	15.50	14.55	13.41	12.74	13.01	14.02	15.05	15.56	15.51	15.39

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.14. Valores de Radiación solar o radiación de onda corta; Rs = (0,25 + 0,50 n/N) Ra (MJ m-2 día-1)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	15.3	15.0	14.9	15.2	15.5	15.0	17.2	18.9	19.1	18.8	18.0	16.3
1973	14.2	15.5	15.5	14.7	15.4	14.3	16.9	19.0	19.2	18.8	17.7	15.2
1974	15.9	13.1	15.8	17.2	15.8	13.5	17.7	20.9	18.4	17.9	16.8	16.0
1975	14.9	12.5	14.6	14.5	13.1	14.2	16.8	16.5	18.4	17.2	18.7	19.2
1976	13.2	14.6	15.2	15.4	14.6	15.0	19.4	17.9	19.4	19.0	18.0	16.9
1977	13.9	14.6	16.5	15.1	16.4	16.1	18.7	19.0	21.5	20.5	18.2	17.2
1978	17.7	16.0	16.0	14.7	15.1	18.1	17.9	21.9	18.9	21.3	18.7	16.5
1979	15.1	15.2	13.6	15.3	16.1	17.7	19.9	20.4	19.7	22.7	20.7	18.9
1980	17.7	14.7	15.5	16.6	16.3	18.5	19.2	20.3	21.2	17.9	17.4	17.7
1981	15.7	13.8	15.3	15.7	16.6	17.2	18.8	20.6	22.9	18.8	19.7	15.7
1982	16.2	16.6	15.3	16.8	15.2	16.2	18.4	21.4	19.5	17.1	18.0	14.0
1984	18.5	13.6	14.9	14.5	13.8	14.1	16.1	20.5	18.6	17.1	17.6	16.5
1985	13.2	16.6	17.1	16.0	15.4	19.3	19.2	18.6	20.7	20.1	21.5	17.1
1986	13.9	14.7	16.6	13.6	15.4	19.2	20.2	19.1	20.3	19.7	18.0	16.8
1987	14.3	16.1	16.1	13.9	17.1	18.2	16.5	19.7	19.3	19.9	18.8	17.9
1988	12.6	13.3	16.1	13.9	13.8	17.7	18.6	18.7	18.9	18.7	15.7	15.6
1989	12.6	13.0	14.4	14.7	15.4	13.4	17.7	19.9	17.5	15.2	21.6	18.0
1990	15.1	14.4	16.1	12.5	14.1	16.2	18.3	22.6	21.7	16.9	18.4	18.6
1991	17.9	15.0	13.4	16.3	15.4	17.4	17.9	18.7	19.7	18.8	18.7	15.6
1992	14.0	13.8	15.8	13.7	13.4	16.3	19.0	20.6	18.1	20.1	18.0	17.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.15. Radiación solar o de onda corta para cielo despejado; Rso = [0,75 + 2 (Altitud)/ 100 000] Ra (MJ m-2 día-1)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	28.8	29.2	28.7	27.0	24.8	23.6	24.1	26.0	27.9	28.8	28.7	28.5
1973	28.8	29.2	28.7	27.0	24.9	23.6	24.1	25.9	27.8	28.8	28.7	28.5
1974	28.8	29.2	28.7	27.0	24.9	23.6	24.1	25.9	27.8	28.8	28.7	28.5
1975	28.8	29.2	28.7	27.0	24.9	23.6	24.1	25.9	27.8	28.8	28.7	28.5
1976	28.8	29.2	28.7	27.0	24.8	23.6	24.1	26.0	27.9	28.8	28.7	28.5
1977	28.8	29.2	28.7	27.0	24.9	23.6	24.1	25.9	27.8	28.8	28.7	28.5
1978	28.8	29.2	28.7	27.0	24.9	23.6	24.1	25.9	27.8	28.8	28.7	28.5
1979	28.8	29.2	28.7	27.0	24.9	23.6	24.1	25.9	27.8	28.8	28.7	28.5
1980	28.8	29.2	28.7	27.0	24.8	23.6	24.1	26.0	27.9	28.8	28.7	28.5
1981	28.8	29.2	28.7	27.0	24.9	23.6	24.1	25.9	27.8	28.8	28.7	28.5
1982	28.8	29.2	28.7	27.0	24.9	23.6	24.1	25.9	27.8	28.8	28.7	28.5
1984	28.8	29.2	28.7	27.0	24.8	23.6	24.1	26.0	27.9	28.8	28.7	28.5
1985	28.8	29.2	28.7	27.0	24.9	23.6	24.1	25.9	27.8	28.8	28.7	28.5
1986	28.8	29.2	28.7	27.0	24.9	23.6	24.1	25.9	27.8	28.8	28.7	28.5
1987	28.8	29.2	28.7	27.0	24.9	23.6	24.1	25.9	27.8	28.8	28.7	28.5
1988	28.8	29.2	28.7	27.0	24.8	23.6	24.1	26.0	27.9	28.8	28.7	28.5
1989	28.8	29.2	28.7	27.0	24.9	23.6	24.1	25.9	27.8	28.8	28.7	28.5
1990	28.8	29.2	28.7	27.0	24.9	23.6	24.1	25.9	27.8	28.8	28.7	28.5
1991	28.8	29.2	28.7	27.0	24.9	23.6	24.1	25.9	27.8	28.8	28.7	28.5
1992	28.8	29.2	28.7	27.0	24.8	23.6	24.1	26.0	27.9	28.8	28.7	28.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.16. Valores de σ Tmax,K^4 σ =4.903E-09 (MJ K-4 m-2 día-1)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	36.1	36.2	36.0	36.2	36.3	36.1	36.5	36.7	36.8	37.0	36.8	36.6
1973	36.6	36.3	36.9	36.3	36.4	36.1	36.4	36.7	36.8	36.4	36.5	35.8
1974	35.9	35.5	36.0	36.6	36.6	36.1	36.2	36.8	36.5	36.6	36.4	36.3
1975	36.2	35.7	35.9	36.0	35.9	36.1	36.1	36.5	36.4	36.1	36.2	36.1
1976	35.4	35.3	36.1	35.9	36.4	36.4	36.8	36.8	37.2	36.7	36.8	36.7
1977	36.0	36.3	36.4	36.1	36.7	36.6	36.9	36.5	37.2	37.1	36.8	36.8
1978	36.6	36.8	36.3	36.1	36.6	36.8	37.0	37.1	36.9	36.9	36.8	36.5
1979	35.7	36.1	36.0	36.6	36.6	36.8	36.8	36.9	36.9	37.0	36.8	36.7
1980	36.8	35.6	36.8	36.7	37.0	37.2	37.0	37.1	37.2	36.6	36.3	36.5
1981	36.2	35.9	36.2	36.4	36.8	36.7	36.9	36.8	37.3	36.7	36.7	36.5
1982	36.3	36.7	36.5	36.8	36.6	37.1	36.9	37.3	37.0	36.7	36.8	36.3
1984	36.2	35.7	35.8	36.2	36.3	36.3	36.3	36.8	36.7	36.5	36.2	36.4
1985	35.4	36.3	36.5	36.5	36.4	37.1	36.7	36.8	36.9	36.8	36.9	36.3
1986	36.0	35.8	36.3	36.1	36.6	36.9	37.0	36.9	37.3	36.8	36.7	36.6
1987	36.3	36.7	36.5	36.6	36.8	37.5	36.9	37.4	37.4	37.1	37.1	37.1
1988	36.2	36.2	36.8	36.4	36.8	36.9	36.9	37.0	36.9	36.7	36.3	36.3
1989	35.9	35.5	35.7	36.5	36.7	36.6	36.8	37.0	36.8	36.7	37.2	37.0
1990	36.9	36.2	37.1	36.4	36.6	36.9	37.1	37.4	37.4	36.6	37.1	36.9
1991	37.0	36.6	36.4	37.0	37.0	37.3	37.2	37.1	37.2	36.9	36.9	36.4
1992	36.6	36.6	37.0	36.9	36.6	37.2	37.2	37.5	37.0	37.4	37.0	36.8

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.17. Valores de σ Tmin,K^4

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	32.3	32.6	32.9	32.8	32.8	32.4	32.2	32.1	32.2	32.3	32.4	32.7
1973	33.1	32.9	33.0	32.7	32.6	32.2	32.0	31.7	31.3	31.7	31.9	31.8
1974	32.1	32.4	32.2	32.5	32.3	32.2	31.6	31.8	31.8	31.9	32.1	32.2
1975	32.5	32.7	32.8	32.6	32.3	32.1	31.6	31.7	31.7	31.7	31.6	31.5
1976	32.3	32.2	32.7	32.5	32.5	32.2	32.1	32.0	32.1	32.1	32.2	32.5
1977	33.1	33.0	33.2	32.7	32.4	32.1	32.0	31.7	32.1	32.0	32.1	32.5
1978	32.5	33.0	32.6	32.7	32.5	32.0	32.3	32.0	32.1	32.0	32.3	32.3
1979	32.5	32.6	32.9	32.8	32.4	32.0	31.8	32.1	32.1	31.9	31.9	32.1
1980	32.7	32.5	33.2	32.9	32.9	32.7	32.2	32.3	32.1	32.4	32.2	32.5
1981	32.4	33.0	32.9	32.9	32.3	32.2	32.1	32.0	32.0	32.2	32.1	32.6
1982	32.5	32.8	32.8	32.7	32.7	32.5	32.2	32.5	32.4	32.6	32.9	33.3
1984	32.2	32.7	32.6	32.6	32.5	32.3	32.0	31.9	32.0	32.1	31.8	32.4
1985	32.3	32.5	32.6	32.6	32.2	32.2	31.9	31.9	32.0	32.0	31.8	32.5
1986	33.0	32.8	32.7	33.0	32.6	32.2	32.3	32.3	32.3	32.2	32.4	32.6
1987	33.2	33.3	33.1	33.2	32.7	32.5	32.3	32.3	32.3	32.4	32.5	32.6
1988	32.8	33.1	32.8	32.8	32.6	32.1	31.8	31.9	32.1	32.2	32.3	32.2
1989	32.8	32.9	32.8	32.9	32.4	32.5	32.0	32.1	32.1	32.4	32.2	32.2
1990	32.8	32.9	33.1	33.0	32.8	32.6	32.2	32.1	32.1	32.2	32.4	32.4
1991	32.8	33.1	33.2	33.0	32.8	32.8	32.2	32.3	32.4	32.4	32.3	32.7
1992	33.0	33.1	33.3	33.5	33.1	32.6	31.9	32.1	32.1	32.1	32.1	32.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.18. Valores de Radiación neta de onda larga;Rnl = ((σTmax,K^4 + σTmin,K^4)/2) (0,34 - 0,14 √ea) (1,35 Rs/Rso - 0,35) [MJ m-2 día-1]

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	2.14	1.97	1.99	2.36	2.89	3.12	3.85	3.97	3.55	3.20	2.99	2.50
1973	1.80	2.08	2.11	2.17	2.82	2.87	3.73	4.01	3.60	3.15	2.84	2.31
1974	2.37	1.51	2.30	2.96	3.16	2.53	4.06	4.63	3.35	2.96	2.62	2.44
1975	2.11	1.29	1.89	2.12	2.10	2.77	3.62	3.13	3.38	2.81	3.25	3.48
1976	1.59	1.88	2.08	2.46	2.66	3.10	4.75	3.60	3.63	3.38	3.01	2.67
1977	1.69	1.83	2.37	2.31	3.17	3.45	4.35	4.05	4.29	3.73	3.08	2.77
1978	2.82	2.22	2.32	2.18	2.76	4.23	3.99	5.02	3.48	4.09	3.17	2.55
1979	2.08	2.06	1.63	2.36	3.08	4.17	4.78	4.38	3.65	4.37	3.95	3.37
1980	2.87	1.91	2.18	2.75	3.09	4.24	4.47	4.38	4.26	2.90	2.79	2.90
1981	2.29	1.63	2.12	2.44	3.31	3.88	4.56	4.57	4.81	3.17	3.53	2.30
1982	2.40	2.41	2.10	2.87	2.81	3.58	4.34	4.92	3.63	2.68	2.92	1.79
1984	3.08	1.58	1.97	2.13	2.36	2.69	3.37	4.48	3.37	2.69	2.94	2.56
1985	1.59	2.50	2.61	2.65	2.91	4.63	4.60	3.88	4.06	3.66	4.10	2.73
1986	1.71	1.88	2.50	1.85	2.83	4.61	4.94	4.00	3.97	3.54	3.01	2.58
1987	1.80	2.27	2.28	1.96	3.41	4.30	3.52	4.22	3.59	3.51	3.19	2.94
1988	1.37	1.47	2.38	1.97	2.34	4.13	4.40	3.97	3.47	3.19	2.32	2.32
1989	1.38	1.41	1.86	2.18	2.89	2.50	4.06	4.28	3.08	2.14	4.12	3.06
1990	2.05	1.77	2.30	1.54	2.39	3.45	4.19	5.19	4.45	2.63	3.00	3.10
1991	2.82	1.93	1.54	2.65	2.77	3.83	4.09	3.97	3.72	3.24	3.20	2.22
1992	1.73	1.58	2.14	1.80	2.13	3.46	4.45	4.47	3.23	3.56	2.97	2.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.19. Radiación solar neta o radiación neta de onda corta; Rns = 0,77 Rs (MJ m-2 día-1)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	11.7	11.6	11.4	11.7	11.9	11.6	13.3	14.5	14.7	14.5	13.9	12.6
1973	10.9	11.9	11.9	11.3	11.8	11.0	13.0	14.6	14.8	14.5	13.7	11.7
1974	12.2	10.1	12.2	13.3	12.2	10.4	13.6	16.1	14.2	13.8	12.9	12.3
1975	11.5	9.6	11.2	11.2	10.1	10.9	12.9	12.7	14.2	13.3	14.4	14.8
1976	10.2	11.2	11.7	11.8	11.3	11.6	14.9	13.8	14.9	14.6	13.9	13.0
1977	10.7	11.2	12.7	11.6	12.6	12.4	14.4	14.6	16.6	15.8	14.0	13.3
1978	13.7	12.3	12.3	11.3	11.6	13.9	13.8	16.9	14.5	16.4	14.4	12.7
1979	11.6	11.7	10.5	11.7	12.4	13.6	15.3	15.7	15.1	17.5	15.9	14.6
1980	13.7	11.3	11.9	12.8	12.6	14.2	14.8	15.7	16.3	13.8	13.4	13.6
1981	12.1	10.6	11.8	12.1	12.8	13.2	14.5	15.8	17.6	14.5	15.2	12.1
1982	12.5	12.8	11.8	12.9	11.7	12.5	14.2	16.5	15.0	13.1	13.9	10.8
1984	14.2	10.5	11.4	11.1	10.6	10.8	12.4	15.8	14.3	13.2	13.5	12.7
1985	10.2	12.8	13.2	12.3	11.8	14.9	14.8	14.3	16.0	15.4	16.5	13.2
1986	10.7	11.3	12.8	10.5	11.8	14.7	15.5	14.7	15.6	15.2	13.9	12.9
1987	11.0	12.4	12.4	10.7	13.1	14.0	12.7	15.2	14.9	15.3	14.5	13.7
1988	9.7	10.2	12.4	10.7	10.6	13.6	14.3	14.4	14.6	14.4	12.1	12.0
1989	9.7	10.0	11.1	11.3	11.8	10.3	13.6	15.3	13.5	11.7	16.6	13.9
1990	11.6	11.1	12.4	9.7	10.9	12.5	14.1	17.4	16.7	13.0	14.1	14.3
1991	13.8	11.6	10.4	12.6	11.8	13.4	13.8	14.4	15.1	14.5	14.4	12.0
1992	10.8	10.6	12.2	10.6	10.3	12.6	14.6	15.9	14.0	15.5	13.9	13.2

Fuente: Elaboración propia

Tabla D.3.20. Valores de flujo de calor del suelo;Gmes = 0.07 (Tmes, i+1 - Tmes, i-1) (MJ m-2 día1)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	-0.032	0.049	0.014	0.000	-0.056	-0.042	0.018	0.011	0.035	0.028	0.021	-0.045
1973	0.133	0.024	-0.025	-0.087	-0.080	-0.060	0.000	-0.021	-0.014	0.039	-0.014	0.105
1974	-0.024	0.010	0.077	0.035	-0.084	-0.095	0.021	0.035	0.000	0.028	0.010	-0.014
1975	0.077	0.004	0.007	-0.056	-0.049	-0.045	-0.003	0.025	-0.025	-0.014	-0.007	0.087
1976	-0.119	0.080	0.059	-0.018	0.004	-0.003	0.007	0.032	-0.007	-0.014	0.056	-0.077
1977	0.010	0.032	-0.042	-0.045	-0.018	-0.035	-0.053	0.032	0.063	-0.021	0.039	0.039
1978	0.074	-0.018	-0.070	0.000	-0.025	0.007	0.010	-0.032	-0.007	0.032	0.017	0.010
1979	0.000	0.049	0.049	-0.018	-0.077	-0.042	0.021	0.031	-0.010	-0.018	0.018	-0.003
1980	-0.045	0.035	0.105	-0.014	0.000	-0.063	-0.045	-0.007	-0.021	-0.039	0.007	0.088
1981	0.007	0.045	0.007	-0.035	-0.053	-0.021	-0.018	0.028	0.028	-0.021	0.028	0.004
1982	-0.007	0.046	-0.014	-0.025	-0.010	-0.024	0.011	0.024	-0.021	0.035	0.042	-0.056
1984	-0.010	0.007	0.021	0.004	-0.042	-0.042	0.004	0.025	0.014	-0.032	0.014	0.039
1985	0.011	0.095	0.007	-0.056	0.000	-0.014	-0.045	0.028	0.010	0.000	0.018	-0.053
1986	-0.018	0.010	0.025	-0.010	-0.042	-0.007	0.018	0.025	-0.018	-0.024	0.035	0.007
1987	0.028	0.004	-0.021	-0.021	-0.004	-0.035	-0.024	0.035	-0.014	0.007	0.035	0.010
1988	0.070	0.038	-0.014	-0.025	-0.056	-0.070	0.007	0.021	0.010	-0.011	-0.018	0.046
1989	-0.042	-0.014	0.063	0.007	-0.049	-0.028	0.000	0.018	0.014	0.042	0.014	-0.024
1990	0.000	0.042	0.007	-0.067	-0.018	-0.042	0.000	0.032	-0.035	0.007	0.046	0.028
1991	0.067	0.000	0.007	-0.007	-0.011	-0.049	-0.059	0.021	-0.007	-0.018	0.004	0.053
1992	0.067	0.053	0.056	-0.053	-0.074	-0.084	-0.032	0.021	0.018	0.010	-0.035	0.053

Fuente: Elaboración propia

Haciendo uso de la fórmula 11 y las Tablas presentadas, obtenemos la evapotranspiración potencial cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla D.3.21. Valores de ETo mm/ mes

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1972	88.0	78.5	83.5	82.8	92.3	94.3	118.3	125.4	117.1	114.9	106.7	100.2	1202.1
1973	87.4	78.0	89.9	81.4	92.1	92.5	112.9	121.0	112.7	101.8	96.7	98.2	1164.6
1974	91.9	69.4	87.7	95.5	109.3	80.8	119.1	137.2	108.4	112.0	99.1	98.8	1209.4
1975	94.9	62.7	79.7	75.6	76.2	88.8	99.1	107.7	111.6	106.1	106.9	115.5	1124.8
1976	77.4	71.1	85.4	87.0	98.9	103.9	153.7	126.0	135.3	123.9	114.5	107.9	1284.9
1977	79.6	77.2	90.4	82.4	101.5	106.4	131.7	129.6	140.5	129.7	115.0	113.7	1297.7
1978	105.8	89.5	93.5	80.7	99.1	115.9	120.7	155.9	119.0	139.4	114.2	101.9	1335.5
1979	84.9	83.2	76.9	91.1	102.6	122.7	130.2	131.3	114.0	131.8	137.4	124.9	1331.1
1980	115.0	74.4	102.4	96.3	99.5	122.4	130.4	141.2	143.0	110.7	99.2	105.3	1339.8
1981	94.8	71.5	88.8	82.3	104.1	109.4	147.4	138.3	147.9	112.3	114.9	98.0	1309.8
1982	96.7	89.1	88.7	101.9	94.7	121.9	138.6	161.5	122.5	109.5	106.4	86.9	1318.5
1984	103.3	69.4	77.3	77.0	88.2	85.1	107.0	136.3	113.4	102.6	104.8	100.7	1165.0
1985	77.4	91.9	97.8	94.2	100.4	127.8	132.6	131.1	127.9	128.4	127.2	103.7	1340.4
1986	82.5	72.4	96.7	75.5	96.0	124.5	151.0	135.6	146.7	124.8	114.5	99.9	1320.0
1987	82.4	90.5	89.3	83.4	109.2	136.4	113.8	146.4	126.7	121.0	111.7	112.4	1323.1
1988	75.7	70.5	105.7	80.3	92.3	116.5	135.8	137.4	117.9	117.2	94.6	97.6	1241.5
1989	76.1	63.3	78.0	86.5	101.3	94.4	134.1	129.7	116.4	99.8	130.3	118.0	1227.8
1990	96.0	71.5	99.2	71.9	91.3	106.7	127.7	145.6	145.3	103.3	105.8	108.6	1272.9
1991	105.5	79.1	74.7	94.6	95.8	111.7	132.4	145.6	129.0	120.0	113.7	89.7	1291.9
1992	84.0	73.9	87.1	75.0	80.2	106.4	131.1	139.5	114.3	129.2	107.8	101.9	1230.4

Fuente: Elaboración propia

ETpromedio anual = 1266.55mm/año

D.4 Método de Thornthwaite

ETP = 16*(10*t/I)^a (12)

I = Σ ij ; j = 1, ..., 12

i = (Tm/5)^1.514 (13)

a = ((675*10^-9)*I^3)-((771*10^-7)*I^2)+((1792*10^-5)*I)+0.49239 (14)

ETP : evapotranspiración mensual sin ajustar en mm (mm/mes)
t : temperatura media mensual en °C
I : índice de calor anual

Para valores de temperatura media mensual superiores a 26,5 °C, la ETP sin ajustar se obtiene directamente de la tabla ("Valores de la ETP diaria sin corregir para temperaturas superiores a los 26,5 °C") al ser independiente del valor de I. En este caso, hay que considerar que para obtener el valor mensual hay que multiplicar por el número de días del mes.

Para el cálculo de la ETP de un mes determinado será preciso corregir la ETP sin ajustar "e" mediante un coeficiente que tenga en cuenta el número de días del mes y horas de luz de cada día, en función de la latitud. Para lo cual se introduce el índice de iluminación mensual en unidades de 12 horas, que deberá multiplicar a la ETP sin ajustar para obtener la ETP según Thornthwaite (mm/mes).

ETPTho = e · L (15)

e : evapotranspiración mensual sin ajustar en mm
L: factor de corrección del número de días del mes (Ndi) y la duración astronómica del día Ni -horas de sol-:

Li = Ndi/30 · Ni/12 (16)

El valor de "L" se puede obtener, así mismo, de la tabla "Valor L del método de Thornthwaite.

Coeficientes para la corrección de la ETP debida a la duración media de la luz solar".

Empleando la fórmula 13, obtenemos los valores que a continuación se detallan:

Tabla D.4.1. Valores de i e I

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	I
1972	5.68	5.96	5.98	6.07	6.07	5.76	5.85	5.93	6.01	6.18	6.15	6.24	71.88
1973	6.41	6.15	6.55	6.07	6.01	5.60	5.68	5.65	5.44	5.46	5.68	5.25	69.95
1974	5.46	5.44	5.55	6.07	5.96	5.63	5.33	5.79	5.57	5.71	5.74	5.74	67.97
1975	5.82	5.68	5.87	5.82	5.55	5.55	5.22	5.55	5.44	5.30	5.28	5.20	66.26
1976	5.30	5.17	5.90	5.71	5.96	5.79	5.93	5.87	6.18	5.87	5.98	6.15	69.82
1977	6.10	6.21	6.38	5.93	6.04	5.85	5.93	5.57	6.18	6.04	5.93	6.18	72.33
1978	6.10	6.49	5.96	5.96	6.07	5.87	6.21	6.04	5.96	5.93	6.10	5.90	72.57
1979	5.57	5.82	5.98	6.26	6.01	5.85	5.74	5.98	5.96	5.90	5.82	5.93	70.82
1980	6.29	5.52	6.61	6.41	6.55	6.58	6.15	6.24	6.12	6.01	5.71	6.01	74.19
1981	5.76	6.01	6.12	6.21	6.07	5.96	5.96	5.85	6.15	5.96	5.87	6.10	72.01
1982	5.90	6.32	6.24	6.29	6.18	6.35	6.10	6.43	6.24	6.15	6.43	6.41	75.04
1984	5.68	5.74	5.74	5.93	5.87	5.76	5.60	5.82	5.82	5.82	5.46	5.87	69.11
1985	5.30	5.87	6.10	6.04	5.82	6.18	5.76	5.85	5.93	5.87	5.85	5.87	70.44
1986	6.01	5.85	6.07	6.12	6.15	6.04	6.21	6.12	6.32	5.98	6.07	6.12	73.07
1987	6.32	6.61	6.38	6.46	6.35	6.61	6.12	6.41	6.43	6.26	6.32	6.41	76.68
1988	6.04	6.24	6.35	6.15	6.29	5.96	5.85	5.96	5.98	5.98	5.79	5.71	72.30
1989	5.87	5.71	5.76	6.26	6.04	6.04	5.87	6.04	5.96	6.07	6.24	6.10	71.96
1990	6.43	6.12	6.72	6.26	6.29	6.26	6.15	6.29	6.32	5.93	6.29	6.21	75.30
1991	6.46	6.46	6.41	6.61	6.52	6.66	6.26	6.24	6.35	6.18	6.15	6.10	76.40
1992	6.38	6.43	6.81	6.90	6.43	6.49	6.04	6.29	6.07	6.26	6.07	5.96	76.13

Fuente: Elaboración propia

Desarrollando la fórmula 14 obtenemos los resultados que se muestran a continuación:

Tabla D.4.2. Valores de a

AÑO	a
1972	1.6327
1973	1.5997
1974	1.5662
1975	1.5377
1976	1.5975
1977	1.6405
1978	1.6448
1979	1.6146
1980	1.6732
1981	1.6351
1982	1.6882
1984	1.5854
1985	1.6081
1986	1.6535
1987	1.7175
1988	1.6400
1989	1.6342
1990	1.6927
1991	1.7125
1992	1.7076

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el factor de corrección del número de días del mes y la duración astronómica del día empleamos la fórmula 16 y obtenemos los valores que se muestran a continuación:

Tabla D.4.3. Calculo de Li= (N/12)*(d/30)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1972	1.06	0.98	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1973	1.06	0.96	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1974	1.06	0.96	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1975	1.06	0.96	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1976	1.06	0.98	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1977	1.06	0.96	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1978	1.06	0.96	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1979	1.06	0.96	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1980	1.06	0.98	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1981	1.06	0.96	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1982	1.06	0.96	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1984	1.06	0.98	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1985	1.06	0.96	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1986	1.06	0.96	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1987	1.06	0.96	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1988	1.06	0.98	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1989	1.06	0.96	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1990	1.06	0.96	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1991	1.06	0.96	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06
1992	1.06	0.98	1.04	0.99	1.01	0.98	1.01	1.02	1.00	1.04	1.02	1.06

Fuente: Elaboración propia

Desarrollando la fórmula 12, obtenemos la evapotranspiración potencial, que a continuación se detalla:

Tabla D.4.4. Calculo de ET (mm/mes)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1972	60.9	59.4	63.1	61.2	62.6	57.0	60.0	61.5	61.1	65.9	64.1	67.5	744.1
1973	70.3	60.9	70.6	62.2	63.0	56.3	59.2	59.4	55.8	58.7	59.8	57.1	733.3
1974	60.6	54.4	60.3	63.2	63.4	57.6	56.4	62.0	58.3	62.6	61.5	63.9	724.2
1975	65.6	57.8	64.9	61.5	59.9	57.6	56.2	60.2	57.8	59.0	57.4	58.6	716.3
1976	57.7	52.1	63.3	58.4	62.4	58.4	62.0	61.9	64.0	63.5	63.3	67.6	734.4
1977	65.4	60.3	67.4	59.5	62.1	57.7	60.6	57.2	62.7	64.0	61.3	66.6	744.7
1978	65.3	63.2	62.4	59.7	62.3	57.8	63.6	62.3	60.1	62.6	63.1	63.2	745.4
1979	60.2	56.9	63.7	63.9	62.6	58.4	59.3	62.6	61.0	63.2	60.9	64.5	737.2
1980	66.7	53.5	69.0	63.7	66.8	64.6	62.2	63.7	61.1	62.7	57.9	63.6	755.4
1981	61.8	58.4	64.6	62.7	62.5	59.0	61.1	60.4	62.5	63.2	60.9	65.8	742.9
1982	61.7	60.2	64.3	62.1	62.2	61.7	61.1	65.5	61.9	63.8	65.6	67.8	757.7
1984	62.4	58.5	61.8	61.1	61.9	58.4	58.7	61.7	60.4	63.2	57.9	64.8	730.9
1985	57.3	57.7	65.2	61.7	60.6	62.2	59.8	61.3	60.9	63.1	61.4	64.1	735.2
1986	64.1	56.1	63.4	61.2	62.9	59.4	63.4	63.0	63.8	62.9	62.5	65.5	748.2
1987	65.7	62.4	65.1	63.1	63.3	63.7	60.5	64.3	63.3	64.2	63.4	66.9	765.9
1988	64.8	62.2	67.0	61.9	64.9	58.9	59.8	61.5	60.6	63.4	59.8	61.1	745.8

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1989	63.1	55.2	60.6	63.3	62.3	59.9	60.2	62.6	60.4	64.5	65.0	65.8	742.8
1990	67.8	57.9	69.8	61.6	63.3	60.7	61.6	63.7	62.7	61.1	63.8	65.3	759.4
1991	67.5	61.0	65.6	64.9	65.4	64.5	62.3	62.5	62.5	63.4	61.7	63.4	764.4
1992	66.7	62.4	70.3	68.2	64.5	62.7	59.9	63.3	59.5	64.5	60.9	61.9	764.9

Fuente: Elaboración propia

ETpromedio anual = 744.64 mm/año