

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA AGRÍCOLA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA**

---

---



**“EVALUACIÓN DE LAS SEQUÍAS HIDRO-METEOROLÓGICAS  
EN LA MICRO CUENCA AYAVIRI”**

**TESIS**

PRESENTADO POR:

**BACH. RUBEN FREDY QUISPE QUISPE**

PARA OPTAR EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

XXIII PROMOCIÓN

PUNO – PERU  
2012

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

**“EVALUACIÓN DE LAS SEQUÍAS HIDRO-METEOROLÓGICAS  
EN LA MICRO CUENCA AYAVIR.”**

**TESIS**

PRESENTADA POR:

**RUBEN FREDY QUISPE QUISPE**

A LA DIRECCION DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA, COMO  
REQUISITO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

APROBADO POR:

  
PRESIDENTE DE JURADO : **Dr. JOSE JUSTINIANO VERA SANTA MARIA**

  
PRIMER MIEMBRO : **ING. EDILBERTO HUAQUISTO RAMOS**

  
SEGUNDO MIEMBRO : **MSc. GERMAN BELÍZARIO QUISPE**

  
DIRECTOR : **MSc. LORENZO GABRIEL CIEZA CORONEL**

  
ASESOR : **ING. MARCO ANTONIO RODRIGUEZ MENDOZA**

ÁREA : Ingeniería y Tecnología  
TEMA: Meteorología y ciencias atmosféricas  
LÍNEA: Recursos Hídricos

## DEDICATORIA

A mis **padres**, el Sr. **Cipriano Quispe Mamani**, quien me apoyo permanentemente, por sus sabios consejos, gran persona y que siempre a confiado en mi, sin dudar lo aclamó. A mi madre, la Sra. **Toribia Quispe Condori**, quien con su amor de madre, con paciencia me a motivado para conseguir mi meta. Gracias a ambos por darme el ejemplo de vida, día a día estuvieron en mi pensamiento, siendo una motivación inquebrantable. Les dedico este logro que indudablemente nunca hubiera sido posible sin su apoyo y consejos.

A mis **HERMANOS**, que aun a pesar de la distancia estuvieron conmigo brindándome su apoyo, su cariño y su comprensión, gracias por sus bendiciones.

*“Como necesidad histórica de satisfacer el espíritu del futuro dedico el presente trabajo, a los que trabajan la tierra, los casi siempre olvidados y castigados por el poder financiero y su progreso, aquellos de gran energía renovable y potencial energético, nuestros campesinos como que sufre el fantasma de la sequía e inundaciones, causa principal de la miseria, hambre, desigualdad y migración”.*

## AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, a través de la Facultad de Ingeniería Agrícola quien me brindo la oportunidad de realizar mis estudios de pre-grado.

Al M.Sc. Lorenzo Cieza Coronel, mi reconocimiento y gratitud por su magnífica dirección por darme el apoyo y confianza en los momentos complicados del trabajo de investigación y por comprometerse a conducir y dirigir la tesis de un servidor, así como por orientarme en los aspectos científicos y personales.

Mi sincero agradecimiento al Ing. Marco A. Rodriguez Mendoza, quien me asesoro en la ejecución de mi trabajo de investigación, por su valiosa contribución en el presente trabajo, cada comentario emanado de su experiencia sirvió verdaderamente para enriquecer la investigación.

Al Dr. Jose Justiniano Vera Santa Maria, por compartir sus conocimientos, guiarme para enfrentar los problemas científicos y su valiosa orientación, por su revisión tan exhaustiva en cada uno de los capítulos de la tesis y preocuparse por la calidad de la misma.

Agradezco especialmente también al MSc. German Belizario Quispe, por su apoyo, su educación y su amistad, con quien he podido compartir y discutir parte de este estudio, las gracias por su interés en el área y el apoyo constante y también por encauzarme por el camino científico y personal.

Agradezco especialmente también al Ing. Edilberto Huaquisto Ramos, por brindarme su amistad y por colaborar en la presente investigación.

A Todos los profesores de la Facultad de Ingeniería Agrícola por compartir sus conocimientos, que servirán para enfrentar y resolver los problemas profesionales y contribuyeron durante mi formación profesional, fueron parte de mi vida.

A mis amigos y amigas quienes siempre estuvieron ahí apoyándome en los momentos más difíciles ya sea en lo académico, social, sentimental, deportivo y otros motivos.

A todos los que formaron parte de mi entorno que involuntariamente omito.

R.F. Quispe .

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>CAPITULO I:</b> .....	<b>2</b>
1.INTRODUCCIÓN. ....	2
1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:.....	3
1.2.ANTECEDENTES.....	4
1.3.OBJETIVOS .....	6
1.3.1.Objetivo General: .....	6
1.3.2.Objetivos Específicos:.....	7
1.4.HIPÓTESIS.....	7
1.4.1.Hipótesis General .....	7
1.4.2.Hipótesis Específico.....	7
<b>CAPITULO II:</b> .....	<b>8</b>
2. MARCO TEORICO .....	8
2.1. CUENCA HIDROGRAFICA.....	8
2.1.1. Subcuenca.....	9
2.1.2. Micro cuenca .....	9
2.1.3. Partes de una Cuenca.....	9
2.2. HIDROLOGÍA.....	10
2.2.1. Precipitación.....	10
2.3. HIDROLOGÍA ESTADÍSTICA. ....	10
2.3.1. Definición de Parámetros Estadísticos.....	11
2.4. SEQUÍA. ....	13
2.4.1 Definición de Sequía.....	13
2.5. TIPO DE SEQUIA. ....	15
2.6. MÉTODOS PARA ESTUDIAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS SEQUÍAS.....	17
<b>CAPITULO III:</b> .....	<b>20</b>
3. MATERIALES Y METODOS .....	20
3.1. UBICACIÓN: .....	20
3.2. VÍAS DE ACCESO.....	20
3.3. INFORMACIÓN HIDRO-METEOROLÓGICA.....	22
3.4.1. Métodos para el Procesamiento de Datos.....	23
3.5. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE LA INFORMACIÓN HIDRO-METEOROLÓGICA .....	24
3.5.1. Análisis Gráfico .....	24
3.5.2. Análisis de Doble Masa .....	26
3.3.2. Análisis Estadístico.....	27
3.5.3. Completación de Datos Hidrológicos.....	39
3.6. INDICES DE SEQUÍA.....	41
3.6.1. Índice de Sequía de Palmer (PDI) .....	41
3.6.2. Balance Hídrico.....	43
3.5. MODELO ESTOCASTICO DE DATOS ANUALES.....	47
<b>CAPITULO IV</b> .....	<b>51</b>
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	51
4.1. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA.....	51
4.2. RED DE ESTACIONES-INFORMACIÓN HISTORICA .....	51
4.3. ANALISIS DE CONSISTENCIA DE LA INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA.....	52

4.3.1. Analisis de Histogramas .....	55
4.3.2. Analisis de Doble Masa .....	59
4.3.3. Análisis Estadístico de Saltos y Tendencias .....	60
4.3.4. Completación de Datos de Hidrológicos .....	62
4.4. ÍNDICE DE SEQUÍA.....	63
4.4.1. Índice de Sequía de Palmer (PDI) .....	63
4.4.2. Calculo de los Episodios de Sequía Histórica .....	64
4.4.3. Caracterización Anual de la Sequía Histórica .....	69
4.4.4. Sequía 1982 - 1984 .....	69
4.4.5. Sequía 1970 - 1972 .....	69
4.4.6. Sequía 1975 - 1977 .....	70
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>73</b>
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	73
5.1. CONCLUSIONES .....	73
5.2. RECOMENDACIONES. ....	75
<b>CAPITULO VI .....</b>	<b>76</b>
6. BIBLIOGRAFÍA:.....	76
ANEXOS .....	78



## RESUMEN

Las sequías son fenómenos hidro-meteorológicos y es un desastre que afecta a vastas regiones por meses o años. Constituyen una adversidad climática con significativos efectos negativos en los aspectos socioeconómicos y pueden afectar al mayor número de personas. En este trabajo se evaluó la ocurrencia de sequías en la micro cuenca Ayaviri del periodo 1968 – 2010 por medio de información hidro-meteorológica de superficie.

Los objetivos plantados en el presente trabajo consisten en: a) desarrollar indicadores de sequías hidro – meteorológicas, b) Modelar numéricamente el fenómeno de sequías mediante herramientas teóricas y computacionales, c) Determinar las probabilidades de ocurrencia de distintos niveles de sequía según la época del año.

Para el análisis y evaluación de las sequías ocurridas en la micro cuenca Ayaviri, mediante el uso de información (series de precipitaciones, de caudales y valores de evapotranspiración potencial). Para evaluar las sequías se utilizaron el índice de sequía de Palmer (PDI) y el modelo Markoviano.

Los resultados de la investigación indican que las sequías son fenómenos que ocurren periódicamente en toda la micro cuenca Ayaviri. Estos eventos extremos y su recurrencia afectan de manera directa. Se observó que el índice se logró identificar y caracterizar a los períodos de sequía, sus intensidades y frecuencias de ocurrencia, en la zona de estudio y para el período 1968-2010. Los resultados obtenidos del análisis de las sequías en la micro cuencas Ayaviri de las 5 estaciones meteorológicas presentan semejanzas.

El análisis temporal por medio de índices meteorológicas permitió no solo establecer las intensidades y frecuencias de las sequías ocurridas, sino también determinar niveles de probabilidades para la localidad en estudio.

## CAPITULO I:

### 1. INTRODUCCIÓN.

Los factores climatológicos representan para la mayoría de los países, la parte más importante para su desarrollo, ya que de ellos dependen en gran medida las actividades socioeconómicas, las cuales están asociadas a alimentos, energía y almacenes de agua entre otros. Específicamente, la precipitación y temperatura tienen un papel importante en el manejo de los recursos naturales, debido a que controlan las actividades agrícolas, pecuarias y forestales así como una gran variedad de actividades económicas e incluso el comportamiento y desarrollo social.

La escasez de precipitaciones en un área y en un período de tiempo determinado constituye un fenómeno hidrológico extremo denominado “sequía”. Las sequías pueden ser clasificadas según las variables hídricas involucradas. Al respecto, Wilhite y Glantz (1985) Han definido cuatro categorías de sequías: Meteorológicas: Basadas en datos climáticos, es una expresión de la desviación de la precipitación, respecto del valor promedio durante un período de tiempo determinado. Agrícolas: Cuando no hay suficiente humedad en el suelo para permitir el normal desarrollo de un determinado cultivo en cualquiera de sus fases de crecimiento Hidrológicas: Es una deficiencia en el caudal o volumen de aguas superficiales o subterráneas (ríos, Lagos, vertientes, etc.). Socio-económicas: Se produce cuando la disponibilidad de agua disminuye hasta el punto de producir daños (económicos o personales) a la población de una zona afectada por la escasez de lluvias. En Puno, y particularmente en la provincia de Melgar, las pérdidas económicas por sequías, en el sector agropecuario, y los problemas en distintos sectores de la población por la escasez de agua potable, han sido registradas por diversos organismos nacionales (SAGyRR, 1987), internacionales (FAO, 2000) y medios de difusión (La Voz del Interior, 2002 y 2004). Desde el punto de vista agrícola, la sequía

constituye una situación de riesgo para la producción. Teniendo en cuenta que Ayaviri es una provincia con uno de sus ejes económicos en torno a la agricultura, resulta de interés conocer su predictibilidad, para subsanar posibles perjuicios en la economía regional. Desde el punto de vista de hidrológico y de la ingeniería, es esencial contar con una base de datos y estudios que ofrezcan el material necesario para poder generar las obras de contención, distribución y tratamiento de los recursos hídricos involucrados, ante una sequía hidro-meteorológica. Monitorear y evaluar sequías, permitirá elaborar estrategias de mitigación de los efectos negativos que trae aparejada la falta de agua en una comunidad y su entorno.

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

Las sequías afectan grandes extensiones geográficas, llegando a cubrir países enteros o regiones de continentes, y pueden durar varios meses o, en algunos casos, hasta varios años. Invariablemente, tienen un impacto directo y significativo sobre la producción alimenticia y la economía en general. La carencia de lluvias da lugar a que no haya un caudal suficiente de agua para las plantas, los animales y la población.

El problema de vulnerabilidad del clima afecta a las sequías ocasionando daños sector domestico-urbano a las actividades agrícolas y pecuarias en la micro cuenca Ayaviri, como la baja producción y por ende la perdida económica. La sequía provoco otros desastres, a saber: inseguridad alimentaria, hambruna, desnutrición, epidemias y desplazamiento de la población de una zona a otra.

Considerando que la actividad agrícola requiere mayor volumen de agua en épocas de escasez, es primero que sufre las consecuencias y que tiene bajo rendimiento por su terreno accidentado y su severas condiciones climaticas, se práctica una agricultura de subsistencia y en el sector ganadero en climas severas, disminuye las praderas naturales, disminuye el peso de los animales, se tiene fuertes mermas en cantidad y

calidad en donde en gran parte del año los días son soleados, el problema de las sequías, su estudio es de mayor importancia que las heladas, ya que solo teniendo suficiente conocimiento acerca de su periodicidad será posible estudiar y plantear las soluciones mas adecuadas a este problema y evitar las consecuencias funestas para la agricultura y para el hombre de la micro cuenca en estudio.

Ahora bien, teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, en el desarrollo del presente trabajo nos planteamos responder a las siguientes interrogantes.

¿Es necesario evaluar las sequias hidro - meteorológicas en la micro cuenca Ayaviri?

¿Cuáles son los indicadores de las sequías en el Altiplano – Puneño, considerado uno de los aspectos más críticos para planificar el uso óptimo de sequía?

¿Cuáles serian las probabilidades de ocurrencia de los distintos niveles de sequía?

## **1.2. ANTECEDENTES.**

El fenómeno de la sequía ha sido estudiado ampliamente en distintos escenarios, en diferentes épocas y desde distintos puntos de vista.

Las sequías son períodos secos prolongados, existentes en los ciclos climáticos naturales, caracterizados por la falta de precipitaciones pluviales y de caudal en los ríos. Su origen se encuentra en la atmósfera, en donde la humedad es deficiente. En regiones áridas y semiáridas es común que haya períodos más secos o más húmedos que de costumbre y estas variaciones causan serios problemas.

"En términos generales puede ser considerada como la insuficiente disponibilidad de agua en una región, por un período prolongado para satisfacer las necesidades de los elementos bióticos locales. Estas necesidades dependen de la distribución de las

poblaciones de plantas, animales y seres humanos, de su modo de vida y del uso de la tierra".

Sequías en Brasil que causaron incendios que arrasaron 50.000 km<sup>2</sup> de bosques

En nuestro país lo intenso de estas lluvias se relaciona también a la carencia de precipitaciones en otros puntos del territorio tal y como ocurrió en la década de los 80 cuando a la par del fenómeno El Niño en la costa norte, una fuerte sequía ocurría en la sierra sur y central con una pérdida estimada de 200 a 300 millones de dólares.

El año 2004 el período de lluvias ha sido en extremo corto y con menor intensidad de precipitaciones lo que ha originado el posible desabastecimiento del principal cultivo alimenticio del Perú: el arroz. Informes científicos afirman que si no se administra adecuadamente el recurso agua en el Perú, las principales ciudades de la costa quedarían desabastecidas de este recurso para el año 2025.

En los últimos cincuenta años los periodos de sequía han sido más críticos y más seguidos, citamos algunos: en 1955 – 57, se produjo una sequía en Puno que tuvo como causa una zona de baja presión al Nor oeste de Bolivia, en 1983 y 1989, el fenómeno del niño y su avance hacia el sur del país, origino un periodo seco que afecto Moquegua, parte de Arequipa y la totalidad de Puno (Boletín de Lima N°90).

Johnson, (1993) en este estudio se realiza la simulación numérica y computacional, de un caso particular, utilizando el índice de Palmer; ya que las decisiones para la gestión y operación de embalses en caso de sequía, tomadas en base al índice de Palmer, son de utilidad para los estudios en embalses y regiones geográficas grandes. Sin embargo, su utilidad es limitada para la planificación de embalses individuales para la gestión de los efectos, en caso de sequías eventuales. Este trabajo ofrece un antecedente en el estudio de las sequias a través del índice PDI, en cuencas con embalses.

Bayes Bruñol, (2004) el autor ofrece una visión climática y antropica de las sequias en la cuenca del rio Muga. Caracteriza el fenómeno desde el aspecto temporal y espacial, identificando las causas y los elementos hidráulicos que intervienen en la cuenca, y el comportamiento de los mismos ante una crisis hídrica. El enfoque global que realizo el autor respecto de las sequias en un sitio determinado, permitió analizar la influencia de las distintas escalas espaciales y temporales en el análisis de las lluvias desde el punto de vista meteorológico.

Fernandez, (2005) esta investigación engloba cuatro ítems fundamentales tratados en la misma; tales como: las propiedades de interés de las sequias, las sequias en Chile central, las sequias en el cono sur del continente americano y su relación con el fenómeno climático ENSO. De tal manera, el autor abarco distintos aspectos de interés para desarrollar el proyecto a investigar y ofreció un panorama regional de las sequias en el continente sudamericano.

No se obtuvieron estudios, donde se trate específicamente, el tema de las sequía hidro-meteorologica en la Micro cunca Ayaviri.

Para Chereque, (1980) la incidencia de la sequía, sobre la ecología puneña, es tremenda. No solamente mueren las plantas de escaza raíz (sobre todo pastos sobrevive, miserablemente, solo el ichu) sino que, la falta de nubosidad permite alta insolación la cual, combinaada con las bajas temperaturas de esas (sobre los 3800 msnm.) determinan altas frecuencias de severas heladas que completan de arruinar lo poco que hubiese quedado.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General:**

- Evaluar las sequías hidro-meteorológicas en la Micro cuenca Ayaviri.

### 1.3.2. Objetivos Específicos:

- Desarrollar indicadores de sequías hidro – meteorológicas.
- Modelar numéricamente el fenómeno de sequías mediante herramientas teóricas y computacionales.
- Determinar las probabilidades de ocurrencia de distintos niveles de sequía según la época del año.

## 1.4. HIPÓTESIS

A los fines de facilitar el alcance de los objetivos del proyecto de investigación se adoptan las siguientes suposiciones.

### 1.4.1. Hipótesis General

- Mediante el estudio hidro-meteorológico en la micro cuenca Ayaviri es posible obtener índices de sequía.

### 1.4.2. Hipótesis Específico

- Se desarrolla indicadores de sequías hidro-meteorológicas para tomar decisiones adecuadas frente a las necesidades del recurso hídrico.
- Se modela numéricamente el fenómeno de sequía mediante índices numéricos para el seguimiento y evaluación de las sequías hidro-meteorológicas y sus efectos en la dinámica hídrica en la micro cuenca.
- La ocurrencia de sequías es probable que afecta por igual a todos los procesos hidrológicos en la micro cuenca en estudio.

## CAPITULO II:

### 2. MARCO TEORICO

#### 2.1. CUENCA HIDROGRAFICA.

Según Vásquez, (2000) una cuenca es un territorio y un área geográfica (suelo, agua, clima, precipitación pluvial, escorrentía subterránea, etc.) delimitados por la colección del agua que se deriva en una fuente de agua. Esta contiene determinados recursos naturales que otorgan posibilidades a la vida humana y animal. Su hilo conductor es el ciclo hidrológico y la cultura de la población que ocupa y se relaciona con la naturaleza. Ese hilo se encuentra constantemente generándose, regenerándose o degenerándose, con la intervención del hombre y su sociedad, los cuales forman juntos un todo indivisible con la naturaleza.

Según Brooks, (1985) la Cuenca Hidrográfica se define como la unidad territorial natural que capta la precipitación, y es por donde transita el escurrimiento hasta un punto de salida en el cauce principal o sea es un área delimitada por una divisoria topográfica denominada parte-agua que drena a un cauce común.

Para Villon, (2002) la Cuenca de drenaje de una corriente, es el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación, se unen para formar un solo curso de agua. Cada curso de agua tiene una cuenca bien definida, para cada punto de su recorrido.

Los elementos más importantes de una cuenca son: el agua, el suelo, el clima, la vegetación, la topografía, la flora, la fauna y el hombre.



### 2.1.1. Subcuenca

Según Vasquez, (1997) es el área determinada en función del grado de ramificación de los cursos de agua, correspondiendo a la subcuenca los cursos de agua de 4° y 5° orden. En tanto al área referencial para las diferentes unidades hidrográficas, a la subcuenca se le da un área que oscila entre los 5000 a 50000 has.

### 2.1.2. Micro cuenca

Según Vasquez, (1997) área determinada en función de grado de ramificación de los cursos de agua, correspondiendo a la microcuenca los cursos de agua de, 1°, 2° y 3° orden. En tanto al área referencial para las diferentes unidades hidrográficas, a la microcuenca se le da un área que oscila entre los < 5000 has.

### 2.1.3. Partes de una Cuenca

Según Vasquez, (1997) las cuencas alto andinas normalmente constan de 3 partes:

**a. Parte alta.-** Estas comprenden altitudes superiores a los 3000 msnm. Llegando en algunos casos hasta los 6000 msnm. En tales áreas se concentra el mayor volumen de agua, dado que allí la precipitación pluvial es intensa y abundante. La precipitación total anual promedio alcanza los 1000 – 2000 mm/año.

**b. Parte media.-** Es la comprendida entre los 800 y 3000 msnm. Las precipitaciones promedio que caen en estas zonas varían entre los 100 – 1000 mm/año.

**c. Parte baja.-** Abarcan desde el nivel del mar hasta los 800 msnm. La precipitación promedio que cae en la zona es muy escasa siendo menor a 100 mm/año.

## **2.2. HIDROLOGÍA**

### **2.2.1 Precipitación.**

Según Mejía, (2001) es una variable hidrológica que manifiesta más claramente su carácter aleatorio, variando más drásticamente en el tiempo (variación temporal) y en el espacio (variación espacial). Es común que, en un determinado periodo de tiempo, mientras que en una zona ocurre una lluvia, en otra zona próxima no hay precipitación ninguna. La forma más común y la que mayor interés tiene en la ingeniería, es la lluvia que viene a ser la causa de los más importantes fenómenos hidrológicos su cuantificación correcta es uno de los desafíos que el hidrólogo o el ingeniero enfrentan.

Según Vásquez, (1997) es toda forma de agua cuyo origen está en las nubes, y cae a la superficie terrestre en forma de lluvia, granizo, garúa o nieve. En hidrología el tipo de precipitación de mayor importancia es la lluvia, por lo cual es la variable de entrada más significativa en el sistema hidrológico.

### **2.3. HIDROLOGÍA ESTADÍSTICA.**

Para Chow, (1998) los procesos hidrológicos evolucionan en el espacio y en el tiempo en una forma que es parcialmente predecible, o determinística, y parcialmente aleatoria. Un proceso de este tipo se conoce con el nombre de proceso estocástico. En algunos casos, la variabilidad aleatoria del proceso es tan grande comparada con su variable determinística, que se justifica que el hidrólogo trata el proceso como puramente aleatorio. De esta manera, el valor de una observación del proceso no está correlacionada con los valores de observaciones adyacentes, y las propiedades estadísticas de todas las observaciones son iguales.

### 2.3.1. Definición de Parámetros Estadísticos.

Según Chow, (1998) el objetivo de la estadística es extraer la información esencial de un conjunto de datos, reduciendo un conjunto grande de números a un conjunto pequeño de números. Las estadísticas son números calculados de una muestra los cuales resumen sus características más importantes. Los parámetros estadísticos son características de una población, tales como: la media y la desviación estándar.

Un parámetro estadístico es el valor esperado  $E$  de alguna función de una variable aleatoria. Un parámetro simple es la media, el valor esperado de la variable aleatoria.

Para una variable aleatoria  $X$ , la media es  $E(X)$ , y se calcula como el producto de  $x$  y la correspondiente densidad de probabilidad  $f(x)$ , integrado sobre el rango factible de la variable aleatoria.

$$E(X) = \mu = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$$

$E(X)$  es el primer momento alrededor del origen de la variable aleatoria, una medida del punto medio o tendencia central de la distribución.

La estimación por la muestra de la media es el promedio  $\bar{x}$  de la información de la muestra:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

La variabilidad de la información se mide por medio de la varianza  $\sigma^2$ , la cual es el segundo momento alrededor de la media.

$$E[(x - \mu)^2] = \sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x) dx$$

El valor estimado de la muestra de la varianza esta dado por.

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

En el cual el divisor es (n-1) en lugar de n para asegurar que la estadística de la muestra no sea sesgada, es decir, que no tenga una tendencia, en promedio, a ser el valor mayor o menor que el valor verdadero.

Para Villon, (2002) los parámetros de una distribución teórica, son variables que para cada conjunto de datos tienen un valor definido. Una vez que los parámetros quedan definidos, también queda definido la distribución teórica.

Por lo general, una función densidad o una función de distribución acumulada, pueden escribirse como una función de la variable aleatoria y en general como una función de sus parámetros.

Definición de parámetros. Dada una función de distribución con parámetros  $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ , se llaman estimadores a los valores  $a, b, c, \dots$ , obtenidos a partir de los estadísticos de la muestra, que se supone pertenece a la población que se pretende caracterizar.

## 2.4. SEQUÍA.

### 2.4.1 Definición de Sequía.

Por ser la sequía un fenómeno complejo muchos investigadores han definido este fenómeno de acuerdo al caso específico del estudio, lo cual varía con el espacio (afectando a zonas más o menos amplias) y en el tiempo (ausencia de precipitación en el periodo de lluvias).

Normalmente las variables más empleadas, solas o combinadas que intervienen en este tipo de fenómeno son:

Precipitación, temperatura del aire, humedad del aire, evaporación en superficies libres, humedad del suelo, vientos, escorrentía.

A continuación mencionaremos algunas definiciones alcanzadas por estudiosos de este fenómeno.

Ramírez y Brenes, (2001) definen la sequía como un desastre natural lento que no presenta trayectorias definidas y tiende a extenderse de manera irregular a través del tiempo y el espacio. La severidad de una sequía depende no solamente del grado de reducción de la lluvia, de su duración o de su extensión geográfica, sino también de las demandas del recurso hídrico para la permanencia de los sistemas naturales y para el desarrollo de las actividades humanas. La sequía es un fenómeno recurrente, inherente a climas muy variables, presente normalmente en regiones semiáridas y subhúmedas donde la vegetación se encuentra casi siempre en un frágil equilibrio ecológico; la agricultura es más riesgosa.

La OMM, (1992) define sequía como un periodo de tiempo con condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico. Se trata de una situación

deficiente de precipitación en relación a un comportamiento promedio considerado como normal. A menudo están asociadas con otros factores climáticos como altas temperaturas, vientos fuertes y baja humedad relativa que pueden agravar la severidad del episodio. Desde el punto de vista de la actividad agropecuaria la sequía agrometeorológica o agrícola constituye un proceso complejo donde operan factores físicos y biológicos, de cuya conjunción, sincronismo y reciprocidad de acción dependerán el alcance y la severidad de los perjuicios de cultivos y pasturas (Damario y Pascales, 1971). Para algunos especialistas, el déficit de humedad en el suelo que está ligado a los efectos sobre la producción vegetal es frecuentemente denominado como sequía edáfica (Barakat y Handoufe, 1998; Bootsma et al, 1996).

Guerrero y Yevjevich, (1975) y Tase, (1976) define la sequia como la deficiencia en la disponibilidad de agua en un tiempo significativo para satisfacer la demanda de agua para varias actividades humanas. Esta definición es producida principalmente por el carácter aleatorio de los procesos naturales que controlan la distribución del agua en el espacio y en el tiempo, sobre la superficie de la tierra y por la aleatoriedad de la demanda de agua.

Yevjevich, (1967 – 1972) define como sequia hidrológica a la deficiencia de precipitación, descargas, o agua acumulada en varias capacidades de almacenamiento, básicamente significa un déficit de abastecimiento de agua en un área, en el tiempo o ambos.

Salas, (1978) define las sequias asociadas a déficit y escasez de agua. Los déficit pueden ser relacionados a la falta de agua en un espacio e intervalo de tiempo dados con consecuencias moderadas. Escasez en la diferencia entre la demanda y abastecimiento.

EE.UU. Define comúnmente una sequia como un periodo de 21 días en que la precipitación es 30% menor que la precipitación normal.

Según el National Weather Service de Estados Unidos la sequía es una situación climatológica anormal que se da por la falta de precipitación en una zona, durante un período de tiempo prolongado. Esta ausencia de lluvia presenta la condición de anómala cuando ocurre en el período normal de precipitaciones para una región bien determinada. Así, para declarar que existe sequía en una zona, debe tenerse primero un estudio de sus condiciones climatológicas. La sequía difiere de la aridez en que la sequía es temporal; la aridez es una característica permanente de regiones con baja lluvia.

## 2.5. TIPO DE SEQUIA.

Según Wilhite y Glantz, (1985) en su trabajo "Understanding and Defining Drought", definen cuatro tipos de sequías, atendiendo a su origen y sus efectos, y son:

- a. **Sequía Meteorológica:** Es la de más corta duración y está caracterizada por la ausencia de lluvia por unas cuantas semanas. Entre las consecuencias ambientales están las altas temperaturas, baja humedad ambiental y vientos frecuentes fuertes. En general, el efecto de este tipo de sequia se manifiesta en malestar corporal que afecta mayormente a niños y ancianos, y eventualmente se produce daños a la salud por enfermedades gástricas. Es la anomalía de las lluvias a la baja de periodos que normalmente serian lluviosos.
- b. **Sequía Hidrológica:** Es un tipo de sequia de mayor plazo, que puede ser desde uno hasta de varios años; se caracteriza básicamente por una baja perceptible en los niveles de ríos, presas y acuíferos, en caudal y/o volumen. La baja en la lluvia ocasiona la disminución de los escurrimientos, lo cual hace que los cuerpos receptores, tales como las presas, lagos y acuíferos, disminuyan su nivel y volumen. Esta sequia, por su persistencia, puede causar severos daños a la población, a los sectores sociales más desarrollados o que han hecho grandes

inversiones, o a los pequeños productores dada su menor capacidad de resistir la emergencia, ya que los efectos y la recuperación son a largo plazo.

- c. Sequía Agrícola:** Este tipo de sequia es de carácter estacional y se relaciona con la duración del desarrollo fenológico de los cultivos. Se caracteriza por insuficiente humedad en el suelo, reduciendo o nulificando el desarrollo vegetativo, y por ende, bajas en los rendimientos. El carácter estacional no es que dure una estación determinada, sino que se presente en una estación o periodo que se esperaba fuera lluvioso. Las áreas de temporal o secano que dependen únicamente de la lluvia, son las que resisten mas esta faceta de la sequia, la que puede tener severos efectos en las actividades agrícolas aun pudiendo ser relativamente moderada que en etapas avanzadas, puede disminuir drásticamente la densidad de los cultivos y su rendimiento. Por tanto, este tipo de sequia es uno de los más sensibles que afecta a los sectores más vulnerables, ya que la inoportunidad de la lluvia puede significar un año completo sin la producción agrícola temporalera, tanto de producción comercial como de auto consumo. Esta sequía puede catalogarse como de duración media o de mediano plazo.
- d. Sequía Socioeconómica:** se plantea en términos de suministro de agua y demanda por grupos humanos, por lo tanto está muy relacionada con los efectos de corto y largo plazo de los otros tipos de sequía. La sequía ocurre cuando la demanda de agua de un grupo social, en un lugar determinado excede el suministro, es decir: es una combinación entre disminución de la precipitación y el crecimiento de las necesidades de la población o de las actividades productivas, de la eficiencia en el uso del agua y de la tecnología disponible



## 2.6. MÉTODOS PARA ESTUDIAR LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS SEQUÍAS.

Vera, (1984) caracterizar o cuantificar significa evaluar numéricamente las variables de definición de las sequías y sus correspondientes parámetros estadísticos.

Los métodos que permiten caracterizar las sequías pueden ser clasificados en: empíricos, experimentales y analíticos.

### a. Métodos Empíricos.

Para trabajar con los métodos empíricos se utilizan los datos históricos.

Los índices son de uso muy difundidos. La precipitación, humedad del suelo, cobertura vegetal y evapotranspiración son algunas variables de definición que se emplean.

Hay índices directos los que se emplean en la agricultura e índices indirectos los que se emplean en la clasificación de climas. También se usan los coeficientes de variabilidad y los deciles de precipitación como indicadores de sequía.

Este método es el más usado, el cual se basa en la serie histórica para determinar las características de sequías.

Para cuantificar las características de las sequías, hay varios índices como son:

Salas, (1979b) define como índice de severidad como la razón del déficit de agua a la demanda total dentro de la duración considerada como:

$$d = \frac{\sum Zt}{\sum dt}, \quad ,0 \leq d \leq 1$$

El valor de este índice varía desde  $d = 0$  que significa una condición de no sequía y  $d = 1$  que significa una sequía total; así  $d = 0.5$  puede indicar una sequía suave.

Yevjevich, (1967) define un índice como la razón de la intensidad de la duración, lo que representa la deficiencia promedio de abastecimiento de agua.

$$\overline{def} = \frac{1}{D} = \frac{M}{D^2}$$

Índice de Precipitación Estandarizada (SPI). Este método fue desarrollado por McKee *et al* (1993), parte en que un déficit de precipitación tiene diferentes impactos sobre los recursos hidrológicos: agua subterránea, agua almacenada y humedad del suelo; el SPI se diseñó para cuantificar el déficit de precipitación en diferentes períodos de tiempo, asumiendo que las condiciones de humedad del suelo son respuesta a las anomalías de precipitación de un período corto de tiempo, en tanto que para el agua subterránea, agua almacenada y corrientes de agua, el impacto se refleja en anomalías de precipitación de períodos de largo plazo.

**Índice de Sequía de Palmer (1965)**, da la severidad de sequía como una función de la diferencia acumulada de la precipitación actual y los requerimientos de precipitación, y divide este índice dentro de rangos de -0.50 a 0.99 para una sequía incipiente, menor o igual a -4.0 para una sequía extrema.

#### **b. Métodos Experimentales.**

Denominado también “generación de muestras o Montecarlo”, consiste en hacer modelamiento matemático de procesos de disponibilidad de información como demanda, caudal y la generación en el computador de muestras con similares características estadísticas de la serie histórica observada. En cada muestra se

analizan las variables asociadas con características de interés, como pueden ser el recorrido longitud, etc.

**c. Métodos Analíticos.**

Este método consiste en derivar probabilidades exactas para diversas características de sequía. Definiendo la sequía y sus características de interés a través de un modelo estocástico adecuado, se pueden alcanzar expresiones que muestran los momentos exactos de varias características.

De esta manera se ha derivado expresiones exactas y aproximadas de los momentos, función generatriz y distribución de variables característicos de sequías como son, el recorrido suma promedio y el recorrido negativo de mayor longitud para procesos univariados y bivariados.

## CAPITULO III:

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. UBICACIÓN:

Tiene un área de 2677  $Km^2$  con un perímetro de 298 Km, su parte mas elevada está en la cota 5100 msnm en el cerro Sapansalla y su parte más baja se ubica en la cota 3825 msnm donde el río Ayaviri confluye con el río Azangaro, y conforman el río Ramis, se ubica entre las coordenadas Este de 300814 a 375340 y Norte de 8301125 a los 8377292.

#### Ubicación Política:

Distrito : Ayaviri.

Provincia : Melgar

Departamento : Puno

#### Ubicación Geográfica:

Latitud sur : 14°22'12"

Longitud Oeste : 70°14'39"

Altitud : 3914 m.s.n.m.

#### 3.2. VÍAS DE ACCESO

El acceso es a través de la carretera Puno – Juliaca – Ayaviri, todo este tramo es por carretera asfaltada.

Cuadro N° 3.1

Accesibilidad a la zona de la micro Cuenca de Ayaviri, 2012

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (Km.)	TIEMPO (min.)	TIPO DE TRAMO
Puno – Juliaca	45	45 min.	Asfaltada
Juliaca– Ayaviri	93	1.30 hr.	Asfaltada

Fuente: Elaboración Propia.

El presente estudio hidro-meteorológico se limita a la cuenca del río Ramís y de sus formadores principales, los ríos Ayaviri y Azángaro, por ser el sistema hidrográfico, Ayaviri.

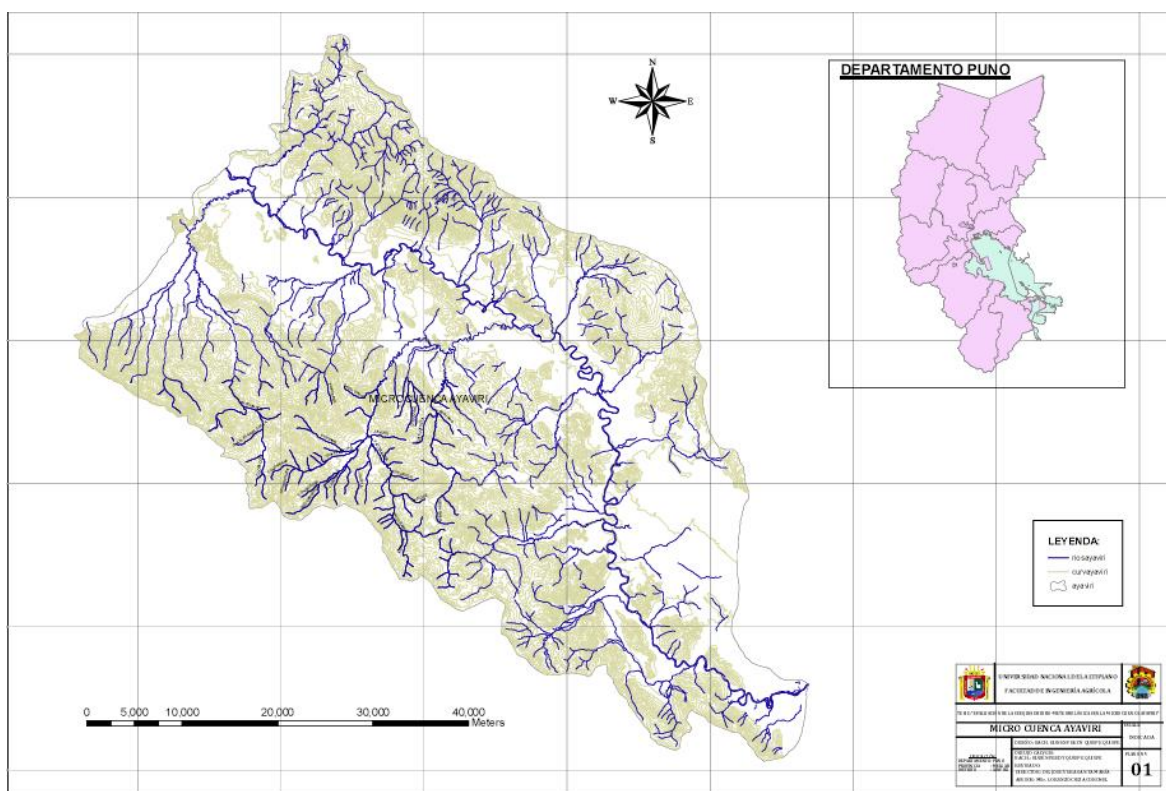


Figura 3.1: Ubicación Hidrografica de la Micro cuenca Ayaviri 2012

### 3.3. INFORMACIÓN HIDRO-METEOROLÓGICA

En la Micro cuenca Ayaviri se ubican 5 estaciones pluviométricas, sus características principales son detalladas en la cuadro (3.2), en la Micro cuenca en estudio corresponde a la clasificación climática Semi Seco y Frío, con estaciones de otoño e invierno carentes de lluvias y sin cambio térmico invernal definido.

Cuadro N° 3.2

Estaciones pluviométricas – de la Micro cuenca Ayaviri.

N	Estación	Cuenca	Ubicación Política			Coordenadas Geográficas			Operador
			Dpto.	Provincia	Distrito	Atitud (msnm)	Este	Norte	
1	Ayaviri	Ramís	Puno	Melgar	Ayaviri	3928	328632.32	8355145.99	Senamhi
2	Azángaro	Ramís	Puno	Melgar	Ayaviri	3863	371926.62	8350803.46	Senamhi
3	Pucará	Ramís	Puno	J.D. Choquehuanc	Pucará	3910	354971.9	8336954.16	Senamhi
4	Lampa	Coata	Puno	Lampa	Lampa	3892	353314.45	8300654.73	Senamhi
5	Chuquibambilla	Ramís	Puno	Melgar	Umachiri	3971	315342.67	8364772.63	Senamhi

FUENTE: Elaborado en base al Estudio Integral de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Ramis – Hidrología /INRENA

Cuadro N°3.3

Precipitación mensual histórica (mm.): Estación Ayaviri (1965-2010)

AÑOS	ENER.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1965	155.9	97.0	187.1	27.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	11.3	66.5	159.5
1966	65.0	88.0	74.0	16.0	16.5	0.0	0.0	0.0	2.0	62.5	65.0	86.0
1967	75.0	76.0	85.5	32.5	9.2	0.0	18.0	14.1	32.0	101.9	35.5	150.0
1968	139.7	170.7	105.5	6.5	1.3	0.0	10.5	5.0	24.8	21.3	100.9	58.8
1969	118.1	105.6	40.1	38.6	0.0	0.0	5.0	0.7	9.0	32.7	50.3	47.1
1970	128.7	72.7	100.4	61.2	26.6	0.0	0.0	0.0	35.8	10.0	20.3	142.4
1971	78.1	180.3	13.9	56.9	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	24.0	27.3	107.5
1972	165.3	108.5	82.4	34.2	1.2	0.0	3.0	8.6	17.3	22.7	36.8	130.8
1973	201.4	150.5	134.0	76.6	15.2	0.0	5.3	2.0	72.6	65.7	57.0	87.8
1974	178.6	263.5	67.0	42.6	7.3	7.0	0.0	43.9	5.4	34.2	43.5	95.9
1975	133.1	187.4	104.7	37.3	4.1	0.0	0.0	0.0	4.9	87.2	73.4	172.3
1976	125.3	103.2	54.3	31.1	1.8	0.0	0.0	0.0	20.4	2.7	0.0	33.1
1977	17.2	87.4	57.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	52.5	118.0

1978	226.1	192.8	75.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	23.9	145.3	153.2
1979	183.3	56.9	101.0	44.3								
1980												
1981												
1982	149.6	23.3	163.0	93.9	0.0	0.0	0.0	39.5	35.0	117.9	211.5	57.1
1983	43.0	53.2	67.8	63.5	0.4	2.1	0.0	0.0	7.0	17.4	43.4	79.3
1984	248.1	161.1	152.1	21.3	16.6	3.4	0.0	18.8	0.0			
1985		149.9	190.1	158.1	8.2	40.5	0.0	0.0	24.6			
1986		172.3	159.7	110.4	16.8	0.0	0.0	2.3	24.0	4.4	38.9	163.1
1987	180.2	70.1	58.1	41.3	4.7	4.8	20.4	3.3	2.0	30.5	72.8	76.9
1988	158.9	87.9	157.1	78.6	13.7	0.0	0.0	0.0	15.6	46.7	2.5	91.8
1989	158.5	75.7	99.0	56.2	3.7	2.9	0.1	31.6	22.8	47.6	37.0	76.6
1990	190.2	111.1	38.6	32.4	3.8	33.5	0.0	3.5	4.1	87.1	71.7	81.9
1991	163.5	95.9	109.8	27.6	29.6	35.8	0.6	2.9	13.6	51.1	33.2	85.4
1992	109.8	79.5	45.3	27.4	0.0	10.2	0.0	49.0	1.1	54.4	61.0	43.8
1993	206.6	68.0	120.0	26.6	0.3	10.8	0.3	23.7	40.8	89.1	175.0	78.8
1994	113.5	81.9	144.6	69.9	4.7	0.0	0.0	7.5	4.1	16.7	65.5	99.8
1995	96.3	98.4	132.5	44.9	0.5	0.0	0.0	0.0	5.1	15.1	70.5	104.1
1996	181.6	123.6	61.0	19.8	6.2	0.0	0.0	4.1	5.3	21.1	61.1	101.0
1997	139.0	194.9	174.1	8.4	1.4	0.0	0.0	14.7	2.9	37.7	135.8	107.4
1998	106.5	90.1	115.2	26.6	0.0	0.5	0.0	1.9	0.5	54.3	96.9	66.0
1999	92.8	156.3	129.7	111.6	7.0	0.0	0.0	0.0	22.6	43.2	31.5	54.9
2000	136.8	224.6	108.6	5.9	6.2	1.6	4.1	7.1	2.5	119.8	8.6	76.9
2001	228.1	111.2	99.9	39.0	22.7	2.9	1.3	10.8	11.3	34.8	21.4	100.8
2002	162.6	191.4	68.0	60.6	21.5	5.2	12.4	11.2	21.3	106.3	87.9	94.7
2003	201.0	103.2	163.2	42.7	9.6	0.0	0.0	10.5	15.1	29.3	25.2	135.6
2004	260.6	151.4	86.6	40.2	3.9	0.8	4.3	15.4	50.9	24.5	68.7	153.0
2005	70.6	224.9	130.2	26.3	0.3	0.0	0.0	4.5	4.8	94.8	83.0	67.0
2006	177.5	65.9	105.6	44.5	0.0	0.6	0.0	2.1	2.8	80.5	78.5	144.3
2007	110.8	77.9	162.4	61.3	11.2	0.0	0.0	0.6	23.7	18.3	68.6	112.6
2008	172.7	121.6	58.3	8.9	1.8	0.5	0.0	0.4	1.9	43.0	44.6	177.9
2009	91.8	123.8	89.8	40.7	4.8	0.0	0.9	0.2	25.2	32.0	94.4	118.7
2010	192.5	125.2	87.9	67.2	15.2	0.0	0.0	0.8	0.4	26.0	30.3	69.8
2011	71.6	164.1	132.7	66.6	12.6	1.4	7.5					
TOTAL	6205.5	5518.9	4693.5	2027.7	310.6	164.5	93.7	343.8	646.0	1843.7	2593.8	4161.6
MEDIA	144.3	122.6	104.3	45.1	7.1	3.7	2.1	8.0	15.0	45.0	63.3	101.5

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI

### 3.4.1. Métodos para el Procesamiento de Datos.

La metodología que se ha empleado en el presente trabajo de investigación es el método empírico para la detección de las sequías en la micro cuenca Ayaviri.

### **3.5. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE LA INFORMACIÓN HIDRO-METEOROLÓGICA**

Aliaga, (1983) define la inconsistencia es sinonimo de error y se presenta como saltos y tendencias, y no Homogeneidad es definido como los cambios de los datos virgenes con el tiempo. Asi por ejemplo, la no homogeneidad en los datos de precipitación son creados port res Fuentes principales; a) Movimiento de las estaciones en una distancia horizontal, b) Movimiento en una distancia vertical y c) Cambio en el medio ambiente de una estación como arboles, construcción de casas, entre otros.

Antes de iniciar cualquier análisis o utilizar los datos observados en las estaciones pluviométricas, hay necesidad de realizar ciertas verificaciones de los valores de precipitación.

Los datos hidrológicos en general, están constituidos por una larga secuencia de observaciones de alguna fase del ciclo hidrológico obtenidas para un determinado lugar. No obstante que un registro largo sea lo deseable, se debe reconocer que cuanto más largo es el período de registro, mayor será la posibilidad de error. Una serie generada en esas condiciones, si los errores o cambios fueran apreciables, es inconsistente, o carece de homogeneidad. (Searcy y Hardison, 1963).

El análisis de consistencia de la información hidro-meteorológica es uno de los aspectos más importantes que se realizo.

#### **3.5.1. Análisis Gráfico**

A fin de detectar posibles datos inconsistentes en la serie histórica, se procedió al análisis visual de la información el mismo que ha consistido en lo siguiente:



### a. ANÁLISIS DE HISTOGRAMAS

Esta fase complementaria consiste en analizar visualmente la distribución temporal de toda la información hidro-meteorológica disponible combinando con los criterios obtenidos del campo para detectar la regularidad o irregularidad de los mismos. De la apreciación visual de estos gráficos se deduce si la información es aceptable o dudosa, considerándose como información dudosa o de poco valor para el estudio, aquella que muestra en forma evidente valores constantes en períodos en los cuales físicamente no es posible debido a la característica aleatoria de los datos.

Los histogramas son gráficos que representan la información pluviométrica o hidrométrica en el tiempo. Mediante el análisis de los histogramas es posible detectar saltos y/o tendencias en la información histórica. Se debe aclarar que este análisis es únicamente con fines de identificación de las posibles inconsistencias, las mismas que deberán ser evaluadas estadísticamente mediante el test respectivo. En la Figura 3.2, se muestra un gráfico de un histograma.

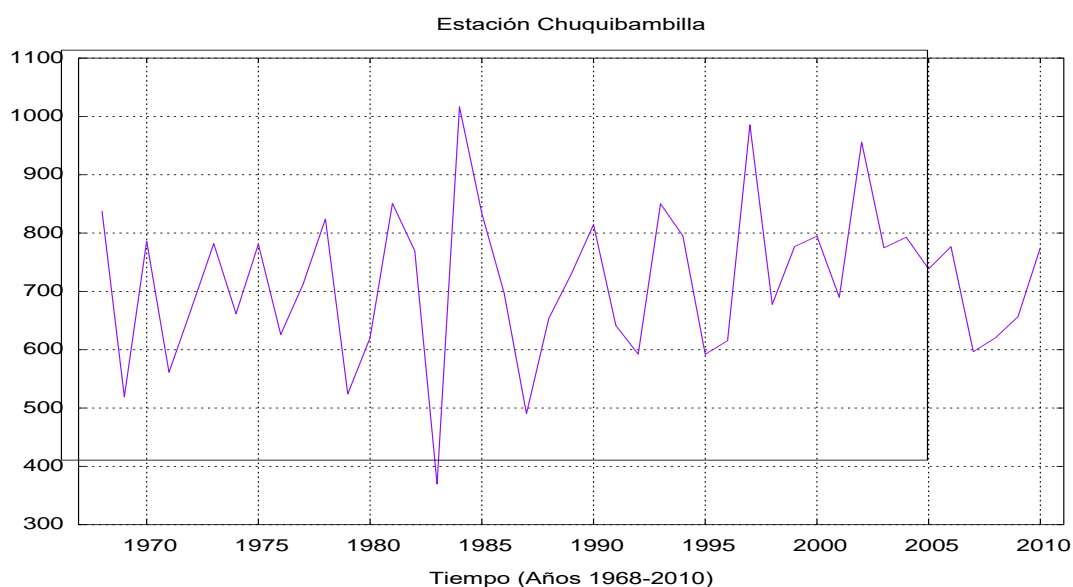


Figura N° 3.2 Hidrograma de Precipitación anual de la estación Chuquibambilla (1968-2010)

### 3.5.2. Análisis de Doble Masa

El análisis de doble masa, es una herramienta muy conocida y utilizada en la detección de inconsistencias en los datos hidrológicos múltiples cuando se disponen de dos o más series de datos. Un quiebre de la recta de doble masa o un cambio de pendiente, puede o no ser significativo, ya que si dicho cambio está dentro de los límites de confianza de la variación de la recta para un nivel de probabilidades dado, entonces el salto no es significativo, el mismo que se comprobará mediante un análisis de consistencia.

Mediante este método se determina la consistencia relativa de una estación respecto a otra estación índice o a un promedio de estaciones. El análisis gráfico comparativo se realiza a través de la curva doble masa, que tiene como ordenada los valores de precipitación anual acumulada de la estación analizada y como abscisa los valores de precipitación anual acumulada de la estación índice o estación promedio; en el siguiente Figura se muestra el gráfico de la línea de doble masa.

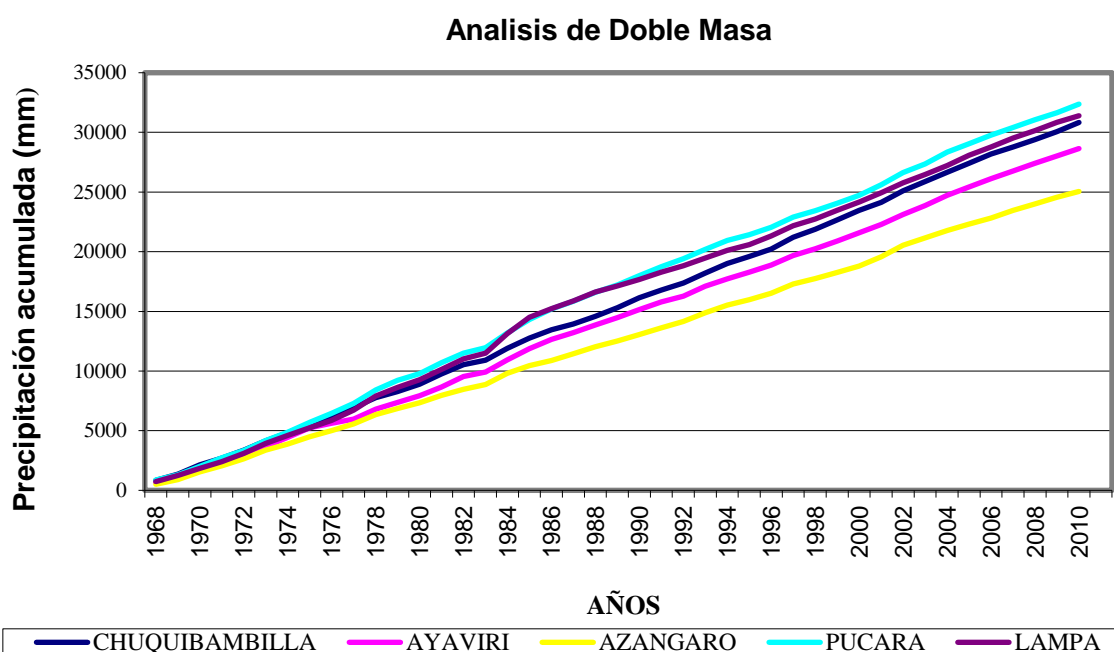


Figura N° 3.3: Diagrama de Doble Masa, Micro cuenca Ayaviri, (1968-2010).

### 3.3.2. Análisis Estadístico

La no homogeneidad e inconsistencia en secuencias hidrológicas representa uno de los aspectos más importantes del estudio en la hidrología contemporánea, particularmente en lo relacionado a la conservación, desarrollo y control de recursos hídricos.

Inconsistencia es sinónimo de error sistemático y se presenta como saltos y tendencias. Uno de los dos elementos más importantes a tener en cuenta en el análisis de consistencia con relación a los datos existentes en el país es la longitud de registro y el nivel de informalidad que por limitaciones de recursos económicos tiene el proceso de recolección y manipuleo de la información fuente. De allí que es preferible partir de la duda y no de la aceptación directa o fácil.

El análisis de la información se realiza en las componentes determinísticas transitorias de la serie que son: Análisis de Salto y Análisis de Tendencia.

En cada uno de los cuales se analiza la consistencia en los dos primeros parámetros estadísticos: media y desviación estándar.

#### a. Análisis de Salto

Los saltos, son formas determinísticas transitorias que permiten a una serie estadística periódica pasar desde un estado a otro, como respuesta a cambios hechos por el hombre, debido al continuo desarrollo y explotación de recursos hidráulicos en la cuenca o cambios violentos que en la naturaleza puedan ocurrir.

Los saltos se presentan en la media, desviación estándar y otros parámetros. Pero generalmente el análisis más importante es en los dos primeros

El análisis de Salto se obtiene al medir:

- Consistencia en la media

- Consistencia en la desviación estándar

- Consistencia en la media

Mediante la prueba de significancia "T" se analiza si los valores promedios son estadísticamente iguales o diferentes de la siguiente manera:

$$\bar{X}_1 = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} X_i$$

- Cálculo de la media y desviación estándar para cada período,

$$\bar{X}_2 = \frac{1}{n_2} \sum_{i=n_1}^n X_i$$

- según:

$$S_1(x) = \sqrt{\frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (X_i - \bar{X}_1)^2}$$

$$S_2(x) = \sqrt{\frac{1}{n_2 - 1} \sum_{i=n_1}^n (X_i - \bar{X}_2)^2}$$

Donde:

$n_1, n_2$  tamaño de cada periodo

$X_i$  información de análisis

$\bar{X}_1, \bar{X}_2$  Media del periodo 1 y 2

$S_1(x), S_2(x)$  desviación estándar de periodo 1 y 2

$N = n_1, n_2$  tamaño de la muestra

Estadístico "T" el procedimiento para realizar esta prueba es la siguiente:

Establecer la hipótesis planteada y la alternativa posible, así como el nivel de significación

$$H_p : \mu_1 = \mu_2 \quad (\text{media poblacional})$$

$$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$$

$$\alpha = 0.05$$

Cálculo de la desviación estándar de la diferencia de los promedios según:

Desviación estándar de las diferencias de promedio

$$S_d = S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}$$

Desviación estándar ponderada

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Cálculo del Tc según:

$$T_c = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_d}$$

donde  $\mu_1 - \mu_2 = 0$

Hallar el valor de Tt en las tablas con:

95% de probabilidades

$$\alpha = 0.05$$

$$\text{G.L.} = n_1 + n_2 - 2$$

Donde:

G.L. grados de libertad

$\alpha$  nivel de significación

Conclusiones

Si  $|T_c| \leq T_t$  (95%) las medias son iguales

Si  $|T_c| > T_t$  (95%) las medias son diferentes y existe salto en la media

### Consistencia en la desviación estándar

El análisis de consistencia en la desviación estándar se realiza con prueba "F" de la forma que a continuación se describe:

Cálculo de las variancias de ambos períodos:

$$S_1^2(x) = \frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^{n_1} (X_i - \bar{X}_1)^2$$

$$S_2^2(x) = \frac{1}{n_2 - 1} \sum_{i=n_1+1}^{n_2} (X_i - \bar{X}_2)^2$$

Estadístico "F" el procedimiento para realizar esta prueba es la siguiente:

Se establece la hipótesis planteada y alternante, así como el nivel de significación:

$$H_p: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \quad (\text{variaciones poblacionales})$$

$$H_a: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

$$\alpha = 0.05$$

Cálculo de la  $F_c$ :

$$\text{Si, } S_1^2(x) > S_2^2(x)$$

$$F_c = \frac{S_1^2(x)}{S_2^2(x)}$$

$$\text{Si, } S_1^2(x) < S_2^2(x)$$

$$F_c = \frac{S_2^2(x)}{S_1^2(x)}$$

Hallar el valor de  $F_t$  en las tablas con:

$$\alpha = 0.05$$

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

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

Donde:

$\alpha$  Nivel de significación

G.L.N grado de libertad del numerador

G.L.D grado de libertad del denominador

Conclusiones

Si  $F_c \leq F_t$  (95%) las desviaciones estándar son iguales

Si  $F_c > F_t$  (95%) las desviaciones estándar son diferentes

### Eliminación de Salto

En los casos en que los parámetros media y desviación estándar resultasen estadísticamente iguales, la información original no se corrige por ser consistente

con 95% de probabilidades, aún cuando en el *doble masa* se observe pequeños quiebres.

**Procedimiento:**

Si resulta la media y desviación estándar estadísticamente diferentes, entonces se corrige mediante una ecuación que permite mantener los parámetros del período más confiable. Dicha ecuación se expresa como:

**Modelo para corregir el primer periodo:**

$$X'_{(t)} = \frac{X_t - \bar{X}_1}{S_1(x)} S_2(x) + \bar{X}_2$$

**Modelo para corregir el segundo periodo:**

$$X'_{(t)} = \frac{X_t - \bar{X}_2}{S_2(x)} S_1(x) + \bar{X}_1$$

Donde:

$X'_{(t)}$  = Valor corregido de la información

$X_{(t)}$  = Valor a ser corregido

**b. Análisis de Tendencias**

Las tendencias son componentes determinísticas transitorias que se definen como un cambio sistemático y continuo sobre una muestra de información hidrometeorológica en cualquier parámetro de la misma, que afectan las distribuciones y dependencias de las series.

Previamente a este análisis se han corregido los saltos existentes, para luego analizar la tendencia en la media y en la desviación estándar.



Las tendencias por lo general pueden ser aproximadas por la ecuación de regresión lineal.

Se analizan en los dos primeros parámetros de una serie:

- Tendencia en la media
- Tendencia en la desviación estándar
- **Tendencia en la Media**

La tendencia en la media  $Tm_p$  pueden ser expresada en forma general por el polinomio:

$$Tm_p = A_m + B_m t + C_m t^2 + D_m t^3 + \dots$$

Para muchos casos para estimar esta tendencia, es suficiente la ecuación de regresión lineal simple:

$$Tm_p = A_m + B_m t$$

Donde:

$Tm_p$  = Es un proceso estocástico no estacionario, vale decir la información hidrometeorológica corregida o sin saltos.

$t$  = es el tiempo tomado como la variable independiente en el análisis de regresión para evaluar la tendencia, y su valor se determina por:

$$t = (p - 1)w + \tau$$

$$\tau = 1, 2, 3, \dots, w$$

$w$  puede ser 365 o 12 según la serie sea anual o mensual.

$A_m$  = coeficiente de la ecuación de regresión que debe ser estimado a partir de los datos.

$P = 1, 2, \dots, n$ , con igual número de años de registros histórico de los datos

Las constantes de regresión de estas ecuaciones ser estimadas por el método de mínimos cuadrados o por el método de regresión lineal múltiple en el caso de polinomio.

Para calcular y analizar una tendencia lineal, se procede de la siguiente manera:

Con la información que se tiene se calcula los parámetros de la ecuación de regresión lineal simple, dados en la ecuación:

➤ **Estimación**

$$A_m = \bar{T}_m - B_m \cdot \bar{t}$$

$$B_m = R \frac{S_{Tm}}{S_t}$$

$$R = \frac{\bar{t} \cdot \bar{T}_m - \bar{t} \cdot \bar{T}_m}{S_t S_{Tm}}$$

Donde:

$\bar{T}_m$  = Es el promedio de la tendencia e igual al promedio de los datos

históricos

$\bar{t}$  = Es el promedio del tiempo cronológico t

$S_{Tm}$  = Desviación estándar de la tendencia en la media

$S_t$  = Desviación estándar del tiempo t

$R$  = Es el coeficiente de correlación lineal simple entre la tendencia en la media y el tiempo en consideración

$$\overline{t.T}_m$$

Es el promedio del producto de la tendencia por el tiempo, y su valor es igual a:

$$\overline{t.T}_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (T_m)_i \cdot t_i$$

#### ➤ Evaluación

Para averiguar si la tendencia es significativa se analiza el coeficiente de regresión o el coeficiente de correlación. En este caso se analiza  $R$  según el estadístico "T" de Student, desarrollando los siguientes pasos:

1. Cálculo del estadístico  $T_c$  según:

$$T_c = \frac{R\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-R^2}}$$

Donde:

$T_c$  = valor del estadístico T calculado

$n$  = número total de datos

$R$  = coeficiente de correlación

2. En las tablas se encuentra el valor "T" tabular al 95% de probabilidades, vale decir:

$$\alpha = 0.05$$

$$\text{G.L.} = n-2$$

### 3. Conclusiones:

Si  $[T_c] \leq T_t$  (95%) no tiene tendencia.

Si  $[T_c] > T_t$  (95%) si tiene tendencia.

#### ➤ Eliminación de la Tendencia en la Media

Si resulta el coeficiente de correlación R no significativo, entonces la información no presenta una tendencia significativa con el 95% de probabilidades; pero si R resulta significativo entonces la tendencia si es significativa, la misma que se elimina de la siguiente manera:

$$Y_t = X_t - (A_m + B_m \cdot t)$$

Donde:

$X_t$  es la serie hidrometeorológica analizada

$Y_t$  es la serie corregida

$t = 1, 2, 3, \dots, n$  con n igual al tamaño de la muestra

La serie  $Y_t$  presenta las siguientes características:

$$E[Y_t] = 0 \quad \text{y} \quad \text{VAR}[Y_t] = \text{VAR}[X_t]$$

#### ➤ Tendencia en la Desviación Estándar

La tendencia en la dispersión generalmente se representa en los datos mensuales, no así en anuales. Esta tendencia al igual que la media, puede ser aproximada por la ecuación de regresión lineal tal como:

$$Ts_p = A_s + B_s t$$

Donde:

$Ts_p$  Es un proceso estocástico no estacionario, vale decir la información hidrometeorológica corregida o sin saltos.

$t = 1, 2, \dots, n$

$A_s, B_s$  coeficientes de los polinomios de regresión que deben ser estimados a partir de los datos.

$n$  número total de años

#### ➤ Estimación

- 1 A la información sin tendencia en la media ( $Y_t$ ) se divide en varios períodos (en años)
- 2 Para cada periodo se calcula su desviación estándar respectiva, obteniéndose tantos valores de desviaciones estándar como períodos agrupados se disponga, según:

$$S_p = \sqrt{\frac{1}{w-1} \sum_{i=1}^w (Y_{pi} - \bar{Y}_p)^2}$$

$S_p$  es la desviación estándar para el período  $p$

$Y_{pi}$  es la serie sin tendencia en la media

$p = 1, 2, \dots, n$  con  $n$  igual al número de períodos

$i = 1, 2, \dots, w$

$w = 365$  o  $12$  si el análisis es con información diaria o mensual respectivamente

3. Se puede calcular los parámetros de la ecuación de regresión lineal simple de la misma forma que se hizo en la tendencia en la media, a partir de las desviaciones estándar y el tiempo  $t$ .
4. Análisis del coeficiente de correlación  $R$  entre la tendencia en la desviación estándar y el tiempo, según el estadístico "T", con los mismos criterios que en el caso de la tendencia en la media; esto es, si el valor de  $T$  calculado resulta menor o igual que el valor de  $T$  tabular, entonces se acepta la hipótesis planteada concluyendo que la tendencia en la desviación estándar no es significativa al 95% de probabilidades; pero si el valor  $T_c$  resultase mayor que  $T_t$ , entonces la tendencia analizada si es significativa al mismo porcentaje de probabilidades, siendo necesario su corrección y/o eliminación.

➤ **Eliminación de la tendencia en la desviación estándar**

Si el coeficiente de correlación  $R$  resulta significativo en la prueba estadística, entonces la tendencia en la desviación estándar es significativa, siendo necesaria su corrección de la forma siguiente:

$$Z_t = \frac{X_{pi} - T_m}{T_s}$$

Donde:

$Z_t$  es la serie hidrometeorológica sin tendencia

La serie  $Z_t$  presenta las siguientes características:

$$E[Z_t] = 0 \quad \text{y} \quad \text{VAR}[Z_{pt}] = 1$$

### 3.5.3. Completación de Datos Hidrológicos

El producto final de una estación de medición de lluvias o descargas debe ser una serie de valores diarios (o con intervalos diferentes) a lo largo de los años. Esto posibilita la aplicación a esos datos de análisis estadísticos, a fin de extraer lo máximo de información de ellas y extender geográficamente o extrapolar temporalmente la información.

Muchas estaciones de precipitación o descargas tienen períodos faltantes en sus registros, debido a la ausencia del observador o a fallas instrumentales. A menudo es necesario estimar algunos de estos valores faltantes para lo cual existen muchas formas de suplir estas deficiencias y el grado de aceptación de uno de estos métodos va a depender de la cantidad de observaciones faltantes en el registro de datos. Entre estos métodos podemos mencionar los siguientes:

Completación de datos mediante un promedio de datos existentes.

Completación de datos mediante el método de razones normales.

Completación de datos por correlación entre dos estaciones.

Completación de datos mediante un promedio simple

Si dentro del registro de datos faltan menos del 5% de información estos se pueden completar con un simple promedio de todos los datos existentes o la semisuma de los datos del año anterior y del siguiente.

#### Completación de Datos mediante el Método de Razones Normales

Puede haber, en los registros de los datos, días o intervalos grandes sin información, por imposibilidad del operador o falla del instrumento registrador. En ese caso, la serie de datos de que se dispone en una estación X, de los cuales se conoce la media en un determinado número de años, presenta vacíos que debe ser rellenada.

Consiste en ponderar los valores de lluvia de la estaciones índice (A,B,C) en proporción al valor normal anual de lluvia en la estación X con cada una de las estaciones índices, con la siguiente ecuación:

$$P_x = \frac{1}{3} \left[ \frac{N_x}{N_A} P_A + \frac{N_x}{N_B} P_B + \frac{N_x}{N_C} P_C \right]$$

Donde:

$P_x$  = dato faltante que se va a estimar.

$N_A, N_B, N_C$  = precipitación anual normal en las estaciones índices.

$P_A, P_B, P_C$  = precipitación de las estaciones índices durante el período de tiempo del dato faltante que se está estimando.

$N_x$  = precipitación anual normal de la estación X.

#### Completación de Datos mediante Regresión Simple

Antes de ver la forma como se completan los datos mediante correlación y regresión es importante indicar que en todos los casos las estaciones, a ser correlacionadas, deben



tener similitud en su ubicación (altitud, latitud, longitud, distancia a la divisoria) y estén cercanos.

Entre los principales modelos de regresión usados en hidrología, podemos mencionar:

Regresión lineal simple:  $Y = a + bX$

Regresión logarítmica:  $Y = a + b \ln(X)$

Regresión Potencial:  $Y = a X^b$

Regresión exponencial:  $Y = a \exp (bX)$

### 3.6. INDICES DE SEQUÍA.

La evaluación de las sequías se realizó mediante el índice de sequía de Palmer (PDI).

#### 3.6.1. Índice de Sequía de Palmer (PDI).

El índice PDI se basa en las anomalías hídricas del balance hídrico seriado y permite, entre otras aplicaciones, determinar periodos de sequía y excesos hídricos. El comienzo del periodo de sequía se determina cuando el valor del índice es inferior al nivel de -0.5 y finaliza cuando es superior a -0.49. Los valores del índice PDI, clasifican en categorías a las sequías según su intensidad, se ilustra en el cuadro (3.4) (Palmer, 1965).

El PDI parte de un balance de humedad mensual, emplea para ello los registros de precipitación y temperatura además considera la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo. El proceso de obtención del índice inicia con la estimación de la evapotranspiración potencial (PE), para ello se emplea el método de Thornthwaite o cualquier otro.

A partir de los valores de PE, el PDI establece dos condiciones iniciales del balance de humedad:

Cuando la precipitación ( P ) es menor que la ETP

Cuando la precipitación ( P ) es mayor que la ETP

Para la primera situación, se considera que la humedad existente no es suficiente para satisfacer la demanda de la ETP, generando un déficit de humedad, por tanto no hay posibilidades de escurrimiento ni de recarga de humedad. Para la segunda situación se pueden generar a su vez dos condiciones: que el superávit de humedad solo cubra las necesidades de ETP y recarga de humedad de una o dos capas del suelo por lo que no habría escurrimiento ó que el superávit de humedad sea suficiente para cubrir las necesidades de ETP, de recarga de humedad hasta llevar a capacidad de campo a todo el suelo y exista un remanente para escurrimiento.

Cuadro N° 3.4

Categorías de las sequías según el índice PDI

Valores de índice	Categorías
>4	Condición húmeda extrema
3 – 3,99	Condición muy húmeda
2 – 2,99	Condición húmeda moderada
1 – 1,99	Condición húmeda suave
0,5 – 0,99	Condición húmeda incipiente
0,49 – -0,49	Condiciones normales
-0,5 – - 0,99	Sequía incipiente
-1 – -1,99	Sequía suave
-2 – -2,99	Sequía moderada
-3 – -3,99	Sequía severa
< -4	Sequía extrema

Fuente: Palmer.

### 3.6.2. Balance Hídrico.

El modelo de balance hídrico utilizado considera dos capas de suelo: la capa superior (Ss) que contiene 25 mm (1 pulgada) de agua útil y la capa inferior (Su) que contiene una determinada cantidad de agua útil en función de la profundidad considerada y las características propias del suelo.

La pérdida de agua por el suelo depende de la evapotranspiración potencial (PE). La capa Ss pierde humedad (Ls) a ritmo potencial, es decir:

$$L_s = S_s \text{ o } PE - P. \text{ El menor de ambos.}$$

donde P es la precipitación del período.

La capa Su pierde humedad (Lu) según la siguiente expresión:

$$L_u = (PE - P - L_s) S_u' / AWC$$

Donde Su' es la humedad del día anterior y AWC es el agua útil total, es decir:  $AWC = CC - PMP$ . Siendo CC la capacidad de campo y PMP el punto de marchitez permanente.

$S = S_s + S_u$  es el agua total presente en el suelo en un período determinado.

$$L = L_s + L_u$$

El escurrimiento se produce cuando ambas capas llegan a la CC.

La evapotranspiración potencial se estima por el método de Thornthwaite o cualquier otro. Se encontró que el método de Thornthwaite subestima dicho valor debido a que sólo considera la temperatura media mensual del aire y hay más variables que influyen en la PE, tal como el déficit de saturación del aire, entre otras. La evapotranspiración real (ET) se calcula de la siguiente manera:

$$ET = PE \text{ si } P > PE$$

$$o \quad ET = L + P \quad \text{si } P < PE$$

Variables potenciales.

El método define una serie de variables que asumen valores potenciales. Ellas son:

$$\text{Recarga potencial (PR)} = AWC - S'$$

$$\text{Pérdida potencial (PL)} = PLs + PLu$$

siendo:  $PLs = PE$  o  $Ss'$  el menor de ambos y  $PLu = (PE - PLs) Su'/AWC$

$$\text{Escurrimiento potencial (PRO)} = AWC - PR = S' \quad o \quad = 3 P - PR$$

Determinación de los coeficientes.

a) Coeficiente de evapotranspiración, alfa;  $\alpha = ET / ETP$

Donde:

ET = Evapotranspiración media mensual actual, del mes

ETP = Evapotranspiración media mensual potencial, de mes

b) Coeficiente de recarga, beta;  $\beta = R / PR$

Donde:

R = Promedio de recarga actual, del mes

PR = Promedio de recarga potencial, del mes

Este último valor se define como la cantidad de humedad para llevar al suelo a la capacidad de campo.

c) Coeficiente de escurrimiento, gama;  $\gamma = RO / PRO$

Donde:

RO = Promedio de escurrimiento actual, del mes

PRO = Promedio de escurrimiento potencial, del mes

Para este caso PDI define a PRO como la capacidad de agua aprovechable (AWC), menos la recarga potencial media del mes

d) Coeficiente de pérdidas, delta;  $\delta = L / PL$

Donde:

L = Promedio de pérdida de humedad actual, del mes

PL = Promedio de pérdida de humedad potencial, del mes

PL se define como la cantidad de evapotranspiración que puede ocurrir considerando que la precipitación no escasea durante el mes.

Para todos los casos:  $i = 1$  (enero),  $2$  (febrero),...  $12$  (diciembre).

Con los valores alfa, beta, gama y delta se calcula la precipitación ajustada ( $p^{\wedge}$ ):

$$p^{\wedge} = \alpha ETP + \beta PR + \gamma PRO + \delta PL$$

$p^{\wedge}$  se entiende como una aproximación climática de las condiciones existentes, surge de la consideración de que  $p^{\wedge}$  ocurre durante un mes en el cual no hay variaciones “anormales” de evapotranspiración, escurrimiento y humedad almacenada en el suelo, acorde a las condiciones climáticas del área en cuestión.

Con los valores de precipitación ajustada ( $p^{\wedge}$ ) y precipitación observada ( $p$ ) se calcula el parámetro **d**:

$$d = p - p^{\wedge}$$

Esta diferencia de precipitación es la que tendría que ocurrir en un mes en particular para satisfacer la PE, escurrimiento y humedad almacenada consideradas como “normales” para el área en cuestión. Si se consideran las condiciones de humedad específicas del lugar; el valor de **d** proporciona una medida del grado al cual el mes fue anormalmente seco o anormalmente húmedo

Una vez que obtenido el valor de **D** se realizaron los cálculos siguientes para obtener el parámetro K:

$$K = 1.5 \text{Log} \left( \frac{\left( \frac{PE+R+RO}{P+L} \right) + 2.80}{D} \right) + 0.5$$

Con los resultados de K y **D** se calcula el factor k:

$$k = \left( \frac{PE + R}{P + L} \right)$$

El factor K es una expresión empírica deducida a partir del valor ponderado que se da a las medidas de las fuentes de humedad y a las características del clima en cuestión.

Obtenido el valor de K, se calculó el índice de humedad anormal “Z”

$$Z = K * d$$

Este índice de anomalía de humedad expresa una desviación relativa del tiempo, de un mes en particular y localidad, respecto a las condiciones de humedad promedio para dicho mes, con este índice es posible hacer comparaciones de espacio y tiempo, entre localidades y entre meses.

El siguiente paso consistió en calcular los valores del índice final de sequía (Xi), para tal caso se consideró que para un período de meses consecutivamente secos, el grado de

severidad de la sequía va en aumento de manera gradual, y en función del valor de la “anomalía de humedad” (Z).

Es muy importante reconocer si la secuencia de los valores de Z, para una serie de meses, hasta llegar a un valor dado, fue de manera ascendente o descendente, pues de ello dependerá el valor final de Xi. Los valores de Z se integran a partir de la ecuación empírica:

Indice de Sequía.

$$X_i = \left( \frac{\sum Z_i}{0.3 t + 2.69} \right)$$

Para  $t=1$   $X_i = \left( \frac{\sum Z_i}{3} \right)$ , para  $i=1$   $X = Z/3$

Teniendo en cuenta el índice del mes anterior ( $X_{i-1}$ ) para el factor de arrastre de la sequía o exceso, se obtiene

$$X_i = X_{i-1} + \frac{Z_i}{3} - 0.103X_{i-1}$$

### 3.5. MODELO ESTOCÁSTICO DE DATOS ANUALES

En los modelos estocásticos, los datos de entrada son generados aleatoriamente, por consiguiente la información de salida, es diferente (sin embargo se debe preservar la media y la desviación estándar), debido a que ésta resulta de procesos estadísticos, aleatorios y de probabilidad. Con un modelo estocástico, muchas series similares pueden ser simuladas y utilizadas en planeamiento y diseño de sistemas de recursos hidráulicos.

El modelamiento matemático de datos anuales, que se presenta en esta parte, supone que previamente se han efectuado pruebas de homogeneidad para que, en caso

necesario, se haga la corrección respectiva debido a algún salto o tendencia significativa que puede estar presente en la serie hidrológica original.

El modelo matemático a utilizarse en esta sección es el autoregresivo. Este modelo es aplicable (estrictamente ablando) a series que son normales. Dado que en la generalidad los datos hidrológicos no son normales, en la practica se ha seguido dos caminos: el primero es el de transformar los datos originales a normal y hacer el modelamiento con los datos normalizados; y el segundo es el de hacer el modelamiento con los datos originales y determinar la distribución de probabilidad de los residuos. Es esta sección, asi como en las secciones siguientes se ha seguido el segundo camino.

Descripción del modelo

El modelo Markoviano de orden-m con parámetros constantes se escribe como.

$$Y_t = m_y + S_y X_t$$

y

$$X_t = \sum_{k=1}^m \alpha_K X_{t-k} + b\varepsilon_t$$

**También,**

$$Y_t = m_y + S_y \left( \sum_{k=1}^m \alpha_K X_{t-k} + b\varepsilon_t \right),$$

Donde:

$Y_t$  = Serie hidrológica anual,

$m_y$  = Media de  $Y_t$  (parametro),



$S_y$  = Desviación estándar de  $Y_t$  (parametro),

$\alpha_k$  = Coeficiente de autoregresion de orden k (parametro),

$\rho_k$  = Coeficiente de autocorrelacion de orden k (parametro),

$m$  = Orden de la estructura de correlacion del modelo,

$X_t$  = Variables dependiente estandarizada,

$\varepsilon_t$  = Variable independiente estandarizada,

$f_{(\varepsilon)}$  = Densidad de probabilidad de  $\varepsilon$ ,

$a, b, c$  = Parámetros de la función de distribución  $f_{(\varepsilon)}$ ,

$t$  = Tiempo en años.

El modelo matematico dado por la ecuación es el modelo Markoviano general de orden  $m$ . en la práctica el modelo de orden 1 es más comúnmente utilizado, sobre todo en series de corta longitud de registros. Sin embargo, en este trabajo se presentan los parámetros de modelos Markovianos de 1 orden que pueden ser importantes para modelamiento de series estacionales como parámetros de dependencia constantes.

Estimación de Parametros

Asumamos que se tiene  $N$  años de datos hidrológicos con observaciones  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ . La

media  $m_y$  y desviación estándar  $S_y$  pueden estimarse por:

$$m_y = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N Y_t,$$

$$S_y = \left[ \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^N (Y_t - m_y)^2 \right]^{1/2}$$

Los parámetros  $\alpha_k$ ,  $k=1, \dots, m$  se estiman a partir de los estimados de los coeficientes de autocorrelación  $\rho_k$  de la variable dependiente  $X_t$ . O sea, teniendo  $m_y$  y  $S_y$  obtenemos la siguiente ecuación entonces, la variable dependiente  $X_t$  viene a ser igual:

$$X_t = \frac{Y_t - m_y}{S_y}$$

Por lo tanto, los coeficientes de autocorrelación de  $X_t$  se puede estimar por.

$$\rho_k(X) = \frac{\text{cov}(Z_t, Z_{t+k})}{(\text{var } Z_t \text{ var }_{t+z})^{1/2}}$$

#### MODELO MARKOVIANO DE ORDEN 1

$$X_t = \alpha_1 X_{t-1} + (1 - \alpha_1^2)^{1/2} \varepsilon_t$$

Donde,

$$\alpha_1 = \rho_1$$

Y  $\rho_1$  es el primer coeficiente de autocorrelación de  $x$  y es estimado. Por lo tanto, si este modelo es el adecuado para describir la dependencia de  $X_t$  entonces la variable  $\varepsilon_t$  calculada por:

$$\varepsilon_t = \frac{X_t - \alpha_1 X_{t-1}}{(1 - \alpha_1^2)^{1/2}}$$

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

La información meteorológica obtenida para el presente estudio en cuanto a la recopilación de la información meteorológica se recopiló de las estaciones Chuquibambilla, Ayaviri, Azángaro, Lampa y Pucara, como se muestran en anexos 1

Sin duda uno de los componentes más importantes del ciclo hidrológico en la micro cuenca Ayaviri es la precipitación, y en este sentido es que se realiza el estudio de este parámetro meteorológico en forma independiente y detallada.

La información disponible de la precipitación es a escala mensual, por consiguiente, se realizó un análisis de la precipitación total mensual, puesto que la información disponible a escala diaria es insuficiente, y por tanto nos llevaría a resultados poco adecuados.

#### 4.2. RED DE ESTACIONES-INFORMACIÓN HISTORICA

La información pluviométrica disponible corresponde a una red de cinco estaciones de meteorología para el estudio de la precipitación ubicadas dentro de la Micro cuenca Ayaviri, se presentó la longitud del registro historico de la precipitación total mensual de cada estación meteorológica. (Ver Anexo N° 1).

Las estaciones ubicadas en la micro cuenca Ayaviri son cinco: Chuquibambilla, Ayaviri, Azangaro, Pucara y Lampa.

El horizonte de análisis de la precipitación total mensual para todas las estaciones se ha fijado en 43 años, lo que corresponde al periodo de tiempo desde el año 1968 hasta el 2010. En la Figura (4.1 - 4.5) se presenta el histograma de la precipitación total mensual de cada una de las estaciones pluviométricas.

#### 4.3. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE LA INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

Para el caso análisis de la información hidro-meteorológica se desarrollo mediante los métodos; análisis de gráficos (histograma, doble masa) y el análisis estadístico, permiten detectar la inconsistencia.

El tratamiento a datos hidro-meteorológicos se refiere a la identificación, cuantificación y corrección de estas series donde existen errores sistemáticos que se realizo.

Para la realización del análisis de consistencia se empleo las curvas Doble Masa, en las cuales se relaciona la precipitación anual acumulada de una estación x (estación que se analiza). Si la estación que se analiza ha sido bien observada, los puntos deberán alinearse en una recta, pero si existe algún quiebre, o cambio de pendiente en la recta, ello indicará que la estadística de la estación debe ser corregida.

Los registros a corregir serán, por lo general, los más antiguos y se harán con base en los registros más recientes, ya que se considera que los datos de los últimos años son realizados con una mejor técnica que la empleada en sus predecesores.

La no homogeneidad e inconsistencia en secuencias hidrológicas representa uno de los aspectos más importantes del estudio en la hidrología, puesto que si éstos no son identificados y eliminados, un error significativo puede introducirse en todos los análisis futuros obteniendo resultados altamente sesgados.

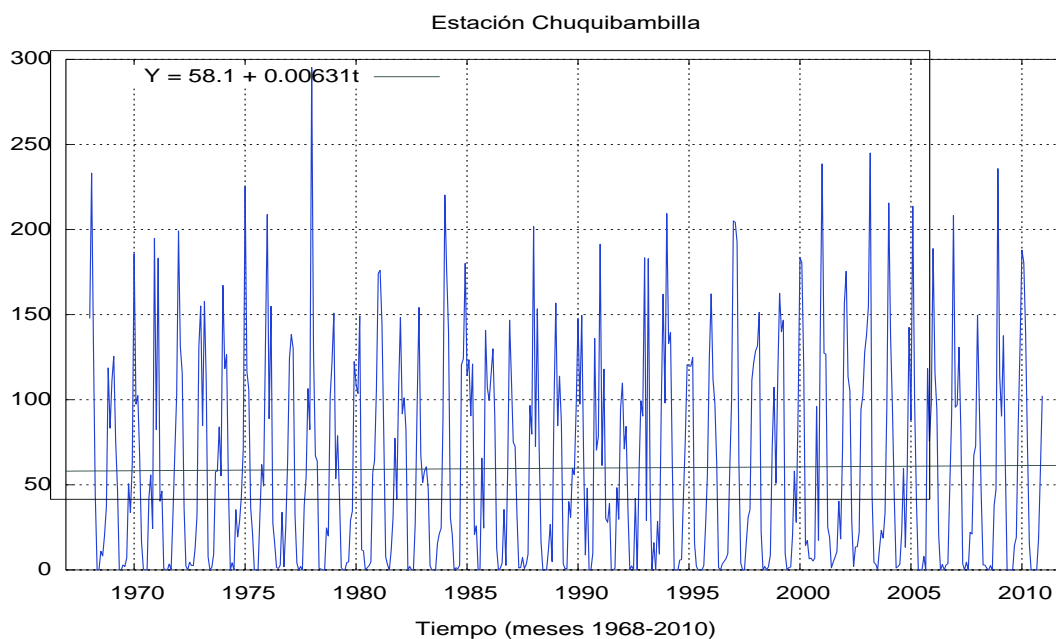


Figura N°4.1: Histograma de Precipitación Total Mensual Histórica (mm.) Micro cuenca Ayaviri (1968-2010)

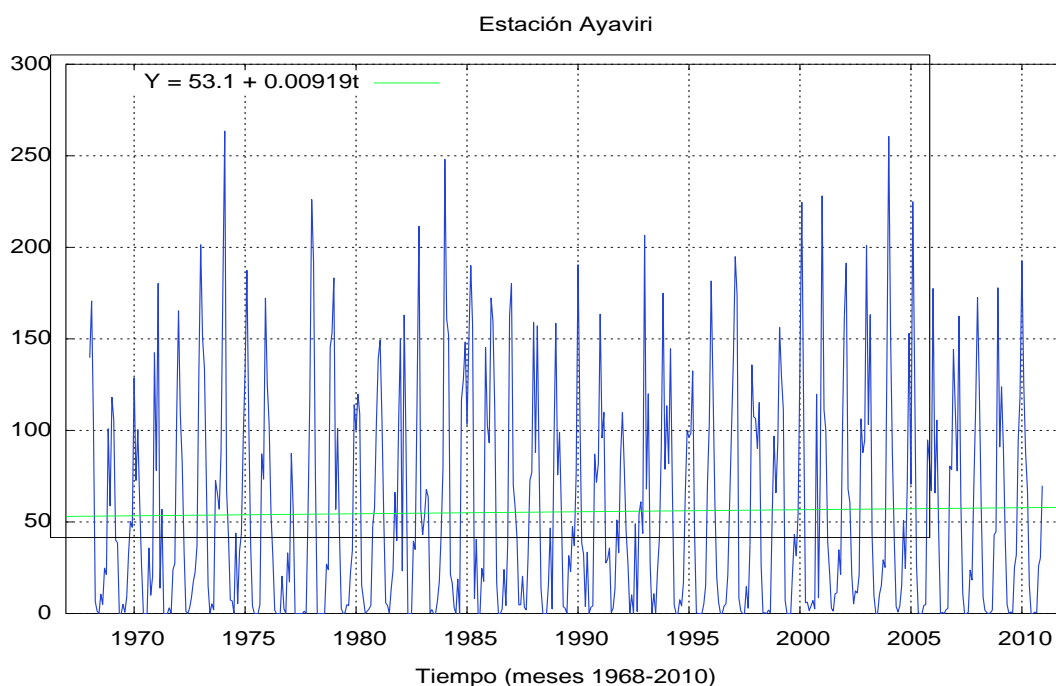


Figura N°4.2: Histograma de Precipitación Total Mensual Histórica (mm.) Micro cuenca Ayaviri (1968-2010)

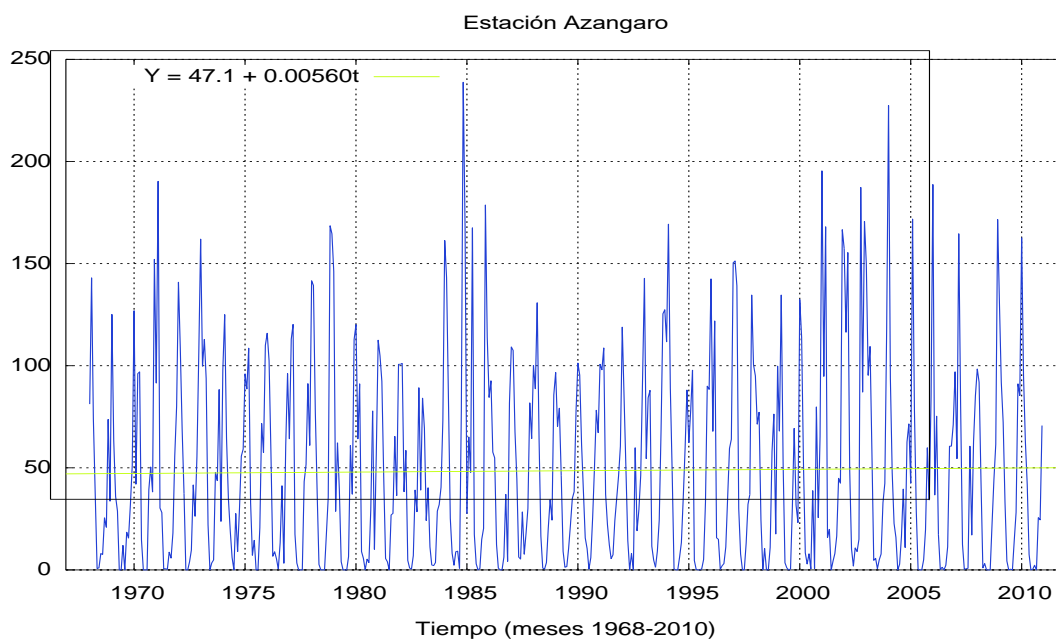


Figura N°4.3: Histograma de Precipitación Total Mensual Histórica (mm.) Micro cuenca Ayaviri (1968-2010)

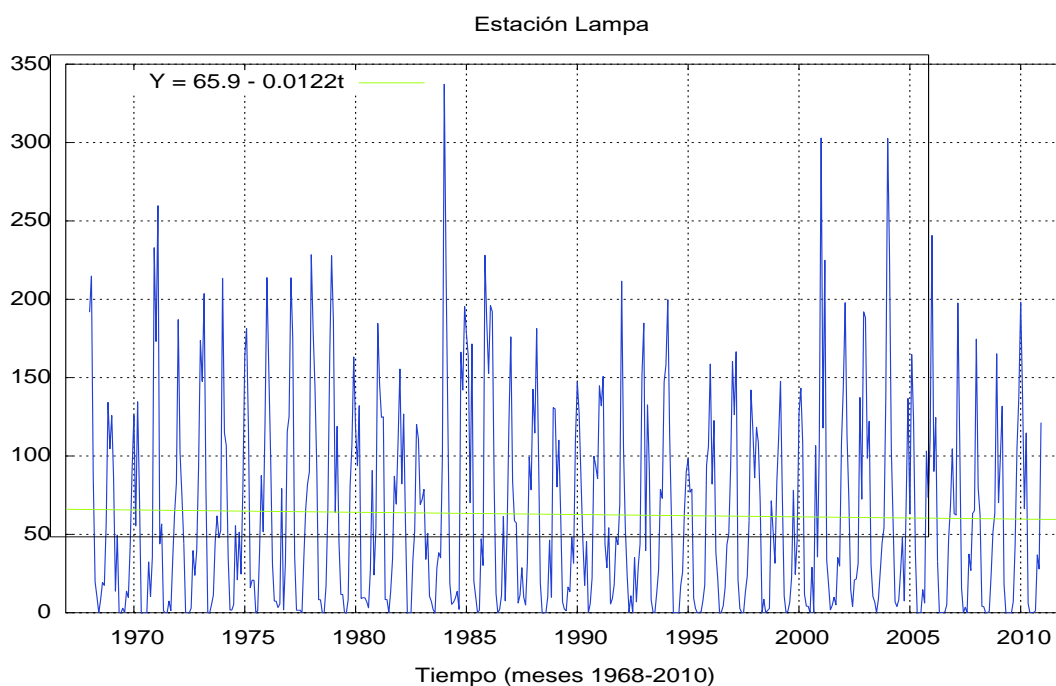


Figura N°4.4: Histograma de Precipitación Total Mensual Histórica (mm.) Micro cuenca Ayaviri (1968-2010)

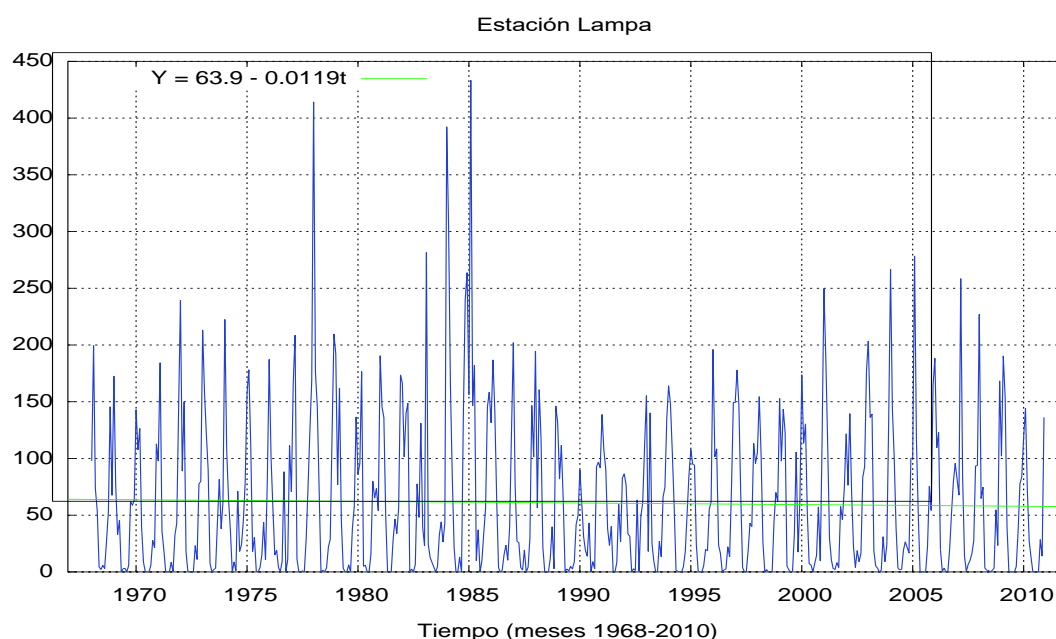


Figura N°4.5: Histograma de Precipitación Total Mensual Histórica (mm.) Micro cuenca Ayaviri (1968-2010)

#### 4.3.1. Analisis de Histogramas

En este apartado se presenta, la consistencia de los resultados del histograma que nos permite identificar los resultados de las estaciones Chuquibambilla, Ayaviri, Azangaro, Lampa y Pucara.

Para corroborar lo mencionado anteriormente, de la aplicación del desarrollo del análisis de histograma a los registros anuales figura (4.6 – 4.10) de todos los años analizados, tanto de precipitaciones como de caudales, existiendo algunos picos que no coinciden cronológicamente; en este análisis no se debe de confundir un salto con un periodo seco y húmedo, se observa que son eventos extremos realmente ocurridos.

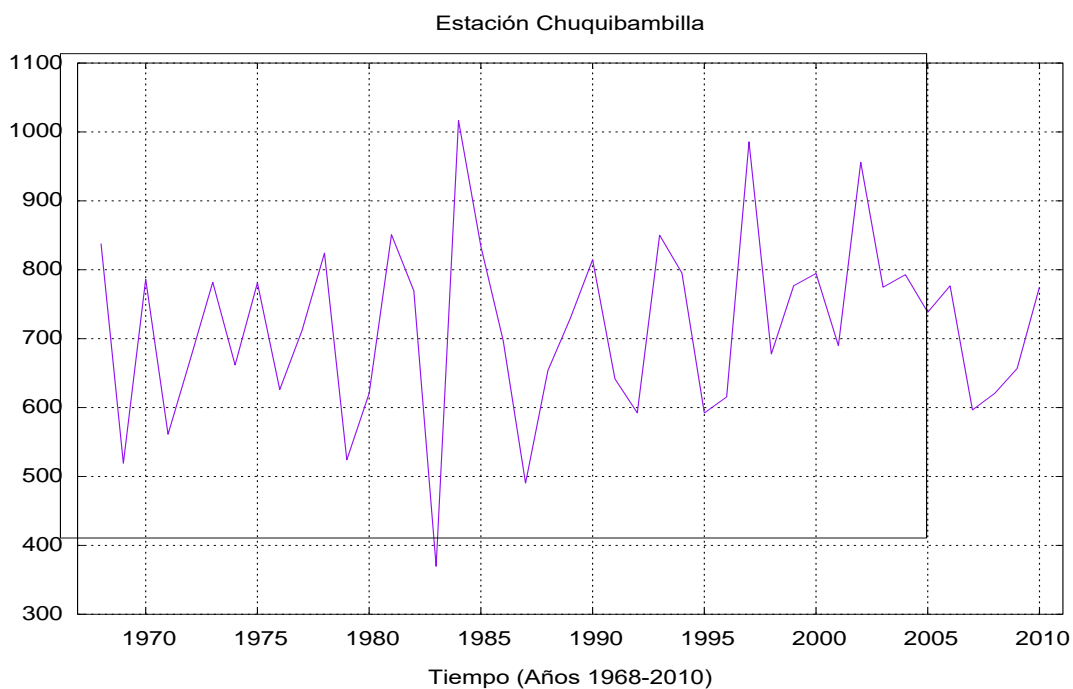


Figura N°4.6: Histograma de Precipitación Total Anual Histórica (mm.)- Micro cuenca Ayaviri (1968-2010)

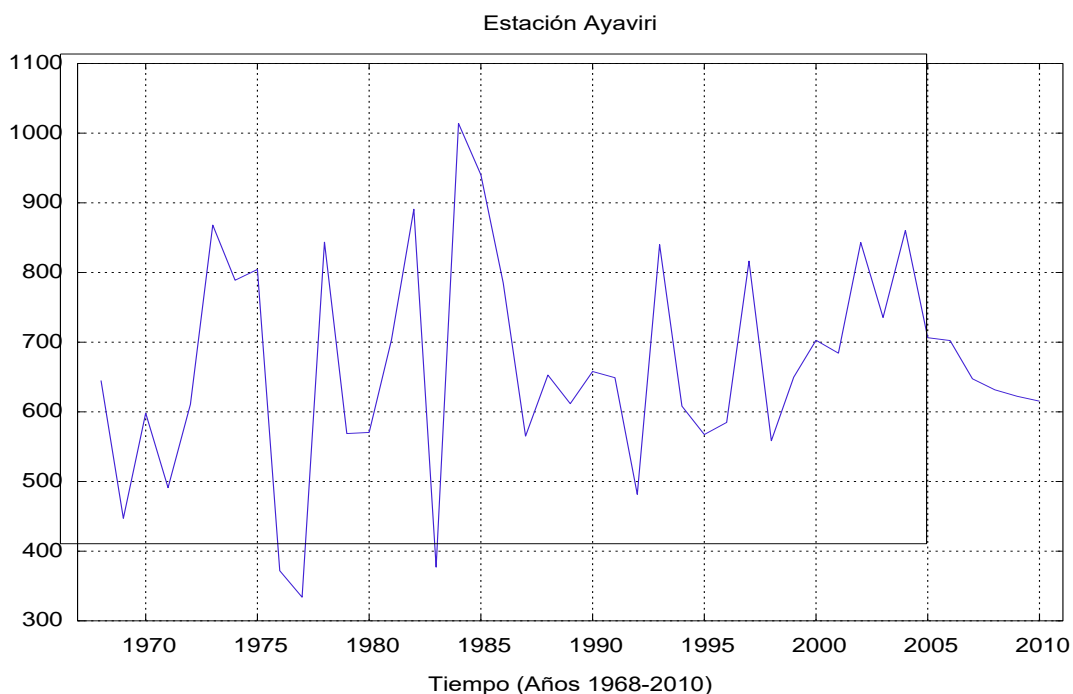


Figura N°4.7: Histograma de Precipitación Total Anual Histórica (mm.)- Micro cuenca Ayaviri (1968-2010)



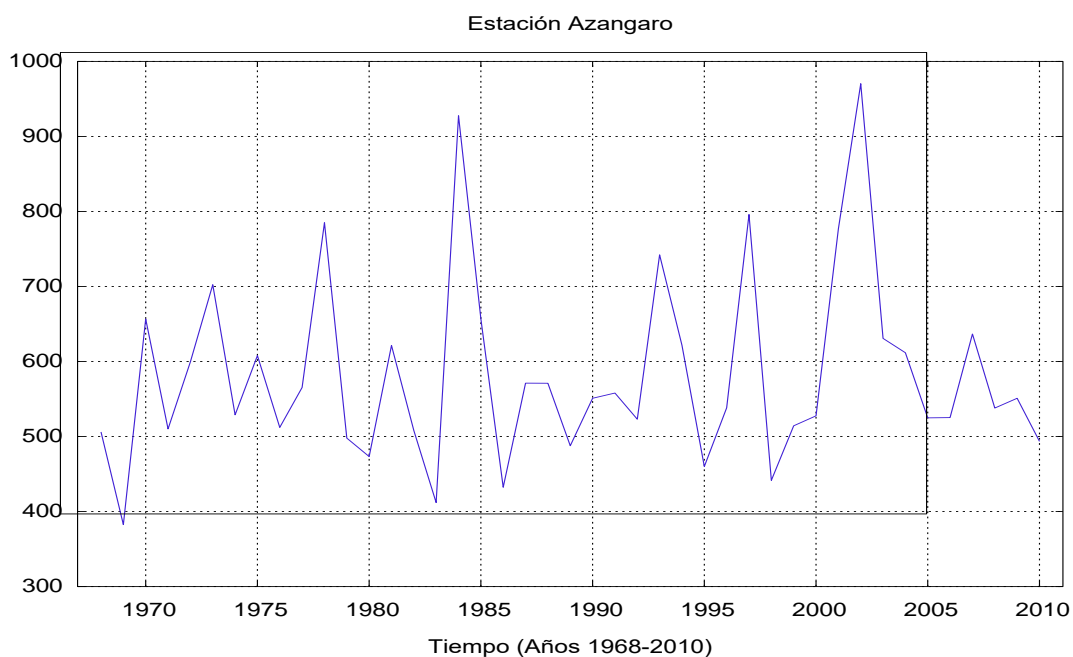


Figura N°4.8: Histograma de Precipitación Total Anual Histórica (mm.)- Micro cuenca Ayaviri (1968-2010)

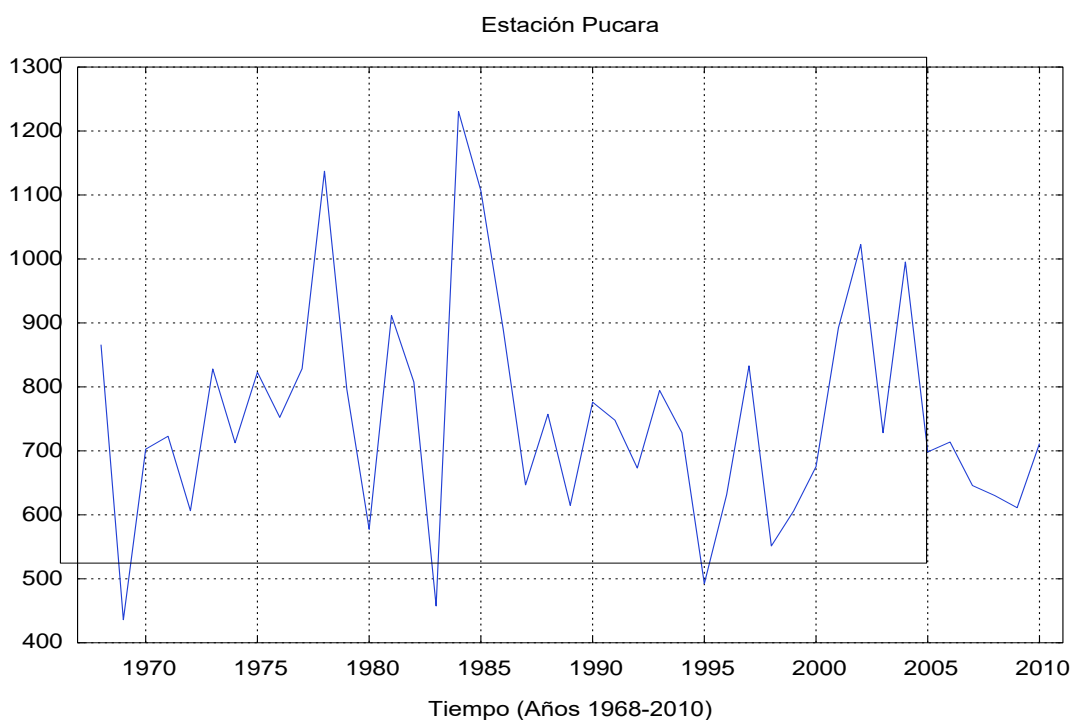


Figura N°4.9: Histograma de Precipitación Total Anual Histórica (mm.)- Micro cuenca Ayaviri (1968-2010)

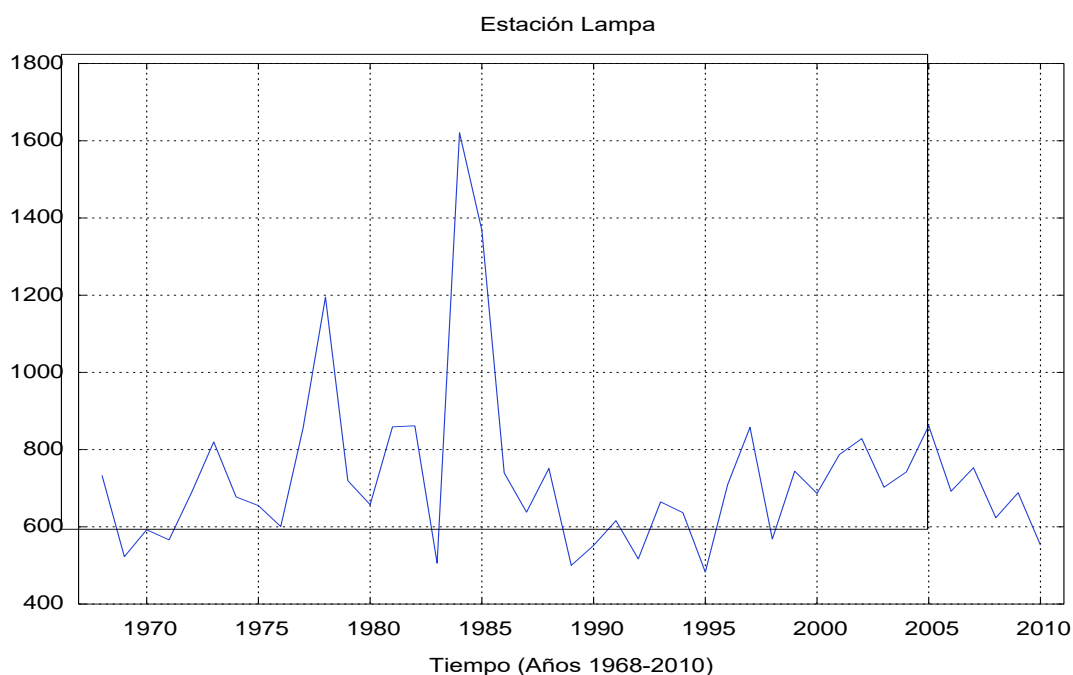


Figura N°4.10: Histograma de Precipitación Total Anual Histórica (mm.). Micro cuenca Ayaviri (1968-2010)

El agrupamiento de las estaciones para formar un bloque se ha realizado en base a criterios de ubicación geográfica y distribución espacial de la precipitación. Además otro factor que se tomó en cuenta es la estación master del bloque, que es la estación que tiene el mayor número de años de registro permanente y con el cual se completó los valores ausentes de precipitación en las demás estaciones, por las siguientes razones: (1) Su posición geográfica, lo localiza en la zona de altas precipitaciones de la cuenca. (2) La longitud y calidad de registro histórico es el mejor dentro de la micro cuenca Ayaviri. En la Figura (4.6 – 4.10) se presenta el histograma de la precipitación total anual de la información histórica disponible. El “spaghetti” plotado para cada bloque pluviométrico, nos permite en forma preliminar evaluar a simple vista la variación de la precipitación total anual registrada en cada una de las estaciones. Para cada bloque se ha seleccionado una estación maestra (master). Esta estación es la que tiene mayor longitud de observación y también presenta mayor calidad y regularidad de la variación de la

información mensual histórica. En el primer bloque la traza de la precipitación total anual nos muestra una similar variación temporal en las estaciones. En la estación de Pucará es el que presenta con mayor regularidad la información histórica de precipitación. En la estación Chuquibambilla también se observa la traza de precipitación total anual en forma similar en todas las estaciones. En este bloque la estación de Lampa y chuquibambilla se ha seleccionado como la estación master. La estación de Ayaviri y Azangaro carecen de información completa de la serie historica

#### **4.3.2. Analisis de Doble Masa**

El análisis de doble masa, es una herramienta muy conocida y utilizada en la detección de inconsistencias en los datos hidrológicos múltiples (cuando se disponen de dos o más series de datos) en lo que respecta a errores que pueden haberse producido durante la obtención de los mismos, pero no para realizar una corrección a partir de la curva de doble masa. Los posibles errores se pueden detectar por el quiebre o quiebres que presenta la recta de doble masa; considerándose un registro de datos con menos errores sistemáticos, en la medida que presenta un menor número de puntos de quiebre. Un quiebre de la recta de doble masa o un cambio de pendiente, puede o no ser significativo, ya que si dicho cambio está dentro de los límites de confianza de la variación de la recta para un nivel de probabilidades dado, entonces el salto no es significativo, el mismo que se comprobará mediante un análisis estadístico.

En la Figura (4.11 y 4.12) se presenta la Curva Doble Masa correspondiente a la información histórica de la precipitación total mensual de cada una de las estaciones de precipitación. El análisis de Doble Masa se realiza para cada bloque de precipitación. Se ha ploteado en el eje de las abscisas el promedio anual acumulado de la precipitación anual de las estaciones y, en el eje de las ordenadas la precipitación anual acumulada de cada una de las estaciones de análisis. En cada uno de los bloques de precipitación se

verifica la uniformidad de la traza de las estaciones master. En cada una de las estaciones excepto en las estaciones master se verifica la traza respectiva, observándose que existe saltos aparentes. Una vez identificado los posibles periodos dudosos se evalúa la igualdad estadística entre dos periodos de la misma muestra mediante un análisis estadístico.

#### **4.3.3. Análisis Estadístico de Saltos y Tendencias**

El análisis estadístico de presencia de "Saltos y Tendencias" de la información pluviométrica a escala mensual, se realiza mediante los estadísticos "T" de Student para la comprobación de variaciones en la media, y "F" de Fischer en la evaluación de variancias, estos test prueban si dos series de datos corresponden a una misma población. Se ha asumido períodos consistentes e inconsistentes luego de la correspondiente evaluación de los histogramas y la identificación de saltos mediante la curva Doble Masa.

El análisis de inconsistencias para las estaciones pluviométricas materia de análisis ha partido de la observación de los histogramas (Figura 4.1 – 4.6), es decir variaciones de la tendencia gráfica de la representación de la lluvia total mensual en el tiempo, luego en el histograma de precipitación total anual se observa la variación temporal evaluando la similaridad en todas las estaciones, y finalmente con la traza de la curva Doble Masa se identifica posibles saltos y tendencias que son evaluadas estadísticamente, y si es necesario corregirlas.

Luego de haber concluido con el análisis estadístico de saltos y tendencias en cada uno de los bloques de precipitación, se puede concluir lo siguiente con respecto la consistencia y homogeneidad de las series de tiempo, se verifica que la serie no presenta saltos ni tendencias, cuadro (4.1).

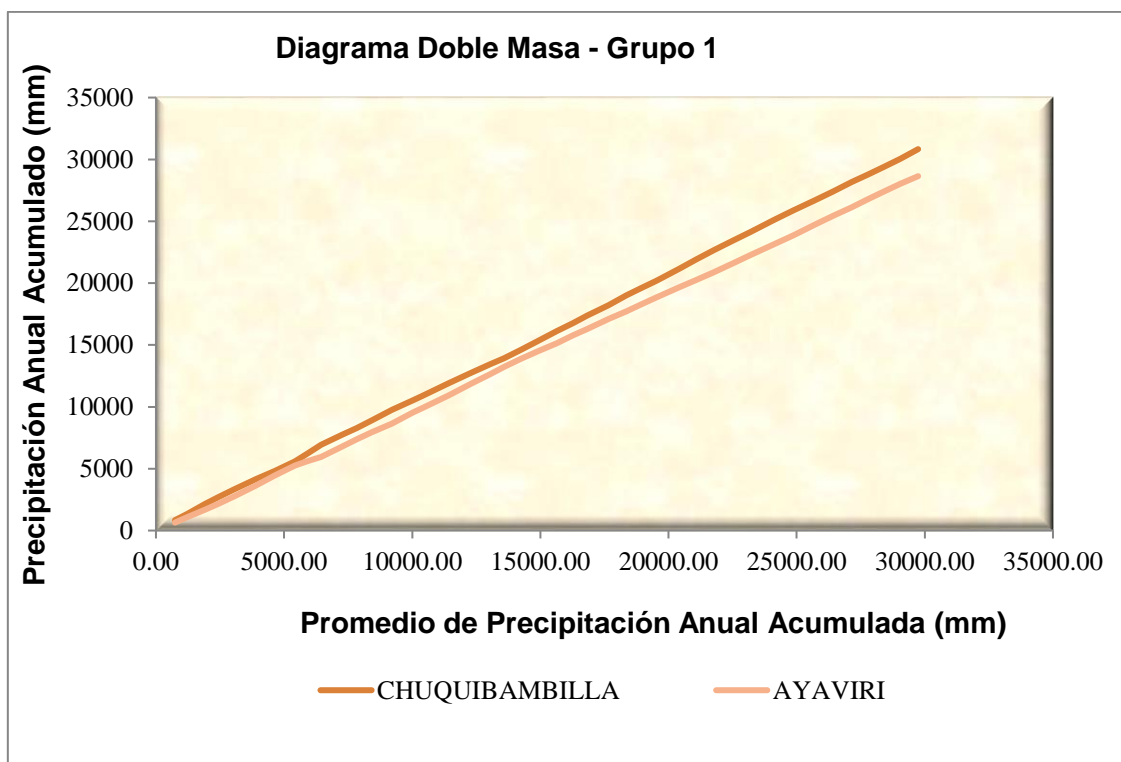


Figura 4.11: Curva de Doble Masa Histórico- Micro cuenca Ayaviri (1968-2010): Grupo I

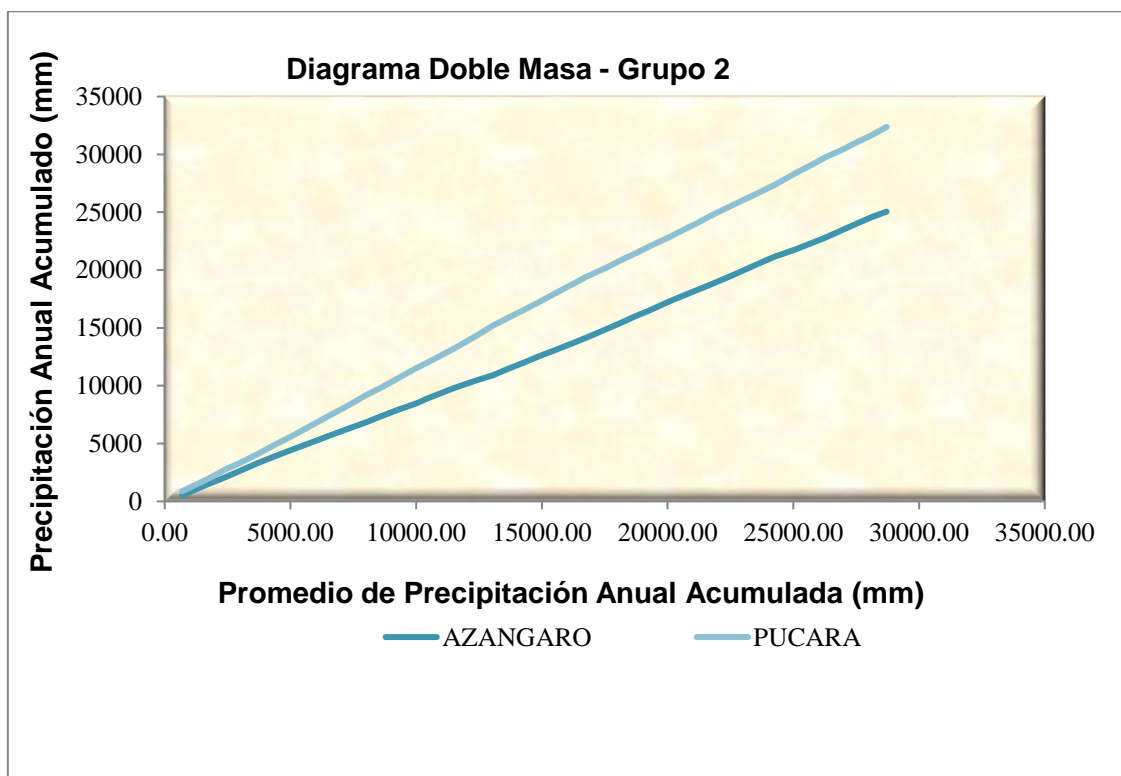


Figura 4.12: Curva de Doble Masa Histórico- Micro cuenca Ayaviri (1968-2010): Grupo II

Cuadro N°4.1

Análisis Estadístico – Micro cuenca Ayaviri (1968-2010)

Estación	Periodo		N	Media	Desviación Estandar	Tc	Tt	Fc	Ft	Sifnif.
AYAVIRI	1968	1979	144	51.19	59.84	1.47	1.64	1.18	1.24	NO
	1981	2010	360	57.51	59.77					
PUCARA	1968	1992	300	64.69	65.90	0.24	1.64	1.02	1.25	NO
	1993	2010	216	60.007	63.36					
LAMPA	1968	1983	192	59.95	68.78	0.73	1.64	1.09	1.22	NO
	1984	2010	324	61.37	69.97					
CHUQUIBAMBILLA	1968	1979	144	57.54	61.63	0.74	1.64	1.29	1.32	NO
	1980	2010	372	60.60	61.30					
AZANGARO	1968	1981	168	47.31	46.30	0.68	1.64	1.10	1.31	NO
	1993	2010	216	50.46	52.56					

Fuente: Elaboracion propia

En Figura (4.11), en las estaciones de Azangaro y Pucara se presentan aparentes saltos, aunque la pendiente de la traza de cada una de las estaciones mantienen uniformidad. Se ha verificado los saltos aparentes en los periodos indicados en la Cuadro 4.1 para cada estación, estadísticamente no presentan desigualdad son consistentes y homogéneas.

#### 4.3.4. Completación de Datos de Hidrológicos

Se presentan períodos incompletos, en la estación Ayaviri y Azángaro por lo que se realizó el proceso de uniformización al período base (1968 – 2010).

Para realizar la completación y extensión de valores ausentes, se utilizó los modelos de regresión lineal múltiple mediante una correlación espacial

En todos los bloques de precipitación la extensión y completación de los valores ausentes de las series incompletas se ha realizado en base a la serie completa de la estación mas consistente y cercano.

En la Anexos N° 1 se presenta la precipitación total mensual completada y consistente de las estaciones de trabajo. En el Anexo (1) se presenta las series completas de precipitación para cada una de las estaciones.

#### **4.4. ÍNDICE DE SEQUÍA.**

En este apartado se muestran los resultados obtenidos al aplicar la metodología del índice de sequía de Palmer PDI, dentro del período analizado.

##### **4.4.1. Índice de Sequía de Palmer (PDI).**

El índice de sequía de Palmer (Palmer, 1965) se reporta como uno de los mejores métodos y una definición operacional objetiva ya que permite determinar el inicio, el fin y la intensidad (Hounam et al., 1975; Wilhite y Glantz, 1985; Alley, 1984). El índice de Palmer (PDI) es un índice de sequía meteorológica para escala mensual y local, pero estructurado de tal forma que espacial y temporalmente se pueden hacer comparaciones (Palmer, 1965). Lohani y Loganathan (1997) mencionan que de todos los índices el PDI representa mejor la realidad física de la sequía meteorológica. Ravelo y Herrero (1999) señalan que el PDI se basa en el balance hídrico seriado

Se implementó la metodología y se obtuvieron los resultados del balance hídrico seriado para la serie de precipitaciones mensuales en la estación Ayaviri, Chuquibambilla, Azangaro, Lampa y los índices de sequía de Palmer para cada período estudiado los mismos son presentados en los anexos respectivamente.

#### 4.4.2. Calculo de los Episodios de Sequía Histórica

Se ha realizado una caracterización meteorológica de las sequías históricas ocurridas en la micro cuenca Ayaviri en el periodo comprendido entre el año 1968 y 2010. En el presente reporte se ha realizado el análisis de consistencia y homogeneidad de la precipitación total mensual registrada en cinco estaciones meteorológicas ubicadas en el ámbito de la micro cuenca Ayaviri.

En base a la información pluviométrica procesada se ha realizado el presente análisis de sequías. El índice de sequia de Palmer (PDI), que nos permite determinar la sequía este índice se calcula a partir de los datos de precipitación mensual total y la evapotranspiración potencial, de las cinco estaciones pluviométricas desde Enero de 1968 hasta Diciembre del 2010, y tomando como periodo de referencia 12 meses.

En los Anexos 3, 4, 5 y 6 se presenta los resultados PDI mensual para la micro cuenca Ayaviri obtenido. En base a esta Tabla de valores se ha realizado el análisis de sequía histórica en el ámbito de la micro cuenca Ayaviri los valores en rojo, indican los meses de déficit de precipitación, y estas son la materia de análisis de sequías. Para su mejor visualización se ha representado en forma gráfica la variación anual del PDI, en el Figura (4.13 - 4.16) se presenta.

Aunque la distribución es muy irregular, y como se puede apreciar no se ajusta a ningún tipo de periodicidad. En el periodo 1968-2010 se ha registrado 11 episodios de sequía en la estación de Ayaviri y en Lampa en la estación Azangaro 17 episodios de sequía en Chuquibambilla 15 episodios de sequía que se ilustra en la Tabla 4.2.

El valor del Índice de Sequía de Palmer (PDI) mas bajo en la estación Ayaviri (PDI= -4.23, 1971) se alcanza en la sequía 1971. Otro balor bajo (PDI= -4.34 y -6.50, 1976 y 1967) se



registra en la sequía 1976 - 1967 y también otro valor significativamente bajo (PDI= -5.09, 2000) corresponde al episodio de sequía 2000.

En la estación de Azangaro el valor del PDI con resultados de sequía extrema (PDI= -4.108, 1979) se registra en la sequía 1979 y también con resultado en (PDI= -5.22, 2000) en el episodio de sequía 2000.

Valores bajos (PDI) para sequías extremas en la estación Chuquibambilla (PDI= -4.5, 2008) en el año del 2008. Los valores de sequía en la estación Chuquibambilla son sequías severas con valores de (-3.16 – -3.88).

En el análisis de sequía anual en la estación Lampa con valores (PDI) obtenidos como sequía extrema (PDI= -6.25, 1983) correspondiente al episodio de sequía extrema 1983. Observamos en la tabla 4.2, en la estación Lampa se tienen resultados de sequías suaves y sequía moderada

Tabla N° 4.2 Sequías anuales registradas en la Micro cuenca Ayaviri,  
periodo (1968-2010)

AÑO	AYAVIRI	AZANGARO	CHUQUIBAMBILLA	LAMPA
1968	2.31	-0.226	3.88	8.136
1969	1.08	-3.032	1.24	1.78
1970	1.81	2.768	2.16	-0.288
1971	-4.23	-3.402	-1.6	-1.304
1972	0.64	3.156	-2.9	-0.946
1973	7.81	4.822	6.58	6.144
1974	2.99	3.042	3.02	3.578
1975	1.36	4.252	2.28	0.004
1976	-4.34	-1.226	-3.16	-1.898
1977	-6.50	3.59	4.3	3.606
1978	-0.67	2.302	1.52	5.81
1979	0.80	-4.108	-1.98	4.454
1980	0.88	-3.258	-1.14	5.11
1981	4.88	5.302	4.8	7.768
1982	3.29	2.248	4.96	6.052
1983	-2.75	-0.344	-3.88	-6.25

1984	1.77	1.47	0.46	5.276
1985	3.60	-2.118	5.44	9.904
1986	1.14	-2.386	1.74	3.826
1987	2.37	5.928	-2.88	-0.368
1988	-0.29	3.034	-3.42	0.754
1989	4.69	3.956	5.1	-0.37
1990	2.21	6.972	5.44	4.388
1991	4.42	5.84	0.58	4.472
1992	0.72	0.626	0.12	1.222
1993	5.61	6.866	-0.36	1.008
1994	1.49	3.242	0.22	2.01
1995	-0.06	-3.016	-2.4	1.132
1996	-0.17	0.448	0	1.62
1997	0.41	4.246	4.32	9.11
1998	0.27	-3.096	-0.78	1.35
1999	2.18	-1.282	2.3	2.542
2000	-5.09	-5.224	-3.48	0.738
2001	0.47	1.038	-2.64	2.186
2002	6.48	5.976	5.4	9.762
2003	0.85	2.604	1.9	-0.67
2004	3.86	1.418	4.12	2.628
2005	0.87	-1.528	0.98	6.344
2006	2.30	-1.094	-1.7	4.096
2007	1.66	1.942	0.56	5.258
2008	-1.70	-0.91	-4.5	-2.23
2009	2.33	1.018	0.06	2.21
2010	-0.36	-2.878	0.62	-3.09

Fuente: Elaboración propia.

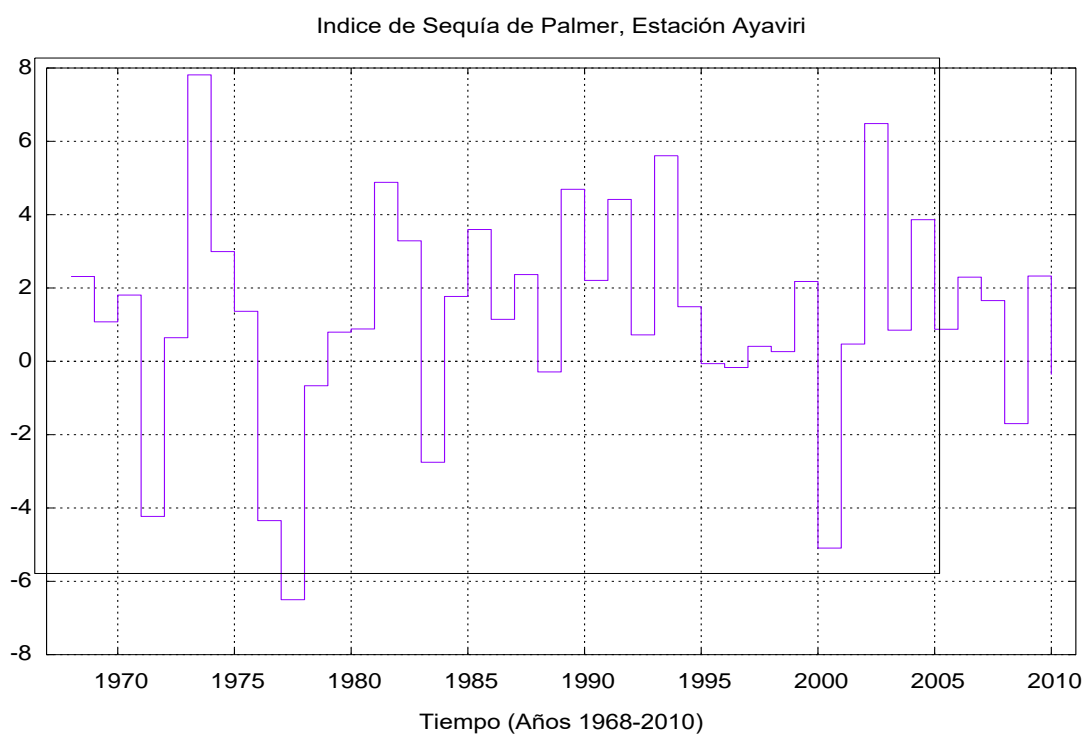


Figura 4.13: Indice de Sequía de Palmer para la estación Ayaviri, (1968-2010). De signo positivo representa humedad y signo negativo representa sequía.

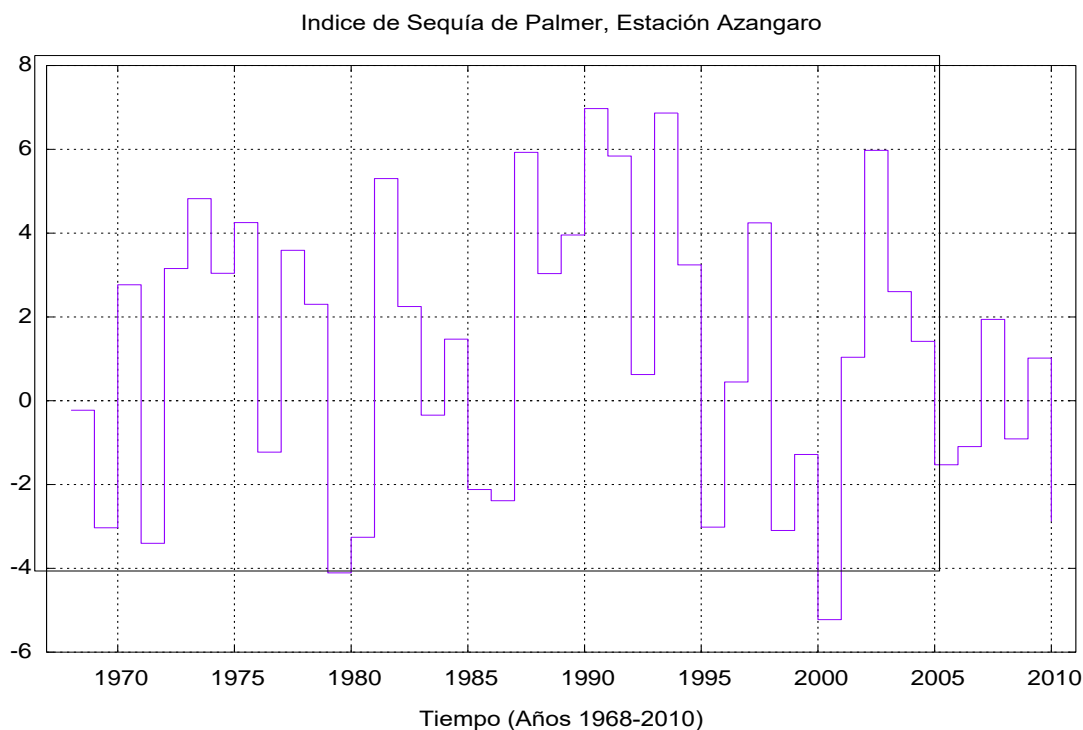


Figura 4.14: Indice de Sequía de Palmer, estación Azangaro, (1968-2010). De signo positivo representa humedad y signo negativo representa sequía.

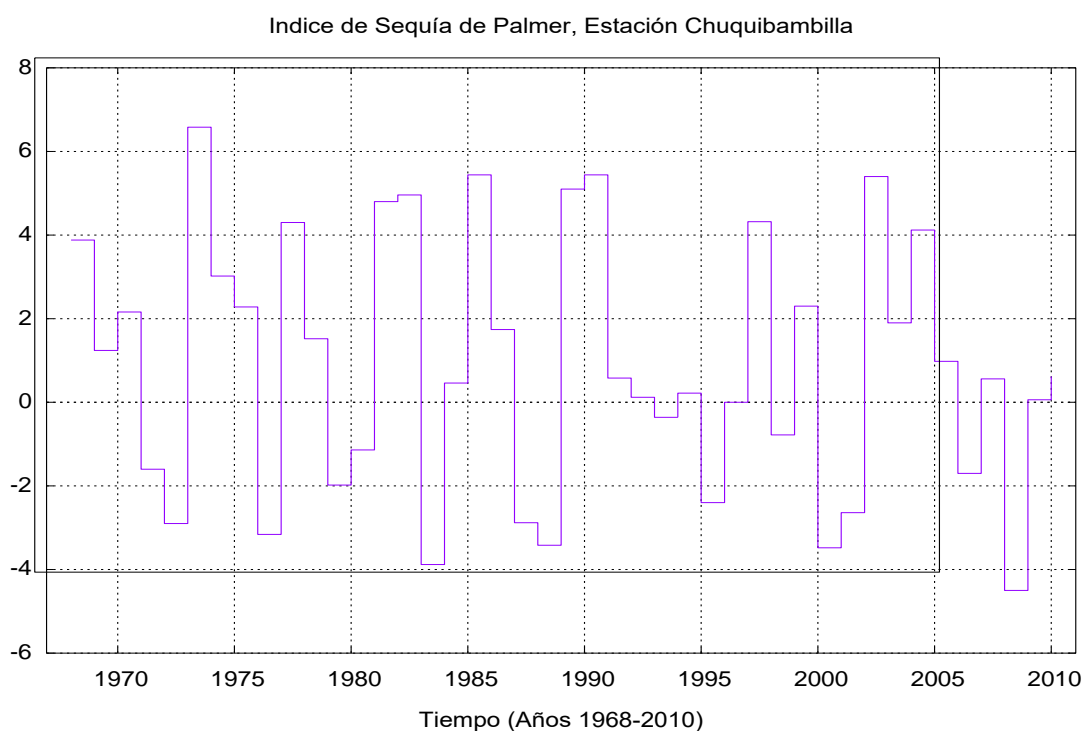


Figura 4.15: Indice de Sequía de Palmer, estación Chuquibambilla, (1968-2010). De signo positivo representa humedad y signo negativo representa sequía.

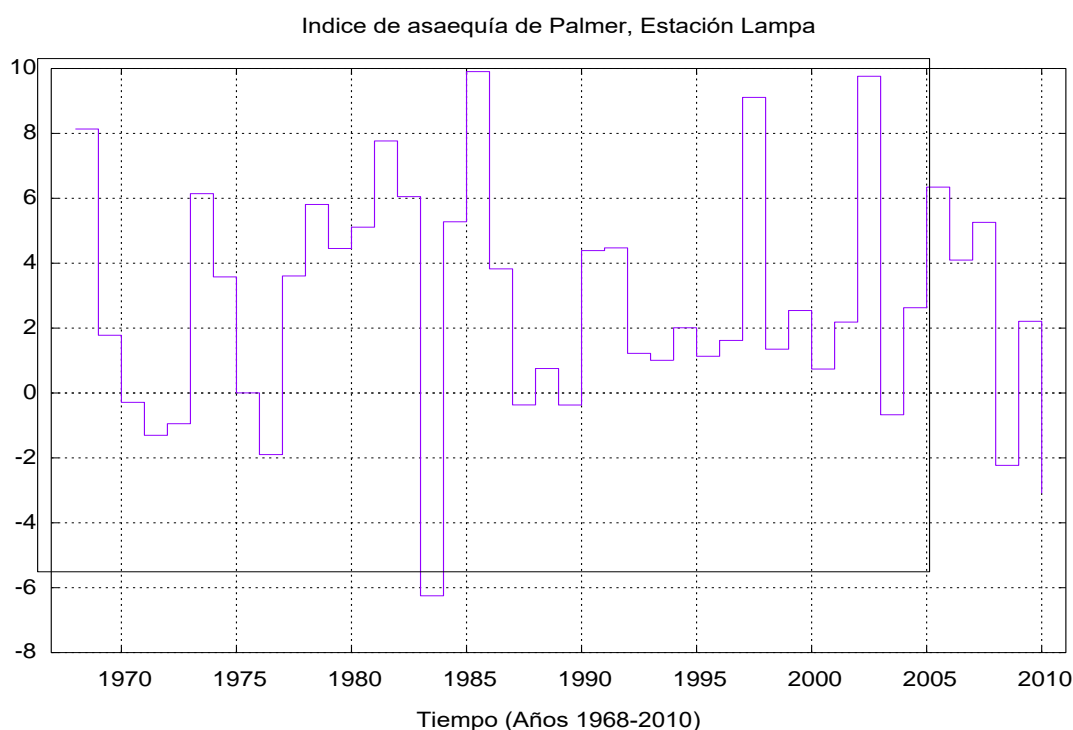


Figura 4.16: Indice de Sequía de Palmer, estación Lampa, (1968-2010). De signo positivo representa humedad y signo negativo representa sequía.

#### 4.4.3. Caracterización Anual de la Sequía Histórica

El método de evaluación utilizado para el análisis de la sequía en el presente reporte, también permite realizar una caracterización de los periodos secos, normales y húmedos a nivel anual

#### 4.4.4. Sequía 1982 - 1984

Es el episodio de sequía histórica más severa registrada en el periodo del horizonte de análisis de sequías del presente reporte (1968 – 2010). Se observa que en el año de 1983 sequías con resultados en Ayaviri sequía moderada (PDI= -2.75, 1983), Azangaro en condiciones normales (PDI= -0.34, 1983), Chuquibambilla con resultado de sequía severa (PDI= -3.88, 1983) y Lampa con sequía extrema (PDI= -6.25, 1983).

El año 1983 ha sido el año más seco desde marzo hasta diciembre de 1983, la sequía fue extrema, afectando prácticamente el área total de la micro cuenca Ayaviri. En el mes de marzo de 1983, la sequía es severa o extrema en la totalidad de la cuenca, es importante ver los índices PDI de cada mes descrito.

#### 4.4.5. Sequía 1970 - 1972

Este episodio de sequía por su carácter de ser uno de los más severos y extremos, en duración y extensión es inferior a la anterior. El valor del PDI más bajo es en año del 1971. Sus efectos extremos fueron a nivel global de toda la micro cuenca.

Se observa que en el año de 1971 sequías con resultados en Ayaviri sequía extrema (PDI= -4.23, 1971), Azangaro con sequía severa (PDI= -3.40, 1971), Chuquibambilla con resultado de sequía suave (PDI= -1.6, 1971) y Lampa con sequía suave (PDI= -1.30, 1971). Esta vez el episodio empieza a ser severa en el centro de la micro cuenca Ayaviri y se extiende en forma radial hasta ocupar toda la extensión de la Cuenca.

#### 4.4.6. Sequía 1975 - 1977

Este episodio de sequía por su carácter de sequía moderada, fue uno de los de mayor periodo en duración y extensión.

Se observa que en el año de 1971 sequías con resultados en Ayaviri sequía extrema (PDI= -4.34, 1976), Azangaro con sequía suave (PDI= -1.22, 1976), Chuquibambilla con resultado de sequía severa (PDI= -3.16, 1976) y Lampa con sequía suave (PDI= -1.89, 1971). Esta vez el episodio empieza a ser severa en la parte alta de la micro cuenca Ayaviri y se extiende en forma radial hasta ocupar toda la extensión de la Cuenca.

Tabla N° 4.3. Sequías Mensuales, en la Micro Cuenca Ayaviri (1968-2010)

PERIODO	AYAVIRI	AZANGARO	CHUQUIBAMBILLA	LAMPA
1968-1969	Marzo	Marzo		Marzo
1969-1970		Marzo		
1970-1971	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo
1974-1975			Enero	
1976-1977	Enero			
1978-1979		Febrero		
1981-1982	Febrero			
1982-1983	Enero	Marzo	Enero	Ene-Marzo
1984-1985		Ene-Marzo		
1986-1987				Marzo
1989-1990	Marzo			Marzo
1991-1992	Marzo	Marzo		
1992-1993			Febrero	Febrero
2004-2005		Enero		
2007-2008	Marzo	Marzo	Marzo	Marzo

Fuente: Elaboración propia.

#### Sequía Hidrológica

A parte de análisis de sequía meteorológica, se ha analizado el análisis de sequía hidrológica, utilizando la información de descargas medias anuales del río Ayaviri.

Mediante este análisis se ha identificado generalmente los periodos secos, tal como se muestra en el cuadro y gráfico del análisis respectivo.

Años secos; 1998

1999

2004

2007

Tabla N° 4.4 Sequías Anuales, en la Micro cuenca Ayaviri (1995-2011)

Año	Descargas medias anuales	Periodo seco y húmedos.
1995	349.68	0.449
1996	381.51	0.775
1997	302.62	-0.034
1998	256.30	-0.509
1999	283.92	-0.225
2000	395.72	1.059
2001	247.95	0.595
2002	362.28	0.578
2003	375.65	0.715
2004	270.54	-0.363
2005	298.92	-0.071
2006	302.93	-0.031
2007	265.67	-0.413
2008	163.22	0.465
2009	255.15	0.521
2010	391.57	1.116
2011	272.00	0.348

Fuente: Elaboración propia

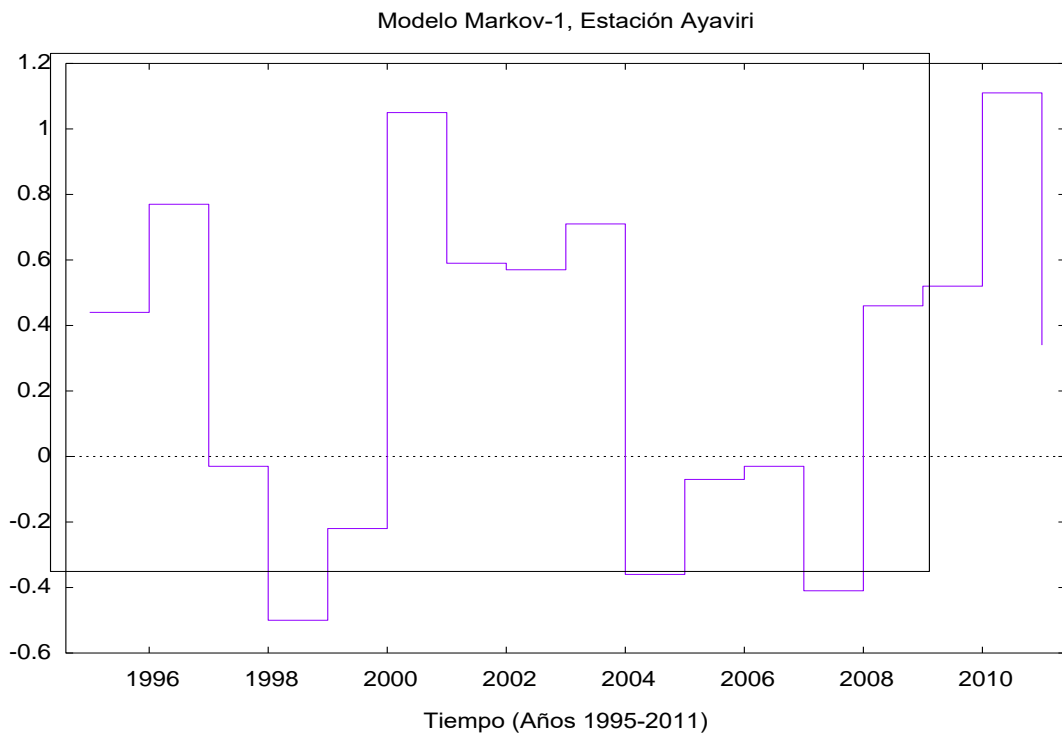


Figura 4.17: Serie de caudales anuales del río Ayaviri, (1995-2011). De signo positivo representa humedad y signo negativo representa sequía.



## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

La metodología utilizada en este trabajo permitió identificar los fenómenos hidrometeorológicos extremos, tal como las sequías, constituyen un potencial flagelo para la calidad de vida de las personas y de su entorno; es por ello que deben ser particularmente consideradas para que la gestión y la planificación de los recursos hídricos, tengan resultados eficaces. Este trabajo contribuye al conocimiento del fenómeno de sequía en la micro cuenca Ayaviri, con el objetivo de generar pautas de planificación para mejorar las condiciones de abastecimiento de agua a la ciudad de Ayaviri y sus alrededores, ante escenarios meteorológicos críticos.

En la micro cuenca Ayaviri se modeló numéricamente el fenómeno de la sequía que permitió detectar períodos con sequías extremas, si no que también períodos de humedad extrema transformándose en una evidencia, en el estudio hidrometeorológico con los indicadores PDI. El índice PDI es más representativo del fenómeno de sequía, ya que contempla otras variables hidrológicas, además de la precipitación, para la evaluación de dicho fenómeno esto permite un análisis más amplio de las condiciones hidrológicas del sistema estudiado.

En el período 1968-2010, la mayor frecuencia de sequías severas en la micro cuenca Ayaviri, se observó en el mes de Enero, Febrero, marzo impidiendo el normal desarrollo de los diferentes cultivos, con sequías reducida (-1.38), sequía moderada (-2.9), sequía severa (-3.3) y sequías extremas menores a (-4).

En base a la primera parte de la conclusión anterior, la ocurrencia de una sequía meteorológica en dos meses consecutivos influye directamente en la existencia de una

sequía hidrológica en el segundo mes considerado. Es decir, si en un mes anterior a un período determinado, ocurre una precipitación inferior a la esperada (sequía meteorológica) y el caudal antecedente no está muy por encima del valor medio, el caudal en ese mes presentará un déficit respecto de lo esperado. Dicho déficit podrá ser compensado si, en el período considerado, ocurre una precipitación normal o superior al valor medio de dicho mes; de lo contrario, si ocurre nuevamente una sequía meteorológica, habrá una disminución cierta en el caudal del período considerado, implicando una sequía hidrológica.

Los resultados obtenidos del análisis de las sequías hidro-meteorológicas en las estaciones desarrolladas con el índice (PDI) tienen semejanzas y se llegó a la conclusión de que las sequías no significa necesariamente fenómenos de escasa precipitación pluvial sino, mas bien, completa desuniformidad en la distribución mensual de las lluvias, la cual altera profundamente el desarrollo del calendario agrícola y trae como consecuencia un sedenso en la producción.

El modelo markoviano se tiene resultados de sequía en los años 1998, 1999, 2004 y 2007 obteniéndose una semejanza con el Índice de Sequía de Palmer en los años 1998 y 1999.

## 5.2. RECOMENDACIONES.

Concluido con el presente trabajo de investigación sobre la “Evaluación de las Sequías Hidro-meteorológicas en la Micro cuenca Ayaviri”; por el indise de Sequía de Palmer; se sugiere lo siguiente:

El indise de Sequía de Palmer en una metodología que representa mejor la realidad física de la sequía meteorológica, por lo que se recomienda usar esta metodología.

Se recomienda, la atención debida a la disponibilidad de registros hidro-meteorológicos, propiciando el repotenciamiento y/o instalación de las estaciones de control, para tener reporte en el tiempo lo cual permitira validar los trabajos con errors minimos.

Con la realización del presente estudio, se plantea la necesidad de continuar investigando los distintos aspectos relacionados a las sequías hidro-meteorológicas y modelar con herramientas teoricas numericamente, y computacionales por lo que, se recomiendan trabajos futuros, tales como:

Aplicar y adaptar este análisis a cuencas de distintas escalas, con otros usos o a sistemas de lagos naturales.

Generar modelos para pronóstico de sequías.

Evaluar el posible efecto del cambio climático en distintas regiones.

## CAPITULO VI

### 6. BIBLIOGRAFÍA:

ALIAGA A. (1983). "Tratamiento de datos Hidrometeorológicos", Lima – Perú

ALIAGA A. (1985). "Hidrología Estadística", Lima – Perú.

APARICIO, Francisco. (1994). "Fundamentos de Hidrología de Superficie". Limusa. México.

BENJAMIN, Jack y CORNELL. (1981) "Allin. Probabilidad y estadística en ingeniería civil". McGraw Hill. Bogota.

CHEREQUE M, W. (1980) "Hidrología" CONCYTEC Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima – Perú.

CHOW, V.; MAIDAMENT, D. y MAYS, L. (1994) " Hidrología Aplicada". McGraw Hill. Interamericana S.A. (tradc.) Impreso D'VINNI Editorial Ltda. Santa Fé Bogotá D. C. Colombia.

DAN EDWARDS. Mathematical Background to the SPI, Disponible en <http://ulysses.atmos.colostate.edu/SPI.html>.

DONALD WILHITE, Michael J. Hayes, Cody Knutson, Kelly Helm Smith. The Basic of Drought planning: A 10- Step process. National Drought

HUGO ANDRES J. r. (2005). "Análisis de seguías apliacdo a la Cuenca del Lago Poopó", trabajo de investigación, Universidad Mayor de San Andrés-Facultad de ingeniería civil, Bolivia.

MEJÍA MARCACUZCO. A. (2001). "Hidrología Aplicada" Vol. I Lima – Perú.

MICHAEL J. HAYES, Drought Indices. National Drought Mitigation Center. .

PALMER, W. (1965). Meteorological Drought. Research. Dep. of Commerce. Weather Bureau. Wash.

PIEROLA C. N. (1993). "Análisis de consistencia de series hidrometeorológicas" Librería la Carpa U.N.I., Lima-Peru.

RAVELO, A.C. (2000). Caracterización agroclimática de las sequías extremas en la región pampeana de la Argentina. Rev. Fac. Agronomía.

RAVELO A. C., DA PORTA W. A. y ZANVETTOR R. E. (1999). Evaluación de las sequías extremas en la región pampeana argentina durante el período 1930 – 1990. XI Congreso brasileiro de agrometeorología y a la II Reunión Latino-Americana de agrometeorología.

RAVELO, A.C. y A.J. PASCALE. (1997) Identificación de la ocurrencia de sequías mediante imágenes del satélite NOAA e información terrestre. Rev. Fac. de Agronomía. 7ª Reunión Argentina y 1ª Latinoamericana de Agrometeorología. Tomo 17 (1).

RAVELO, A.C. y J.A. SANTA. (2000) Estimación de las precipitaciones diarias de Córdoba utilizando información meteorológica terrestre y del satélite GOES. Agricentia.

R. Linsley, M.Kohler, J. Paulhus. (1967). Hidrología para Ingenieros. McGraw Hill.

THORNTHWAITE. (1948). An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review. C.W.

NY.UNESCO, ROSTLAC. (1982). "Guía metodológica para la elaboración de balance Hídrico de America del Sur".

VILLÓN MÁXIMO. (2002). "Hidrología Estadística", segunda edición, Lima-Perú.

VUYICA YEVJEVICH. (1972). "Stochastic Proceses in Hydrology". Water Resources Publications Fort Collins, Colorado, U.S.A.

## ANEXOS

# ANEXO 1: PLANILLAS DE PRECIPITACIONES MENSUALES EN LA MICRO CUENCA AYAVIRI

**ANEXO 1: PLANILLAS DE PRECIPITACIONES MENSUALES EN LA  
MICRO CUENCA AYAVIRI  
ESTACION AYAVIRI CO. 110776**

AÑOS	ENER.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1968	139.7	170.7	105.5	6.5	1.3	0.0	10.5	5.0	24.8	21.3	100.9	58.8
1969	118.1	105.6	40.1	38.6	0.0	0.0	5.0	0.7	9.0	32.7	50.3	47.1
1970	128.7	72.7	100.4	61.2	26.6	0.0	0.0	0.0	35.8	10.0	20.3	142.4
1971	78.1	180.3	13.9	56.9	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	24.0	27.3	107.5
1972	165.3	108.5	82.4	34.2	1.2	0.0	3.0	8.6	17.3	22.7	36.8	130.8
1973	201.4	150.5	134.0	76.6	15.2	0.0	5.3	2.0	72.6	65.7	57.0	87.8
1974	178.6	263.5	67.0	42.6	7.3	7.0	0.0	43.9	5.4	34.2	43.5	95.9
1975	133.1	187.4	104.7	37.3	4.1	0.0	0.0	0.0	4.9	87.2	73.4	172.3
1976	125.3	103.2	54.3	31.1	1.8	0.0	0.0	0.0	20.4	2.7	0.0	33.1
1977	17.2	87.4	57.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	52.5	118.0
1978	226.1	192.8	75.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	23.9	145.3	153.2
1979	183.3	56.9	101.0	44.3	2.7	0.0	0.3	4.8	4.4	22.6	34.5	114.0
1980	100.2	119.8	109.0	15.6	7.6	0.0	1.3	2.5	4.5	48.0	57.7	104.2
1981	139.4	149.2	105.8	50.3	5.8	4.4	0.3	13.4	24.0	66.2	39.9	104.8
1982	149.6	23.3	163.0	93.9	0.0	0.0	0.0	39.5	35.0	117.9	211.5	57.1
1983	43.0	53.2	67.8	63.5	0.4	2.1	0.0	0.0	7.0	17.4	43.4	79.3
1984	248.1	161.1	152.1	21.3	16.6	3.4	0.0	18.8	0.0	116.7	127.6	148.3
1985	103.2	149.9	190.1	158.1	8.2	40.5	0.0	0.0	24.6	17.6	145.4	102.7
1986	93.2	172.3	159.7	110.4	16.8	0.0	0.0	2.3	24.0	4.4	38.9	163.1
1987	180.2	70.1	58.1	41.3	4.7	4.8	20.4	3.3	2.0	30.5	72.8	76.9
1988	158.9	87.9	157.1	78.6	13.7	0.0	0.0	0.0	15.6	46.7	2.5	91.8
1989	158.5	75.7	99.0	56.2	3.7	2.9	0.1	31.6	22.8	47.6	37.0	76.6
1990	190.2	111.1	38.6	32.4	3.8	33.5	0.0	3.5	4.1	87.1	71.7	81.9
1991	163.5	95.9	109.8	27.6	29.6	35.8	0.6	2.9	13.6	51.1	33.2	85.4
1992	109.8	79.5	45.3	27.4	0.0	10.2	0.0	49.0	1.1	54.4	61.0	43.8
1993	206.6	68.0	120.0	26.6	0.3	10.8	0.3	23.7	40.8	89.1	175.0	78.8
1994	113.5	81.9	144.6	69.9	4.7	0.0	0.0	7.5	4.1	16.7	65.5	99.8
1995	96.3	98.4	132.5	44.9	0.5	0.0	0.0	0.0	5.1	15.1	70.5	104.1
1996	181.6	123.6	61.0	19.8	6.2	0.0	0.0	4.1	5.3	21.1	61.1	101.0
1997	139.0	194.9	174.1	8.4	1.4	0.0	0.0	14.7	2.9	37.7	135.8	107.4
1998	106.5	90.1	115.2	26.6	0.0	0.5	0.0	1.9	0.5	54.3	96.9	66.0
1999	92.8	156.3	129.7	111.6	7.0	0.0	0.0	0.0	22.6	43.2	31.5	54.9
2000	136.8	224.6	108.6	5.9	6.2	1.6	4.1	7.1	2.5	119.8	8.6	76.9
2001	228.1	111.2	99.9	39.0	22.7	2.9	1.3	10.8	11.3	34.8	21.4	100.8
2002	162.6	191.4	68.0	60.6	21.5	5.2	12.4	11.2	21.3	106.3	87.9	94.7
2003	201.0	103.2	163.2	42.7	9.6	0.0	0.0	10.5	15.1	29.3	25.2	135.6
2004	260.6	151.4	86.6	40.2	3.9	0.8	4.3	15.4	50.9	24.5	68.7	153.0
2005	70.6	224.9	130.2	26.3	0.3	0.0	0.0	4.5	4.8	94.8	83.0	67.0
2006	177.5	65.9	105.6	44.5	0.0	0.6	0.0	2.1	2.8	80.5	78.5	144.3
2007	110.8	77.9	162.4	61.3	11.2	0.0	0.0	0.6	23.7	18.3	68.6	112.6
2008	172.7	121.6	58.3	8.9	1.8	0.5	0.0	0.4	1.9	43.0	44.6	177.9
2009	91.8	123.8	89.8	40.7	4.8	0.0	0.9	0.2	25.2	32.0	94.4	118.7
2010	192.5	125.2	87.9	67.2	15.2	0.0	0.0	0.8	0.4	26.0	30.3	69.8
2011	71.6	164.1	132.7	66.6	12.6	1.4	7.5					

**FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI**

**PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm), ESTACION CHUQUIBAMBILLA CO.  
120764**

AÑOS	ENER.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1968	147.8	233.2	134.2	43.9	0.0	0.0	11.0	8.2	20.4	37.3	118.7	83.3
1969	111.2	125.5	76.2	47.3	0.0	0.0	2.9	2.0	7.1	50.6	33.7	62.8
1970	185.7	97.4	102.4	66.7	16.5	0.5	0.0	0.0	42.0	55.8	24.3	194.9
1971	82.4	183.2	40.4	46.3	1.0	0.0	0.0	3.5	0.0	33.1	68.5	102.9
1972	199.2	131.1	115.9	36.5	2.3	0.0	4.6	2.6	2.5	12.8	31.9	131.2
1973	155.1	84.8	157.8	110.7	7.7	0.0	1.5	9.2	57.7	58.1	84.0	55.3
1974	167.2	118.3	126.5	47.9	0.0	4.2	0.0	35.4	19.4	28.5	43.3	71.1
1975	225.3	116.8	105.9	36.6	22.0	0.0	0.0	0.0	31.9	61.9	49.3	131.3
1976	208.8	88.9	154.9	27.4	15.4	1.5	0.8	2.8	33.8	1.9	26.0	63.9
1977	124.4	138.3	130.1	31.8	4.0	0.0	2.0	0.0	38.0	54.6	106.5	82.5
1978	295.2	127.7	67.0	64.0	0.9	0.6	0.0	0.0	24.7	19.9	101.9	122.3
1979	150.9	53.6	78.8	44.2	1.4	0.0	0.0	4.4	4.7	29.1	34.6	122.4
1980	109.0	103.7	149.2	11.8	11.2	0.0	1.3	2.4	4.8	57.2	64.2	105.8
1981	174.3	176.0	144.6	77.0	7.6	3.1	0.0	11.6	31.0	77.4	41.5	106.8
1982	148.3	91.7	101.1	82.2	0.0	2.0	0.0	0.0	27.0	95.0	154.2	67.9
1983	51.4	58.1	60.6	47.6	2.4	0.0	0.0	0.0	15.5	21.3	24.5	88.3
1984	220.3	175.4	139.9	30.5	20.9	0.0	1.3	0.7	2.7	120.6	124.1	180.1
1985	114.0	123.5	90.5	121.0	20.7	25.9	0.0	0.5	65.7	24.6	140.8	106.9
1986	99.6	114.8	129.9	89.6	12.9	0.0	1.0	4.1	35.5	2.7	60.1	146.8
1987	111.2	75.1	72.5	32.0	1.1	1.4	7.3	0.9	3.2	9.3	96.6	79.8
1988	201.8	72.6	153.4	71.3	16.9	0.0	0.0	0.0	11.6	26.7	4.9	94.5
1989	156.8	84.7	113.9	86.8	3.6	0.7	0.7	40.1	30.9	59.8	55.9	95.5
1990	147.5	97.4	149.6	68.3	8.8	48.1	0.0	0.2	9.8	136.1	70.4	78.4
1991	191.4	61.4	118.0	30.1	28.0	39.1	0.0	0.0	1.0	48.3	29.8	94.5
1992	109.8	71.1	84.3	35.4	0.0	2.4	0.0	42.0	0.0	57.5	99.4	90.4
1993	183.4	29.0	182.9	46.9	0.0	16.0	0.0	28.6	9.3	94.1	162.0	98.1
1994	209.4	133.1	139.6	61.3	0.0	0.0	0.0	5.8	6.1	43.0	76.3	120.6
1995	119.7	119.7	124.8	15.8	2.1	0.0	0.0	0.0	2.5	27.0	56.7	123.8
1996	162.2	112.0	97.8	61.9	1.4	0.0	3.4	5.0	6.6	9.6	57.1	98.5
1997	205.1	204.3	192.7	63.3	4.0	0.0	0.0	16.5	31.0	35.4	111.6	121.7
1998	128.7	131.5	151.4	22.5	0.0	2.0	0.0	2.0	8.8	72.6	107.3	50.9
1999	114.1	162.6	139.9	146.8	9.8	0.0	1.4	1.7	20.3	58.1	28.0	94.1
2000	183.4	180.6	120.7	14.4	17.3	6.5	7.0	5.3	6.9	96.0	17.4	139.1
2001	238.6	127.3	126.9	25.1	19.3	1.2	4.7	7.5	10.8	40.4	18.2	69.9
2002	156.8	175.5	113.6	105.1	29.2	2.0	13.5	13.6	22.0	94.2	102.5	128.0
2003	137.9	154.8	245.0	43.6	4.3	3.3	0.0	12.6	23.3	18.7	33.6	97.6
2004	215.6	137.0	95.7	42.6	1.1	2.0	3.3	21.9	59.6	13.3	58.3	142.5
2005	88.1	213.7	97.7	39.0	0.0	0.0	0.0	7.9	0.0	118.3	75.7	98.0
2006	188.8	115.9	94.6	20.5	0.0	3.2	0.0	3.0	3.6	48.0	90.8	208.3
2007	95.6	96.9	130.8	81.9	3.5	0.0	4.6	0.0	22.1	21.1	67.2	72.9
2008	149.7	96.6	44.1	2.9	2.9	1.0	0.0	2.5	0.0	37.8	47.4	235.8
2009	114.1	90.4	137.6	65.2	0.0	0.0	0.0	0.0	14.4	19.1	84.8	131.1
2010	187.9	180.7	139.4	73.0	15.2	0.0	0.0	0.0	0.0	18.4	58.2	102.3
2011	122.8	181.1	122.4	9.7	13.5	7.8	9.7					

**FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI**



**PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm), ESTACION AZANGARO CO. 110781**

AÑOS	ENER.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1968	81.2	143.0	73.9	36.9	0.7	1.0	8.0	7.6	25.5	20.9	73.7	33.7
1969	125.1	63.6	36.0	28.8	0.0	0.0	12.0	0.0	18.5	15.6	31.8	51.2
1970	126.9	42.0	96.1	97.0	14.7	0.0	0.0	0.0	39.3	50.4	38.2	152.1
1971	91.5	190.3	30.3	28.1	0.5	0.6	0.3	8.7	5.8	18.1	55.8	80.1
1972	140.9	108.9	68.7	37.4	0.0	0.0	4.0	9.7	41.6	26.3	55.6	106.6
1973	162.0	99.8	112.9	93.7	22.2	0.0	3.4	4.9	47.7	43.7	88.3	23.8
1974	98.0	125.0	64.4	34.9	19.0	6.1	0.0	27.6	9.0	30.0	55.7	59.2
1975	96.0	88.6	108.6	33.1	7.2	14.5	0.0	0.0	20.7	71.7	57.5	110.0
1976	115.9	102.5	57.4	6.7	8.9	5.5	0.4	13.3	41.2	3.3	61.0	96.1
1977	64.2	113.0	120.2	17.5	3.4	0.0	0.0	0.0	43.3	51.6	91.2	61.0
1978	141.6	139.3	77.6	37.4	2.7	0.0	0.0	0.0	17.7	35.6	168.5	164.6
1979	146.1	28.7	62.2	39.6	4.0	0.0	0.0	0.0	6.5	60.9	37.1	112.8
1980	120.1	64.2	91.1	9.0	5.7	0.0	5.3	3.6	29.4	77.9	10.1	56.9
1981	112.5	104.9	92.3	45.0	5.6	4.0	0.0	26.9	27.7	65.4	36.4	100.7
1982	100.7	101.1	38.8	58.5	4.7	0.9	0.4	7.0	39.1	28.5	89.2	39.1
1983	84.1	69.4	24.2	40.4	11.3	2.4	2.1	3.6	28.8	32.0	40.5	73.2
1984	161.3	143.2	84.3	25.3	8.1	2.3	8.9	9.2	0.8	78.3	238.8	167.1
1985	27.5	65.1	47.8	167.5	17.4	3.0	0.0	0.7	14.9	20.3	178.7	114.0
1986	84.5	92.6	57.7	54.9	12.4	0.9	0.0	0.0	6.3	37.0	4.2	81.9
1987	109.2	107.5	67.7	44.6	6.3	5.3	28.4	7.7	18.3	30.1	81.8	64.3
1988	100.1	88.7	130.8	64.9	16.6	0.9	0.4	3.6	20.5	34.4	24.4	85.7
1989	96.7	70.3	79.2	46.1	9.1	1.3	1.6	10.4	22.1	35.0	38.3	77.6
1990	101.3	95.4	61.4	38.4	15.7	10.4	0.4	6.0	25.9	50.7	78.2	67.2
1991	100.7	98.0	108.7	37.1	22.7	12.2	5.5	7.4	24.1	35.0	46.0	60.6
1992	118.9	83.5	49.7	14.4	0.0	8.0	0.0	59.8	19.2	29.4	46.2	94.0
1993	142.8	54.5	84.3	87.9	11.6	4.8	1.3	9.2	24.4	68.6	125.4	127.4
1994	111.7	169.3	89.1	48.2	0.5	0.0	0.0	6.3	13.4	35.4	59.8	88.1
1995	62.3	78.0	97.8	4.6	0.2	0.0	0.0	0.6	5.1	33.1	90.0	88.4
1996	142.5	67.9	121.9	15.7	15.0	0.3	2.0	3.1	11.2	35.2	59.5	64.0
1997	150.4	151.3	139.1	30.1	7.8	0.0	0.0	13.1	32.1	36.9	134.6	100.5
1998	95.0	71.4	77.2	24.6	0.0	10.5	0.0	0.0	11.0	58.0	76.3	17.6
1999	99.8	68.0	134.6	52.0	3.5	1.0	0.0	0.5	30.6	69.3	31.8	23.2
2000	132.4	114.0	51.3	8.4	2.9	7.9	0.5	38.8	0.7	79.8	25.6	65.3
2001	195.4	94.8	168.0	15.9	19.9	0.0	4.4	8.0	16.6	44.9	42.5	166.6
2002	157.4	116.4	155.4	49.1	10.3	1.9	10.8	9.0	15.0	187.3	87.1	170.6
2003	149.9	95.3	109.4	58.9	4.7	5.7	0.6	5.0	7.8	32.9	42.4	118.2
2004	227.4	93.9	47.7	22.8	15.9	0.0	2.8	16.5	39.6	11.0	62.6	71.5
2005	42.5	171.8	78.5	28.6	0.3	0.0	0.0	5.0	19.6	59.8	34.3	84.5
2006	188.7	36.7	75.3	17.2	0.2	1.3	0.0	2.3	11.3	60.6	60.6	71.1
2007	97.0	54.5	164.6	80.6	12.5	0.3	0.6	0.8	60.6	17.1	62.8	85.3
2008	98.4	91.9	43.7	1.0	3.1	0.0	0.0	0.0	22.8	44.0	61.5	171.6
2009	130.0	91.9	72.2	33.2	4.4	0.0	0.4	0.0	14.2	28.2	91.1	85.4
2010	162.6	95.1	63.1	41.8	7.6	0.0	0.3	2.3	0.0	25.6	24.5	70.7
2011	96.7	176.3	60.9	23.4	0.3	0.0	5.5					

**FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI**

**PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm), ESTACION LAMPA CO. 110779**

AÑOS	ENER.	FEB.	MAR.	ABRL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOT.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1968	97.9	199.4	73.4	54.0	4.4	2.2	5.8	3.0	27.0	53.1	145.5	67.6
1969	172.5	75.7	32.9	45.5	0.0	2.8	3.2	0.0	5.8	62.2	58.7	63.4
1970	142.9	107.7	126.3	39.2	8.6	0.0	0.0	0.0	5.9	27.7	21.4	112.7
1971	97.8	184.3	36.0	19.4	0.0	0.0	0.0	8.4	0.5	32.6	42.9	144.4
1972	239.3	89.0	149.6	17.6	0.8	0.0	0.0	0.0	23.1	11.1	77.5	80.0
1973	213.1	158.1	121.1	89.8	7.6	0.0	2.0	3.3	43.8	81.6	38.1	61.6
1974	222.4	107.2	64.6	36.4	0.0	8.7	1.3	71.1	18.2	24.0	44.7	78.9
1975	157.7	178.1	113.8	18.1	30.5	0.8	0.0	3.8	14.8	43.6	10.9	82.9
1976	187.2	100.0	55.2	15.0	19.1	4.0	0.3	9.3	88.2	0.0	11.0	111.3
1977	71.0	167.0	208.5	11.5	0.0	0.0	1.0	0.0	29.0	75.2	124.0	168.7
1978	414.2	176.0	145.5	71.0	0.0	1.5	0.0	3.5	22.0	28.7	123.0	209.6
1979	192.5	76.9	161.9	45.7	3.3	0.0	0.0	6.2	0.0	38.8	57.9	136.5
1980	86.5	95.5	176.5	5.0	5.9	0.0	0.0	15.5	80.0	65.0	73.5	54.0
1981	190.5	145.5	136.1	48.5	0.0	0.0	0.0	28.0	46.5	33.9	56.5	173.5
1982	166.5	101.5	140.0	148.5	0.0	2.5	0.0	6.5	77.5	48.2	131.0	39.5
1983	23.0	281.4	24.5	13.0	8.5	4.5	0.0	4.5	32.5	44.0	26.5	43.5
1984	392.2	306.1	164.1	83.0	21.0	0.0	0.0	13.0	0.0	137.3	240.3	263.7
1985	156.1	433.3	146.5	182.2	10.0	37.0	0.0	9.5	33.7	56.0	145.4	158.4
1986	131.6	186.7	142.4	64.2	3.6	0.0	1.4	15.1	23.5	10.4	38.9	122.0
1987	202.0	76.3	27.1	25.8	4.0	1.8	19.2	0.0	4.2	29.6	146.6	101.4
1988	194.5	56.5	160.5	117.3	21.7	0.0	0.1	0.0	11.9	39.7	2.9	146.2
1989	131.4	82.0	111.5	63.2	0.5	2.6	0.8	4.9	2.6	9.1	41.9	49.7
1990	89.7	61.7	31.3	18.9	13.9	43.1	0.0	9.0	2.9	92.7	96.7	91.8
1991	138.7	107.0	90.5	38.2	23.5	40.0	0.8	0.0	8.5	59.4	26.6	82.9
1992	86.4	76.2	33.5	31.4	0.0	2.8	1.4	63.4	0.5	49.2	61.0	111.1
1993	155.3	18.2	140.1	24.6	9.6	0.2	0.0	26.9	13.4	66.0	74.6	135.7
1994	164.0	148.2	105.0	58.1	1.5	0.7	0.0	0.0	4.5	17.6	51.8	85.2
1995	107.8	94.9	94.2	23.7	0.8	0.0	0.0	5.8	19.7	18.7	55.3	61.8
1996	196.0	101.6	108.4	23.6	16.5	0.0	1.8	2.5	22.1	13.5	74.1	149.3
1997	149.4	177.8	147.1	68.9	3.9	0.0	0.0	19.0	42.9	39.9	113.2	95.6
1998	105.0	154.4	104.0	25.8	0.0	2.0	0.0	0.0	0.2	44.9	69.9	62.1
1999	152.7	97.8	143.4	123.0	5.3	1.8	0.0	0.8	32.7	105.5	17.6	63.5
2000	173.7	113.5	130.3	52.7	7.1	6.2	0.0	7.4	14.5	57.1	9.9	114.2
2001	249.7	188.3	114.6	29.5	10.6	2.9	2.2	8.1	4.0	57.5	46.1	73.7
2002	121.8	76.5	139.4	67.6	21.7	4.0	18.7	9.1	16.4	83.3	92.6	177.4
2003	203.3	136.2	139.1	18.3	5.2	3.2	0.0	1.5	30.9	9.1	23.7	132.1
2004	266.6	144.1	101.0	38.9	3.3	2.0	2.3	19.2	26.5	21.6	16.8	100.0
2005	100.6	278.3	116.5	49.6	T	0.0	T	0.0	22.4	75.3	54.3	164.6
2006	188.2	109.5	122.9	19.8	0.7	3.3	0.0	0.2	20.1	52.1	79.7	95.7
2007	81.5	67.8	258.4	83.5	14.0	0.5	6.7	10.0	16.2	27.4	93.3	93.8
2008	226.9	64.8	74.6	3.4	1.7	1.2	0.0	1.4	3.3	54.6	23.4	168.3
2009	102.2	190.3	153.4	40.2	0.8	0.0	0.0	0.0	4.6	35.2	77.8	83.8
2010	118.9	144.2	71.6	26.8	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	28.4	14.0	136.3
2011	97.8	213.5	105.4	14.1	7.2	0.0	4.8					

**FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI.**

**PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm), ESTACION PUCARA CO.110815**

AÑOS	ENERO	FEB	MAR	ABRL	MAY	JUN	JUL	AGOT	SET	OCT	NOV	DIC
1968	191.8	214.8	87.6	19.8	10.1	0.0	8.5	19.3	17.5	57.8	134.2	104.6
1969	125.8	86.7	13.8	49.6	0.0	0.0	2.9	0.0	13.8	9.8	43.0	90.6
1970	125.9	55.4	134.6	75.6	0.0	0.0	0.0	0.0	32.4	10.3	35.6	232.9
1971	173.1	259.7	43.9	56.6	1.2	0.0	0.0	7.4	1.4	34.0	62.8	82.8
1972	187.0	101.9	74.5	44.3	0.0	0.0	0.0	2.9	39.6	23.9	39.6	92.7
1973	173.7	147.5	203.6	79.7	0.0	0.0	5.1	11.2	45.2	61.8	47.9	52.4
1974	213.4	114.8	106.7	36.2	1.7	1.7	5.2	55.5	21.0	51.4	24.7	80.2
1975	163.4	181.4	118.2	16.0	20.8	20.8	0.0	1.3	38.6	87.5	51.6	123.3
1976	213.8	155.8	99.5	30.9	7.4	7.4	3.3	5.6	79.2	1.8	32.2	115.5
1977	125.1	213.7	175.3	36.2	1.6	1.6	1.6	0.0	34.8	66.4	82.2	90.0
1978	228.4	180.7	144.2	90.7	8.3	8.3	0.0	0.0	17.3	66.9	164.6	227.8
1979	186.1	64.1	118.9	45.1	11.7	11.7	0.2	0.0	8.4	80.1	106.9	163.2
1980	117.0	93.8	132.1	9.1	9.6	9.6	7.1	3.1	27.5	90.9	24.1	53.5
1981	184.6	145.6	124.7	125.0	8.4	8.4	0.0	13.8	34.3	87.1	69.3	110.3
1982	155.5	82.2	126.8	57.6	0.0	0.0	0.0	33.6	51.8	120.2	110.9	69.1
1983	72.2	78.7	34.1	50.7	10.5	7.3	1.9	0.0	28.6	38.3	35.0	100.2
1984	337.2	216.6	117.1	18.7	5.4	6.7	9.3	13.6	2.2	166.3	142.1	195.4
1985	178.0	163.4	70.2	171.5	20.3	10.2	0.0	1.7	47.1	30.2	228.1	186.0
1986	152.7	196.0	192.1	81.5	12.2	0.0	2.2	11.3	61.5	7.6	51.5	121.6
1987	176.0	83.8	58.7	57.3	6.2	11.4	28.7	9.9	4.9	32.1	99.4	78.4
1988	142.6	114.7	181.3	102.8	18.9	0.0	0.0	0.0	9.9	46.3	9.9	130.9
1989	130.1	80.3	110.1	62.8	7.0	2.3	1.3	16.4	13.5	48.2	31.6	111.1
1990	147.1	127.2	85.5	46.5	17.5	45.4	0.0	5.7	22.1	99.9	93.7	85.5
1991	144.8	132.0	150.8	43.7	28.7	54.2	5.6	9.1	18.0	48.2	43.5	69.3
1992	211.6	105.0	54.7	23.7	0.6	10.8	0.0	35.2	6.9	29.6	43.9	151.1
1993	184.8	39.6	132.6	89.9	8.3	0.5	0.0	12.5	27.2	78.7	73.0	147.4
1994	158.0	199.7	113.2	58.6	0.0	0.0	0.0	0.0	17.4	25.9	65.4	90.1
1995	98.1	76.9	78.9	9.3	2.6	0.0	0.3	0.5	7.7	17.8	94.3	106.0
1996	158.7	82.1	122.6	38.6	22.1	0.0	0.5	4.4	15.7	43.4	50.4	93.1
1997	160.3	126.3	166.5	21.3	2.7	0.0	0.0	13.4	23.3	59.0	142.1	118.0
1998	86.1	118.4	108.6	70.5	0.0	8.6	0.0	1.5	2.7	71.4	51.9	31.6
1999	83.8	111.6	147.7	73.6	10.6	0.0	1.0	6.8	22.3	78.1	24.5	46.2
2000	126.9	143.3	107.9	11.7	4.2	4.1	0.1	29.0	0.3	106.6	35.6	105.7
2001	302.9	117.9	224.9	33.6	18.1	1.8	4.8	9.9	5.0	35.2	29.8	108.3
2002	144.7	197.8	113.3	72.4	14.9	3.9	20.9	21.5	31.4	137.3	72.5	192.0
2003	188.3	98.6	122.2	30.5	10.4	6.8	0.0	8.8	26.2	44.8	54.0	137.7
2004	302.7	227.4	104.1	55.2	6.9	4.0	8.2	26.5	48.0	7.5	68.1	136.7
2005	63.0	164.8	123.3	37.7	0.0	0.0	0.0	14.7	6.2	103.2	73.4	112.0
2006	240.7	90.2	124.6	32.6	0.0	0.2	0.0	0.6	5.0	47.2	68.1	104.6
2007	63.2	62.3	197.6	110.7	15.5	0.0	3.5	0.0	37.4	27.0	63.3	65.3
2008	174.6	79.9	62.4	4.1	3.9	0.0	0.0	0.9	24.2	51.4	63.5	165.2
2009	70.2	98.4	131.8	18.2	0.0	0.0	0.0	0.1	6.9	42.9	104.9	137.7
2010	198.1	138.7	66.4	114.7	6.0	0.0	0.0	0.2	1.2	36.9	27.9	121.3
2011	77.7	169.5	80.4	27.9	17.7	0.2	8.2					

**FUENTE: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI**

**ANEXO 2: RESULTADOS DEL BALANCE HIDRICO SERIADO DE  
PALMER ESTACION AYAVIRI 1968-2011**

**BALANCE HIDRICO SERIADO PARA LA ESTACION: AYAVIRI**

**PERIODO: 1968 – 2011**

**AGUA UTIL EN LA CAPA SUPERIOR= 25mm y**

**EN LA CAPA INFERIOR = 225mm.**

**DICCIONARIO DE VARIABLES**

**P: Precipitacion.**

**PE: Evaporanspiracion Potencial.**

**PR: Recarga Potencial**

**R: Recarga**

**PL: Perdida Potencial**

**L: Perdida**

**RO: Escurrimiento**

**PRO: Escurrimiento Potencial**

**CUADRO 1 BALANCE HIDRICO SERIADO**

P	PE	PR	R	PL	L	RO	PRO
139.70	55.38	0.00	0.00	0.01	0.00	84.32	250.00
170.70	55.38	0.00	0.00	52.34	0.00	115.32	250.00
105.50	53.33	0.00	0.00	50.50	0.00	52.17	250.00
6.50	42.80	0.00	0.00	41.02	35.17	0.00	250.00
1.30	31.02	35.17	0.00	26.66	25.54	0.00	214.83
0.00	17.37	60.71	0.00	13.15	13.15	0.00	189.29
10.50	18.04	73.86	0.00	12.71	5.31	0.00	176.14
5.00	31.60	79.17	0.00	21.60	18.18	0.00	170.83
24.80	39.52	97.34	0.00	24.13	8.99	0.00	152.66
21.30	52.30	106.33	0.00	30.06	17.82	0.00	143.67
100.90	56.40	124.15	44.50	28.39	0.00	0.01	125.85
58.80	58.92	79.65	0.00	44.72	0.12	0.00	170.35
118.10	54.40	79.77	63.70	42.04	0.00	0.00	170.23
105.60	55.42	116.07	50.18	38.25	0.00	0.00	133.93
40.10	56.43	65.88	0.00	45.00	16.33	0.00	184.12
38.60	52.88	82.21	0.00	36.81	12.24	0.00	167.80
0.00	37.83	94.45	0.00	23.54	23.54	0.00	155.55
0.00	25.87	117.99	0.00	13.66	13.66	0.00	132.01
5.00	23.63	131.65	0.00	11.18	8.82	0.00	118.35
0.70	23.06	140.47	0.00	10.10	9.80	0.00	109.53
9.00	43.10	150.26	0.00	17.19	13.60	0.00	99.74
32.70	50.33	163.87	0.00	17.34	6.07	0.00	86.13
50.30	55.92	169.94	0.00	17.91	1.80	0.00	80.06
47.10	56.93	171.74	0.00	17.82	3.08	0.00	78.26
128.70	54.23	174.82	74.47	16.31	0.00	0.00	75.18
72.70	56.76	100.35	15.94	40.84	0.00	0.00	149.65
100.40	53.73	84.41	46.67	41.16	0.00	0.00	165.59
61.20	49.65	37.74	11.55	43.46	0.00	0.00	212.26
26.60	37.67	26.19	0.00	35.07	11.07	0.00	223.81
0.00	30.68	37.26	0.00	27.25	27.25	0.00	212.74
0.00	25.17	64.51	0.00	18.68	18.68	0.00	185.49
0.00	32.31	83.19	0.00	21.56	21.56	0.00	166.81

P	PE	PR	R	PL	L	RO	PRO
10.00	48.63	109.50	0.00	27.33	21.71	0.00	140.50
20.30	54.74	131.20	0.00	26.01	16.37	0.00	118.80
142.40	54.74	147.57	87.66	22.43	0.00	0.00	102.43
78.10	54.78	59.91	23.32	44.66	0.00	0.00	190.09
180.30	50.69	36.59	36.59	44.36	0.00	93.02	213.41
13.90	53.25	0.00	0.00	50.43	37.92	0.00	250.00
56.90	46.55	37.92	10.35	39.49	0.00	0.00	212.08
0.00	33.70	27.57	0.00	30.15	30.15	0.00	222.43
0.00	34.25	57.72	0.00	26.34	26.34	0.00	192.28
0.00	21.69	84.06	0.00	14.40	14.40	0.00	165.94
3.10	33.14	98.46	0.00	20.09	18.21	0.00	151.54
0.00	42.34	116.67	0.00	22.58	22.58	0.00	133.33
24.00	50.69	139.25	0.00	22.46	11.82	0.00	110.75
27.30	55.28	151.07	0.00	21.88	11.07	0.00	98.93
107.50	56.80	162.15	50.70	19.96	0.00	0.00	87.85
165.30	49.63	111.45	111.45	36.19	0.00	4.22	138.55
108.50	48.60	0.00	0.00	46.24	0.00	59.90	250.00
82.40	49.63	0.00	0.00	47.17	0.00	32.77	250.00
34.20	47.57	0.00	0.00	45.31	13.37	0.00	250.00
1.20	34.28	13.37	0.00	32.02	30.94	0.00	236.64
0.00	20.07	44.30	0.00	16.52	16.52	0.00	205.70
3.00	28.74	60.82	0.00	21.75	19.48	0.00	189.18
8.60	36.46	80.29	0.00	24.75	18.91	0.00	169.71
17.30	48.60	99.20	0.00	29.32	18.88	0.00	150.80
22.70	54.23	118.08	0.00	28.62	16.64	0.00	131.92
36.80	59.77	134.72	0.00	27.56	10.59	0.00	115.28
130.80	56.26	145.31	74.54	23.56	0.00	0.01	104.69
201.40	54.12	70.77	70.77	42.96	0.00	76.51	179.23
150.50	54.62	0.00	0.00	51.66	0.00	95.88	250.00
134.00	53.10	0.00	0.00	50.29	0.00	80.90	250.00
76.60	53.61	0.00	0.00	50.75	0.00	22.99	250.00
15.20	38.67	0.00	0.00	37.30	23.47	0.00	250.00
0.00	17.51	23.47	0.00	15.91	15.91	0.00	226.53

P	PE	PR	R	PL	L	RO	PRO
2.00	29.11	54.85	0.00	22.72	21.16	0.00	195.15
72.60	46.97	76.01	25.63	32.69	0.00	0.00	173.99
65.70	58.16	50.38	7.54	48.16	0.00	0.01	199.62
57.00	57.15	42.84	0.00	48.42	0.15	0.00	207.16
87.80	53.61	42.99	34.19	45.81	0.00	0.00	207.01
178.60	50.83	8.80	8.80	47.34	0.00	118.97	241.20
263.50	54.39	0.00	0.00	51.45	0.00	209.11	250.00
67.00	55.91	0.00	0.00	52.82	0.00	11.09	250.00
42.60	51.34	0.00	0.00	48.71	8.74	0.00	250.00
7.30	33.47	8.74	0.00	31.75	25.18	0.00	241.26
7.00	25.74	33.92	0.00	22.25	16.20	0.00	216.08
0.00	26.86	50.12	0.00	21.48	21.48	0.00	199.88
43.90	28.54	71.59	15.37	20.36	0.00	0.00	178.41
5.40	43.07	56.23	0.00	35.13	31.28	0.00	193.77
34.20	54.39	87.51	0.00	35.35	13.12	0.00	162.49
43.50	55.40	100.63	0.00	33.10	7.11	0.00	149.37
95.90	56.41	107.74	39.49	32.10	0.00	0.00	142.26
133.10	50.89	68.25	68.25	41.23	0.00	13.96	181.75
187.40	49.36	0.00	0.00	46.92	0.00	138.04	250.00
104.70	53.44	0.00	0.00	50.60	0.00	51.26	250.00
37.30	51.40	0.00	0.00	48.76	14.10	0.00	250.00
4.10	48.84	14.10	0.00	45.05	41.36	0.00	235.90
0.00	36.81	55.46	0.00	28.65	28.65	0.00	194.54
0.00	11.90	84.11	0.00	7.90	7.90	0.00	165.89
0.00	30.34	92.01	0.00	19.17	19.17	0.00	157.99
4.90	47.30	111.18	0.00	26.26	23.54	0.00	138.82
87.20	50.38	134.72	36.82	23.23	0.00	0.00	115.28
73.40	53.95	97.90	19.45	39.72	0.00	0.00	152.10
172.30	52.93	78.45	78.45	41.37	0.00	40.92	171.55
125.30	53.74	0.00	0.00	50.87	0.00	71.56	250.00
103.20	53.23	0.00	0.00	50.41	0.00	49.97	250.00
54.30	55.77	0.00	0.00	52.69	1.47	0.00	250.00
31.10	50.17	1.47	0.00	47.50	19.07	0.00	248.53

P	PE	PR	R	PL	L	RO	PRO
0.00	20.09	57.48	0.00	15.47	15.47	0.00	192.52
0.00	24.20	72.95	0.00	17.14	17.14	0.00	177.05
0.00	25.92	90.08	0.00	16.58	16.58	0.00	159.92
20.40	41.29	106.66	0.00	23.68	11.98	0.00	143.34
2.70	54.25	118.64	0.00	28.51	27.09	0.00	131.36
0.00	52.22	145.73	0.00	21.78	21.78	0.00	104.27
33.10	56.78	167.51	0.00	18.74	7.81	0.00	82.49
17.20	55.98	175.32	0.00	16.72	11.58	0.00	74.68
87.40	53.44	186.90	33.96	13.49	0.00	0.00	63.10
57.50	54.97	152.94	2.53	33.64	0.00	0.00	97.06
0.00	48.82	150.41	0.00	32.11	32.11	0.00	99.59
0.00	34.43	182.52	0.00	9.29	9.29	0.00	67.48
0.00	15.06	191.81	0.00	3.50	3.50	0.00	58.19
0.00	27.69	195.31	0.00	6.06	6.06	0.00	54.69
0.00	31.09	201.37	0.00	6.05	6.05	0.00	48.63
1.30	47.78	207.42	0.00	8.14	7.92	0.00	42.58
0.00	51.91	215.34	0.00	7.20	7.20	0.00	34.66
52.50	52.42	222.53	0.08	5.76	0.00	0.00	27.47
118.00	53.44	222.45	64.56	5.94	0.00	0.00	27.55
226.10	53.19	157.89	157.89	32.57	0.00	15.02	92.11
192.80	53.19	0.00	0.00	50.37	0.00	139.61	250.00
75.20	53.70	0.00	0.00	50.83	0.00	21.50	250.00
0.00	51.66	0.00	0.00	49.00	49.00	0.00	250.00
0.00	38.09	49.00	0.00	30.63	30.63	0.00	201.00
0.00	25.45	79.62	0.00	17.34	17.34	0.00	170.38
0.00	18.48	96.97	0.00	11.31	11.31	0.00	153.03
0.00	29.93	108.28	0.00	16.97	16.97	0.00	141.72
27.00	47.03	125.25	0.00	23.47	10.00	0.00	124.75
23.90	51.66	135.24	0.00	23.71	12.74	0.00	114.76
145.30	54.21	147.99	91.09	22.12	0.00	0.00	102.01
153.20	56.73	56.90	56.90	46.34	0.00	39.57	193.10
183.30	51.37	0.00	0.00	48.73	0.00	131.93	250.00
56.90	56.95	0.00	0.00	53.76	0.05	0.00	250.00



P	PE	PR	R	PL	L	RO	PRO
44.30	48.79	0.00	0.00	46.41	4.49	0.00	250.00
2.70	35.01	4.49	0.00	33.56	31.13	0.00	245.51
0.00	27.21	35.62	0.00	23.34	23.34	0.00	214.38
0.30	21.41	58.96	0.00	16.36	16.13	0.00	191.04
4.80	31.15	75.09	0.00	21.80	18.44	0.00	174.91
4.40	45.16	93.53	0.00	28.26	25.51	0.00	156.47
22.60	53.41	119.04	0.00	27.98	16.14	0.00	130.96
34.50	52.90	135.18	0.00	24.30	8.45	0.00	114.82
114.00	53.41	143.63	60.59	22.73	0.00	0.00	106.37
100.20	53.11	83.04	47.09	40.96	0.00	0.01	166.96
119.80	54.12	35.95	35.95	47.02	0.00	29.73	214.05
109.00	53.11	0.00	0.00	50.29	0.00	55.90	250.00
15.60	47.45	0.00	0.00	45.20	31.16	0.00	250.00
7.60	34.11	31.16	0.00	29.86	23.20	0.00	218.84
0.00	25.67	54.37	0.00	20.09	20.09	0.00	195.63
1.30	25.09	74.45	0.00	17.62	16.71	0.00	175.55
2.50	32.45	91.16	0.00	20.62	19.03	0.00	158.84
4.50	45.88	110.19	0.00	25.66	23.14	0.00	139.81
48.00	55.64	133.33	0.00	25.97	3.57	0.00	116.67
57.70	53.11	136.90	4.60	24.02	0.00	0.00	113.10
104.20	53.11	132.31	51.09	26.54	0.00	0.01	117.69
139.40	53.59	81.22	81.22	41.44	0.00	4.59	168.78
149.20	53.08	0.00	0.00	50.27	0.00	96.12	250.00
105.80	53.59	0.00	0.00	50.73	0.00	52.21	250.00
50.30	48.45	0.00	0.00	46.10	0.00	1.85	250.00
5.80	36.21	0.00	0.00	35.09	29.87	0.00	250.00
4.40	21.96	29.87	0.00	19.33	15.46	0.00	220.13
0.30	23.15	45.33	0.00	18.95	18.71	0.00	204.67
13.40	31.78	64.03	0.00	23.64	13.67	0.00	185.97
24.00	44.79	77.71	0.00	30.87	14.33	0.00	172.29
66.20	54.10	92.03	12.10	34.18	0.00	0.00	157.97
39.90	53.59	79.93	0.00	38.32	13.10	0.00	170.07
104.80	54.60	93.03	50.20	34.28	0.00	0.00	156.97

P	PE	PR	R	PL	L	RO	PRO
23.30	57.86	0.00	0.00	54.57	33.60	0.00	250.00
163.00	55.84	33.60	33.60	48.34	0.00	73.56	216.40
93.90	46.66	0.00	0.00	44.49	0.00	47.24	250.00
0.00	32.46	0.00	0.00	31.71	31.71	0.00	250.00
0.00	23.70	31.71	0.00	20.69	20.69	0.00	218.29
0.00	27.57	52.41	0.00	21.79	21.79	0.00	197.59
39.50	33.53	74.20	5.97	23.58	0.00	0.00	175.80
35.00	41.47	68.23	0.00	30.93	6.32	0.00	181.77
117.90	50.77	74.55	67.13	35.63	0.00	0.01	175.45
211.50	55.34	7.42	7.42	51.40	0.00	148.74	242.58
57.10	60.37	0.00	0.00	56.83	3.27	0.00	250.00
43.00	59.57	3.26	0.00	55.79	16.57	0.00	246.74
53.20	57.03	19.84	0.00	51.85	3.83	0.00	230.17
67.80	55.00	23.67	12.80	49.63	0.00	0.00	226.33
63.50	51.95	10.87	10.87	48.17	0.00	0.69	239.13
0.40	41.75	0.00	0.00	40.07	39.71	0.00	250.00
2.10	28.92	39.71	0.00	24.33	22.56	0.00	210.29
0.00	30.98	62.27	0.00	23.26	23.26	0.00	187.73
0.00	39.19	85.53	0.00	25.78	25.78	0.00	164.47
7.00	44.81	111.31	0.00	24.86	20.98	0.00	138.69
17.40	50.93	132.29	0.00	23.98	15.79	0.00	117.71
43.40	53.98	148.08	0.00	22.01	4.31	0.00	101.92
79.30	51.95	152.39	27.35	20.28	0.00	0.00	97.61
248.10	49.02	125.04	125.04	34.61	0.00	74.04	124.96
161.10	51.07	0.00	0.00	48.46	0.00	110.03	250.00
152.10	53.61	0.00	0.00	50.75	0.00	98.49	250.00
21.30	48.51	0.00	0.00	46.16	26.99	0.00	250.00
16.60	40.22	26.99	0.00	35.88	21.07	0.00	223.01
3.40	32.80	48.06	0.00	26.50	23.75	0.00	201.94
0.00	27.39	71.81	0.00	19.52	19.52	0.00	178.19
18.80	36.53	91.33	0.00	23.19	11.25	0.00	158.67
0.00	41.27	102.59	0.00	24.33	24.33	0.00	147.41
116.70	56.14	126.92	60.56	27.64	0.00	0.00	123.08

P	PE	PR	R	PL	L	RO	PRO
148.30	55.13	0.00	0.00	52.12	0.00	93.17	250.00
103.20	54.34	0.00	0.00	51.41	0.00	48.86	250.00
149.90	54.85	0.00	0.00	51.86	0.00	95.05	250.00
190.10	51.81	0.00	0.00	49.12	0.00	138.30	250.00
158.10	51.81	0.00	0.00	49.12	0.00	106.30	250.00
8.20	42.05	0.00	0.00	40.34	32.96	0.00	250.00
40.50	37.87	32.96	2.63	32.88	0.00	0.00	217.04
0.00	20.11	30.33	0.00	17.80	17.80	0.00	219.67
0.00	30.46	48.14	0.00	24.60	24.60	0.00	201.86
24.60	43.08	72.73	0.00	30.55	13.10	0.00	177.27
17.60	52.82	85.84	0.00	34.69	23.13	0.00	164.16
145.40	54.34	108.97	91.06	30.66	0.00	0.00	141.03
102.70	54.34	17.91	17.91	49.31	0.00	30.45	232.09
93.20	56.70	0.00	0.00	53.53	0.00	36.50	250.00
172.30	50.61	0.00	0.00	48.05	0.00	121.69	250.00
159.70	52.14	0.00	0.00	49.43	0.00	107.56	250.00
110.40	50.61	0.00	0.00	48.05	0.00	59.79	250.00
16.80	38.66	0.00	0.00	37.30	21.86	0.00	250.00
0.00	35.48	21.86	0.00	32.24	32.24	0.00	228.14
0.00	17.71	54.11	0.00	13.88	13.88	0.00	195.89
2.30	31.71	67.98	0.00	23.09	21.41	0.00	182.02
24.00	44.43	89.40	0.00	28.54	13.12	0.00	160.60
4.40	51.63	102.52	0.00	30.46	27.86	0.00	147.48
38.90	54.68	130.38	0.00	26.16	7.55	0.00	119.62
163.10	56.19	137.93	106.91	25.19	0.00	0.00	112.07
180.20	55.71	31.02	31.02	48.83	0.00	93.47	218.98
70.10	53.18	0.00	0.00	50.36	0.00	16.92	250.00
58.10	50.13	0.00	0.00	47.61	0.00	7.97	250.00
41.30	48.59	0.00	0.00	46.23	7.29	0.00	250.00
4.70	38.28	7.29	0.00	36.22	31.99	0.00	242.71
4.80	30.39	39.28	0.00	25.61	21.57	0.00	210.72
20.40	25.58	60.85	0.00	19.35	3.92	0.00	189.15
3.30	33.56	64.77	0.00	24.87	22.42	0.00	185.23

P	PE	PR	R	PL	L	RO	PRO
30.50	52.67	115.87	0.00	28.26	11.90	0.00	134.13
72.80	58.74	127.76	14.06	28.72	0.00	0.00	122.24
76.90	58.24	113.70	18.66	35.66	0.00	0.01	136.30
158.90	55.70	95.04	95.04	40.96	0.00	8.16	154.96
87.90	55.70	0.00	0.00	52.63	0.00	32.20	250.00
157.10	56.20	0.00	0.00	53.08	0.00	100.90	250.00
78.60	49.60	0.00	0.00	47.14	0.00	29.00	250.00
13.70	39.76	0.00	0.00	38.28	25.95	0.00	250.00
0.00	23.58	25.95	0.00	21.13	21.13	0.00	224.05
0.00	23.58	47.08	0.00	19.14	19.14	0.00	202.92
0.00	30.17	66.22	0.00	22.18	22.18	0.00	183.78
15.60	46.52	88.40	0.00	30.07	19.98	0.00	161.60
46.70	53.17	108.38	0.00	30.12	3.66	0.00	141.62
2.50	54.18	112.05	0.00	29.90	28.52	0.00	137.95
91.80	53.17	140.57	38.63	23.27	0.00	0.00	109.43
158.50	52.51	101.94	101.94	38.54	0.00	4.05	148.06
75.70	52.00	0.00	0.00	49.30	0.00	23.70	250.00
99.00	50.98	0.00	0.00	48.38	0.00	48.02	250.00
56.20	48.40	0.00	0.00	46.06	0.00	7.80	250.00
3.70	34.58	0.00	0.00	33.62	30.29	0.00	250.00
2.90	29.02	30.29	0.00	25.50	22.96	0.00	219.71
0.10	22.69	53.25	0.00	17.86	17.78	0.00	196.75
31.60	34.58	71.02	0.00	24.75	2.13	0.00	178.98
22.80	46.84	73.16	0.00	33.14	17.01	0.00	176.84
47.60	53.02	90.16	0.00	33.90	3.47	0.00	159.84
37.00	52.51	93.63	0.00	32.84	9.70	0.00	156.37
76.60	57.07	103.33	19.53	33.48	0.00	0.00	146.67
190.50	54.45	83.80	83.80	40.02	0.00	52.25	166.20
111.10	52.92	0.00	0.00	50.13	0.00	58.18	250.00
38.60	51.39	0.00	0.00	48.75	12.79	0.00	250.00
32.40	47.26	12.79	0.00	43.76	14.60	0.00	237.21
3.80	38.82	27.39	0.00	34.57	31.18	0.00	222.61
33.50	29.50	58.57	4.00	22.59	0.00	0.00	191.43

P	PE	PR	R	PL	L	RO	PRO
3.50	31.73	74.60	0.00	22.26	19.81	0.00	175.40
4.10	43.08	94.41	0.00	26.81	24.26	0.00	155.59
87.10	53.43	118.67	33.67	28.07	0.00	0.00	131.33
71.70	56.98	85.00	14.72	42.91	0.00	0.00	165.00
81.90	50.88	70.28	31.02	41.02	0.00	0.00	179.72
163.50	55.07	39.26	39.26	47.34	0.00	69.17	210.74
95.90	52.53	0.00	0.00	49.77	0.00	43.38	250.00
109.80	54.06	0.00	0.00	51.15	0.00	55.75	250.00
27.60	47.37	0.00	0.00	45.13	19.77	0.00	250.00
29.60	33.42	19.77	0.00	30.60	3.82	0.00	230.23
35.80	23.12	23.58	12.69	20.95	0.00	0.00	226.42
0.60	19.50	10.90	0.00	18.96	18.42	0.00	239.10
2.90	37.81	29.32	0.00	33.37	30.81	0.00	220.68
13.60	48.92	60.13	0.00	37.16	26.83	0.00	189.87
51.10	50.47	86.96	0.63	32.92	0.00	0.00	163.04
33.20	51.50	86.33	0.00	33.81	12.15	0.00	163.67
85.40	55.07	98.49	30.33	33.38	0.00	0.00	151.51
109.80	52.35	68.16	57.45	42.16	0.00	0.00	181.84
79.50	55.39	10.71	10.71	51.05	0.00	13.40	239.29
45.30	54.38	0.00	0.00	51.44	9.08	0.00	250.00
27.40	48.76	9.08	0.00	45.47	20.81	0.00	240.92
0.00	39.33	29.90	0.00	34.63	34.63	0.00	220.10
10.20	31.75	64.52	0.00	23.56	15.99	0.00	185.48
0.00	23.88	80.51	0.00	16.19	16.19	0.00	169.49
49.00	35.03	96.70	13.97	21.48	0.00	0.00	153.30
1.10	43.03	82.73	0.00	31.79	31.12	0.00	167.27
54.40	49.79	113.85	4.61	27.11	0.00	0.00	136.15
61.00	51.33	109.24	9.67	30.05	0.00	0.00	140.76
43.80	53.87	99.56	0.00	35.85	10.07	0.00	150.44
206.60	49.73	109.64	109.64	29.00	0.00	47.23	140.36
68.00	52.29	0.00	0.00	49.56	0.00	15.71	250.00
120.00	50.24	0.00	0.00	47.72	0.00	69.76	250.00
26.60	48.18	0.00	0.00	45.86	21.58	0.00	250.00

P	PE	PR	R	PL	L	RO	PRO
10.80	21.92	56.97	0.00	16.93	8.59	0.00	193.03
0.30	29.95	65.56	0.00	22.09	21.87	0.00	184.44
23.70	32.72	87.43	0.00	21.28	5.87	0.00	162.57
40.80	46.62	93.30	0.00	29.22	3.65	0.00	156.70
89.10	53.31	96.95	35.79	32.64	0.00	0.00	153.05
175.00	56.35	61.16	61.16	45.55	0.00	57.49	188.84
78.80	54.84	0.00	0.00	51.85	0.00	23.97	250.00
113.50	51.56	0.00	0.00	48.90	0.00	61.94	250.00
81.90	52.58	0.00	0.00	49.82	0.00	29.32	250.00
144.60	47.97	0.00	0.00	45.67	0.00	96.63	250.00
69.90	50.54	0.00	0.00	47.98	0.00	19.36	250.00
4.70	37.99	0.00	0.00	36.69	32.46	0.00	250.00
0.00	21.93	32.46	0.00	19.08	19.08	0.00	217.54
0.00	24.79	51.54	0.00	19.68	19.68	0.00	198.46
7.50	30.95	71.22	0.00	22.13	16.77	0.00	178.78
4.10	47.97	87.99	0.00	31.08	28.43	0.00	162.01
16.70	53.09	116.42	0.00	28.37	19.44	0.00	133.58
65.50	58.64	135.86	6.86	26.77	0.00	0.00	114.14
99.80	57.14	129.01	42.66	29.81	0.00	0.00	120.99
96.30	55.18	86.34	41.12	41.74	0.00	0.00	163.66
98.40	56.19	45.22	42.21	47.43	0.00	0.00	204.78
132.50	54.68	3.01	3.01	51.35	0.00	74.81	246.99
44.90	48.06	0.00	0.00	45.75	3.16	0.00	250.00
0.50	35.08	3.16	0.00	33.75	33.30	0.00	246.84
0.00	24.37	36.46	0.00	20.82	20.82	0.00	213.54
0.00	29.23	57.27	0.00	22.53	22.53	0.00	192.73
0.00	38.23	79.81	0.00	26.02	26.02	0.00	170.19
5.10	49.08	105.83	0.00	28.30	25.36	0.00	144.17
15.10	53.66	131.20	0.00	25.50	18.33	0.00	118.80
70.50	55.69	149.52	14.81	22.38	0.00	0.00	100.48
104.10	49.59	134.71	54.51	28.79	0.00	0.00	115.29
181.60	54.23	80.20	80.20	41.93	0.00	47.17	169.80
123.60	53.21	0.00	0.00	50.39	0.00	70.39	250.00

P	PE	PR	R	PL	L	RO	PRO
19.80	50.15	0.00	0.00	47.64	29.82	0.00	250.00
6.20	37.62	29.82	0.00	33.13	27.67	0.00	220.18
0.00	22.19	57.49	0.00	17.09	17.09	0.00	192.51
0.00	23.33	74.58	0.00	16.37	16.37	0.00	175.42
4.10	36.55	90.95	0.00	23.25	20.65	0.00	159.05
5.30	43.95	111.60	0.00	24.33	21.40	0.00	138.40
21.10	52.70	132.99	0.00	24.67	14.79	0.00	117.01
61.10	55.24	147.78	5.86	22.59	0.00	0.00	102.22
101.00	54.23	141.92	46.77	25.64	0.00	0.00	108.08
139.00	53.69	95.15	85.31	39.90	0.00	0.00	154.85
194.90	49.09	9.84	9.84	45.73	0.00	135.97	240.16
174.10	48.06	0.00	0.00	45.75	0.00	126.04	250.00
8.40	39.71	0.00	0.00	38.24	30.68	0.00	250.00
1.40	32.74	30.68	0.00	28.73	27.50	0.00	219.32
0.00	20.43	58.18	0.00	15.68	15.68	0.00	191.82
0.00	26.13	73.85	0.00	18.41	18.41	0.00	176.15
14.70	33.29	92.26	0.00	21.00	11.73	0.00	157.74
2.90	50.12	103.99	0.00	29.27	27.58	0.00	146.01
37.70	57.73	131.57	0.00	27.35	9.49	0.00	118.43
135.80	58.73	141.05	77.07	25.59	0.00	0.00	108.95
107.40	64.21	63.98	43.19	50.25	0.00	0.00	186.02
106.50	60.72	20.79	20.79	54.18	0.00	24.99	229.21
90.10	62.24	0.00	0.00	58.52	0.00	27.86	250.00
115.20	58.69	0.00	0.00	55.32	0.00	56.51	250.00
26.60	52.08	0.00	0.00	49.38	25.44	0.00	250.00
0.00	33.68	25.44	0.00	30.25	30.25	0.00	224.56
0.50	30.08	55.69	0.00	23.38	22.99	0.00	194.31
0.00	26.46	78.67	0.00	18.13	18.13	0.00	171.33
1.90	38.81	96.81	0.00	23.78	22.62	0.00	153.19
0.50	44.95	119.43	0.00	23.48	23.22	0.00	130.57
54.30	50.56	142.64	3.74	21.71	0.00	0.00	107.36
96.90	50.56	138.90	46.34	23.85	0.00	0.01	111.10
66.00	53.61	92.56	12.39	40.16	0.00	0.00	157.44

P	PE	PR	R	PL	L	RO	PRO
156.30	53.78	44.69	44.69	45.76	0.00	57.83	205.31
129.70	54.29	0.00	0.00	51.36	0.00	75.41	250.00
111.60	49.20	0.00	0.00	46.78	0.00	62.40	250.00
7.00	40.45	0.00	0.00	38.90	32.60	0.00	250.00
0.00	26.20	32.60	0.00	22.78	22.78	0.00	217.40
0.00	26.74	55.39	0.00	20.81	20.81	0.00	194.61
0.00	38.37	76.20	0.00	26.67	26.67	0.00	173.80
22.60	44.07	102.87	0.00	25.93	12.63	0.00	147.13
43.20	51.75	115.51	0.00	27.84	4.60	0.00	134.49
31.50	52.26	120.11	0.00	27.15	10.78	0.00	129.89
54.90	56.82	130.89	0.00	27.07	0.91	0.00	119.11
136.80	54.68	131.81	82.12	25.85	0.00	0.00	118.19
224.60	51.13	49.69	49.69	43.32	0.00	123.78	200.31
108.60	51.64	0.00	0.00	48.97	0.00	56.96	250.00
5.90	50.11	0.00	0.00	47.60	42.29	0.00	250.00
6.20	39.78	42.29	0.00	33.05	27.90	0.00	207.71
1.60	29.70	70.18	0.00	21.36	20.21	0.00	179.82
4.10	29.16	90.39	0.00	18.62	16.00	0.00	159.61
7.10	38.73	106.39	0.00	22.25	18.17	0.00	143.61
2.50	47.03	124.56	0.00	23.60	22.34	0.00	125.44
119.80	48.57	146.91	71.23	20.03	0.00	0.00	103.09
8.60	56.70	75.68	0.00	43.94	38.80	0.00	174.32
76.90	52.65	114.48	24.25	28.54	0.00	0.00	135.52
228.10	47.09	90.23	90.23	36.63	0.00	90.78	159.77
111.20	51.68	0.00	0.00	49.01	0.00	59.52	250.00
99.90	52.19	0.00	0.00	49.47	0.00	47.71	250.00
39.00	47.60	0.00	0.00	45.34	8.60	0.00	250.00
22.70	37.33	8.60	0.00	35.24	14.63	0.00	241.40
2.90	29.54	23.23	0.00	26.76	24.15	0.00	226.77
1.30	26.93	47.39	0.00	21.82	20.77	0.00	202.61
10.80	31.11	68.16	0.00	22.63	14.77	0.00	181.84
11.30	52.19	82.93	0.00	34.88	27.32	0.00	167.07
34.80	58.27	110.25	0.00	32.57	13.12	0.00	139.75



P	PE	PR	R	PL	L	RO	PRO
100.80	60.29	144.09	40.51	25.54	0.00	0.00	105.91
162.60	56.75	103.58	103.58	40.42	0.00	2.27	146.42
191.40	53.20	0.00	0.00	50.38	0.00	138.20	250.00
68.00	52.18	0.00	0.00	49.46	0.00	15.82	250.00
60.60	48.62	0.00	0.00	46.26	0.00	11.98	250.00
21.50	39.92	0.00	0.00	38.43	18.42	0.00	250.00
5.20	33.22	18.42	0.00	30.56	25.88	0.00	231.58
12.40	25.95	44.30	0.00	21.35	11.15	0.00	205.70
11.20	35.29	55.45	0.00	27.46	18.75	0.00	194.55
21.30	46.07	74.19	0.00	32.39	17.42	0.00	175.81
106.30	56.25	91.61	50.05	35.63	0.00	0.01	158.39
87.90	55.74	41.56	32.16	47.55	0.00	0.00	208.44
94.70	58.27	9.40	9.40	53.69	0.00	27.03	240.60
201.00	57.03	0.00	0.00	53.82	0.00	143.97	250.00
103.20	56.01	0.00	0.00	52.91	0.00	47.19	250.00
163.20	51.95	0.00	0.00	49.25	0.00	111.25	250.00
42.70	48.89	0.00	0.00	46.50	6.19	0.00	250.00
9.60	39.18	6.19	0.00	37.14	28.50	0.00	243.81
0.00	33.52	34.69	0.00	28.87	28.87	0.00	215.31
0.00	27.83	63.55	0.00	20.75	20.75	0.00	186.45
10.50	35.58	84.31	0.00	23.58	16.62	0.00	165.69
15.10	44.30	100.93	0.00	26.41	17.41	0.00	149.07
29.30	51.44	118.34	0.00	27.09	11.66	0.00	131.66
25.20	57.03	130.00	0.00	27.37	15.28	0.00	120.00
135.60	60.07	145.27	75.53	25.16	0.00	0.00	104.73
260.60	53.81	69.74	69.74	42.89	0.00	137.05	180.26
151.40	54.82	0.00	0.00	51.84	0.00	96.58	250.00
86.60	54.82	0.00	0.00	51.84	0.00	31.78	250.00
40.20	50.76	0.00	0.00	48.18	10.56	0.00	250.00
3.90	34.84	10.56	0.00	32.80	29.29	0.00	239.44
0.80	25.43	39.84	0.00	21.38	20.71	0.00	210.16
4.30	26.49	60.55	0.00	20.07	16.81	0.00	189.45
15.40	34.32	77.36	0.00	23.70	13.06	0.00	172.64

P	PE	PR	R	PL	L	RO	PRO
24.50	55.33	86.71	0.00	36.66	21.02	0.00	163.29
68.70	59.38	107.73	9.32	33.79	0.00	0.00	142.27
153.00	58.37	98.41	94.63	37.23	0.00	0.01	151.59
70.60	55.70	3.78	3.78	52.17	0.00	11.12	246.22
224.90	54.19	0.00	0.00	51.27	0.00	170.72	250.00
130.20	53.17	0.00	0.00	50.35	0.00	77.03	250.00
26.30	50.63	0.00	0.00	48.07	24.33	0.00	250.00
0.30	35.69	24.33	0.00	32.19	31.92	0.00	225.67
0.00	22.99	56.25	0.00	17.82	17.82	0.00	193.75
0.00	32.02	74.06	0.00	22.54	22.54	0.00	175.94
4.50	33.07	96.60	0.00	20.29	17.53	0.00	153.40
4.80	49.10	114.13	0.00	26.68	24.07	0.00	135.87
94.80	56.72	138.21	38.08	25.36	0.00	0.00	111.79
83.00	55.20	100.13	27.80	40.08	0.00	0.00	149.87
67.00	54.19	72.33	12.81	42.82	0.00	0.00	177.67
177.50	51.14	59.52	59.52	42.30	0.00	66.84	190.48
65.90	56.21	0.00	0.00	53.09	0.00	9.69	250.00
105.60	55.20	0.00	0.00	52.18	0.00	50.40	250.00
44.50	47.06	0.00	0.00	44.85	2.56	0.00	250.00
0.00	31.03	2.56	0.00	30.17	30.17	0.00	247.45
0.60	31.55	32.72	0.00	27.42	26.90	0.00	217.28
0.00	24.17	59.62	0.00	18.41	18.41	0.00	190.38
2.10	41.41	78.03	0.00	28.49	27.04	0.00	171.97
2.80	45.52	105.07	0.00	26.39	24.77	0.00	144.93
80.50	55.20	129.83	25.30	26.53	0.00	0.00	120.17
78.50	56.21	104.53	22.29	40.04	0.00	0.00	145.47
144.30	60.25	82.24	82.24	45.13	0.00	1.81	167.76
110.80	58.91	0.00	0.00	55.52	0.00	51.89	250.00
77.90	56.38	0.00	0.00	53.24	0.00	21.52	250.00
162.40	51.30	0.00	0.00	48.67	0.00	111.10	250.00
61.30	49.77	0.00	0.00	47.29	0.00	11.53	250.00
11.20	40.05	0.00	0.00	38.55	28.47	0.00	250.00
0.00	29.20	28.47	0.00	25.87	25.87	0.00	221.53

P	PE	PR	R	PL	L	RO	PRO
0.60	39.02	79.63	0.00	26.59	26.18	0.00	170.37
23.70	49.26	105.81	0.00	28.41	14.74	0.00	144.19
18.30	51.81	120.56	0.00	26.82	17.35	0.00	129.44
68.60	52.82	137.91	15.78	23.69	0.00	0.00	112.09
112.60	51.81	122.13	60.79	31.93	0.00	0.00	127.87
172.70	54.38	61.34	61.34	44.23	0.00	56.98	188.66
121.60	53.36	0.00	0.00	50.53	0.00	68.24	250.00
58.30	50.82	0.00	0.00	48.24	0.00	7.48	250.00
8.90	47.76	0.00	0.00	45.48	37.47	0.00	250.00
1.80	30.03	37.47	0.00	25.53	24.00	0.00	212.53
0.50	30.03	61.47	0.00	22.64	22.27	0.00	188.53
0.00	25.20	83.73	0.00	16.76	16.76	0.00	166.27
0.40	35.32	100.49	0.00	21.12	20.88	0.00	149.51
1.90	47.24	121.37	0.00	24.31	23.33	0.00	128.63
43.00	56.40	144.70	0.00	23.75	5.64	0.00	105.30
44.60	61.43	150.35	0.00	24.49	6.71	0.00	99.65
177.90	56.40	157.06	121.50	20.97	0.00	0.00	92.94
91.00	55.30	35.56	35.56	47.96	0.00	0.14	214.44
123.80	53.27	0.00	0.00	50.44	0.00	70.54	250.00
89.80	52.76	0.00	0.00	49.98	0.00	37.04	250.00
40.70	46.13	0.00	0.00	44.02	5.43	0.00	250.00
4.80	40.50	5.43	0.00	38.41	34.09	0.00	244.57
0.00	22.87	39.52	0.00	19.25	19.25	0.00	210.48
0.90	31.21	58.77	0.00	23.88	23.19	0.00	191.23
0.20	30.69	81.96	0.00	20.63	20.50	0.00	168.04
25.20	51.74	102.46	0.00	30.54	15.66	0.00	147.54
32.00	54.79	118.12	0.00	28.90	12.02	0.00	131.88
94.40	60.36	130.14	34.04	28.94	0.00	0.00	119.86
118.70	58.84	96.10	59.86	42.45	0.00	0.00	153.90
192.50	54.03	36.24	36.24	46.92	0.00	102.23	213.76
125.20	57.59	0.00	0.00	54.33	0.00	67.61	250.00
87.90	55.05	0.00	0.00	52.04	0.00	32.86	250.00
67.20	48.93	0.00	0.00	46.54	0.00	18.27	250.00

P	PE	PR	R	PL	L	RO	PRO
0.00	36.70	24.56	0.00	33.08	33.08	0.00	225.44
0.00	28.04	57.64	0.00	21.57	21.57	0.00	192.36
0.80	35.17	79.21	0.00	24.03	23.48	0.00	170.79
0.40	48.93	102.69	0.00	28.83	28.60	0.00	147.31
26.00	55.56	131.29	0.00	26.38	14.03	0.00	118.71
30.30	56.06	145.32	0.00	23.47	10.79	0.00	104.68
69.80	55.05	156.11	14.76	20.67	0.00	0.00	93.89

**ANEXO 3: VALORES DEL INDICE DE SEQUIA DE PALMER  
ESTACION AYAVIRI 1968-2011.**

**CUADRO1 INDICE MENSUAL DE SEQUIA**

N°	AÑO	MES	INDICE
1	1968	1	9.50
2	1968	2	9.50
3	1968	3	9.50
4	1968	4	-14.58
5	1968	5	-5.67
6	1968	6	-1.44
7	1968	7	3.91
8	1968	8	-5.93
9	1968	9	1.56
10	1968	10	-5.06
11	1968	11	6.26
12	1968	12	8.46
13	1969	1	9.17
14	1969	2	9.39
15	1969	3	-1.38
16	1969	4	0.68
17	1969	5	-12.11
18	1969	6	-4.54
19	1969	7	-0.44
20	1969	8	-3.67
21	1969	9	-5.43
22	1969	10	2.73
23	1969	11	6.62
24	1969	12	6.51
25	1970	1	8.60
26	1970	2	9.21
27	1970	3	9.40
28	1970	4	9.47
29	1970	5	2.12
30	1970	6	-8.78
31	1970	7	-4.55
32	1970	8	-8.19
33	1970	9	3.70
34	1970	10	-10.62
35	1970	11	-4.10
36	1970	12	6.41
37	1971	1	8.57
38	1971	2	9.20
39	1971	3	-16.31
40	1971	4	4.94
41	1971	5	-11.24
42	1971	6	-7.87
43	1971	7	-3.18
44	1971	8	-6.60
45	1971	9	-12.14

46	1971	10	-1.04
47	1971	11	-0.89
48	1971	12	6.95
49	1972	1	8.72
50	1972	2	9.25
51	1972	3	9.42
52	1972	4	0.59
53	1972	5	-9.62
54	1972	6	-2.43
55	1972	7	-5.10
56	1972	8	-4.87
57	1972	9	-5.03
58	1972	10	-3.93
59	1972	11	0.34
60	1972	12	7.18
61	1973	1	8.78
62	1973	2	9.27
63	1973	3	9.42
64	1973	4	9.47
65	1973	5	-6.14
66	1973	6	-1.49
67	1973	7	-1.69
68	1973	8	-6.00
69	1973	9	6.13
70	1973	10	8.49
71	1973	11	9.08
72	1973	12	9.36
73	1974	1	9.45
74	1974	2	9.48
75	1974	3	9.49
76	1974	4	3.67
77	1974	5	-6.54
78	1974	6	-1.67
79	1974	7	-6.13
80	1974	8	6.11
81	1974	9	-13.44
82	1974	10	-0.40
83	1974	11	3.16
84	1974	12	7.76
85	1975	1	8.95
86	1975	2	9.32
87	1975	3	9.44
88	1975	4	0.10
89	1975	5	-15.26
90	1975	6	-8.23
91	1975	7	0.89
92	1975	8	-8.33
93	1975	9	-10.38
94	1975	10	5.56
95	1975	11	8.34
96	1975	12	9.13
97	1976	1	9.38

98	1976	2	9.46
99	1976	3	8.51
100	1976	4	-3.11
101	1976	5	-12.22
102	1976	6	-2.32
103	1976	7	-4.78
104	1976	8	-5.29
105	1976	9	-0.52
106	1976	10	-17.45
107	1976	11	-13.25
108	1976	12	1.18
109	1977	1	-4.34
110	1977	2	6.37
111	1977	3	8.56
112	1977	4	-22.33
113	1977	5	-6.54
114	1977	6	-0.42
115	1977	7	-6.73
116	1977	8	-7.28
117	1977	9	-11.41
118	1977	10	-14.70
119	1977	11	5.09
120	1977	12	8.22
121	1978	1	9.09
122	1978	2	9.37
123	1978	3	9.46
124	1978	4	-24.90
125	1978	5	-7.40
126	1978	6	-4.80
127	1978	7	-1.96
128	1978	8	-7.56
129	1978	9	0.57
130	1978	10	-1.95
131	1978	11	6.76
132	1978	12	8.67
133	1979	1	9.23
134	1979	2	9.38
135	1979	3	9.46
136	1979	4	6.49
137	1979	5	-10.88
138	1979	6	-5.17
139	1979	7	-3.07
140	1979	8	-4.94
141	1979	9	-10.88
142	1979	10	-3.22
143	1979	11	1.72
144	1979	12	7.45
145	1980	1	8.86
146	1980	2	9.29
147	1980	3	9.43
148	1980	4	-11.55
149	1980	5	-4.52

150	1980	6	-5.21
151	1980	7	-4.07
152	1980	8	-6.63
153	1980	9	-10.44
154	1980	10	4.03
155	1980	11	7.97
156	1980	12	9.01
157	1981	1	9.34
158	1981	2	9.45
159	1981	3	9.48
160	1981	4	9.49
161	1981	5	-10.71
162	1981	6	-1.20
163	1981	7	-4.22
164	1981	8	-0.88
165	1981	9	-1.28
166	1981	10	6.88
167	1981	11	0.60
168	1981	12	7.22
169	1982	1	8.80
170	1982	2	-12.97
171	1982	3	5.27
172	1982	4	8.27
173	1982	5	-11.66
174	1982	6	-3.74
175	1982	7	-6.17
176	1982	8	6.10
177	1982	9	4.70
178	1982	10	8.13
179	1982	11	9.06
180	1982	12	7.21
181	1983	1	-1.45
182	1983	2	4.99
183	1983	3	8.20
184	1983	4	9.08
185	1983	5	-17.80
186	1983	6	-4.30
187	1983	7	-7.63
188	1983	8	-10.55
189	1983	9	-7.73
190	1983	10	-4.26
191	1983	11	4.18
192	1983	12	8.00
193	1984	1	9.02
194	1984	2	9.34
195	1984	3	9.45
196	1984	4	-8.56
197	1984	5	-3.47
198	1984	6	-6.73
199	1984	7	-5.70
200	1984	8	0.18
201	1984	9	-13.69



202	1984	10	5.20
203	1984	11	8.25
204	1984	12	9.10
205	1985	1	9.37
206	1985	2	9.46
207	1985	3	9.49
208	1985	4	9.50
209	1985	5	-12.94
210	1985	6	5.27
211	1985	7	-3.44
212	1985	8	-7.55
213	1985	9	-0.38
214	1985	10	-7.89
215	1985	11	5.87
216	1985	12	8.42
217	1986	1	9.15
218	1986	2	9.39
219	1986	3	9.46
220	1986	4	9.49
221	1986	5	-5.07
222	1986	6	-9.50
223	1986	7	-1.48
224	1986	8	-7.02
225	1986	9	-0.69
226	1986	10	-15.04
227	1986	11	1.85
228	1986	12	7.48
229	1987	1	8.87
230	1987	2	9.29
231	1987	3	9.43
232	1987	4	4.63
233	1987	5	-10.95
234	1987	6	-4.24
235	1987	7	4.52
236	1987	8	-8.57
237	1987	9	-11.92
238	1987	10	-0.29
239	1987	11	7.06
240	1987	12	8.75
241	1988	1	9.26
242	1988	2	9.42
243	1988	3	9.47
244	1988	4	9.49
245	1988	5	-7.84
246	1988	6	-3.98
247	1988	7	-4.32
248	1988	8	-7.26
249	1988	9	-5.10
250	1988	10	4.54
251	1988	11	-20.29
252	1988	12	4.59
253	1989	1	8.10

254	1989	2	9.05
255	1989	3	9.35
256	1989	4	9.45
257	1989	5	-11.02
258	1989	6	-4.59
259	1989	7	-3.80
260	1989	8	5.46
261	1989	9	-3.40
262	1989	10	4.86
263	1989	11	1.89
264	1989	12	7.49
265	1990	1	8.87
266	1990	2	9.30
267	1990	3	-1.97
268	1990	4	-0.27
269	1990	5	-10.21
270	1990	6	5.58
271	1990	7	-6.31
272	1990	8	-5.57
273	1990	9	-10.00
274	1990	10	5.61
275	1990	11	8.36
276	1990	12	9.13
277	1991	1	9.38
278	1991	2	9.46
279	1991	3	9.49
280	1991	4	-3.68
281	1991	5	4.72
282	1991	6	8.13
283	1991	7	-2.96
284	1991	8	-9.54
285	1991	9	-7.43
286	1991	10	5.93
287	1991	11	0.24
288	1991	12	7.16
289	1992	1	8.78
290	1992	2	9.27
291	1992	3	-2.42
292	1992	4	-3.79
293	1992	5	-11.55
294	1992	6	-2.07
295	1992	7	-4.65
296	1992	8	6.32
297	1992	9	-16.44
298	1992	10	4.93
299	1992	11	8.18
300	1992	12	2.65
301	1993	1	7.65
302	1993	2	8.92
303	1993	3	9.31
304	1993	4	-4.86
305	1993	5	-11.08

306	1993	6	1.69
307	1993	7	-8.08
308	1993	8	3.15
309	1993	9	5.67
310	1993	10	8.37
311	1993	11	9.14
312	1993	12	9.38
313	1994	1	9.46
314	1994	2	9.49
315	1994	3	9.50
316	1994	4	9.50
317	1994	5	-12.63
318	1994	6	-3.00
319	1994	7	-4.98
320	1994	8	-3.25
321	1994	9	-12.90
322	1994	10	-5.48
323	1994	11	6.20
324	1994	12	8.51
325	1995	1	9.18
326	1995	2	9.39
327	1995	3	9.46
328	1995	4	7.39
329	1995	5	-12.64
330	1995	6	-3.92
331	1995	7	-6.90
332	1995	8	-10.30
333	1995	9	-10.65
334	1995	10	-6.06
335	1995	11	6.12
336	1995	12	8.49
337	1996	1	9.17
338	1996	2	9.39
339	1996	3	9.46
340	1996	4	-10.58
341	1996	5	-6.59
342	1996	6	-3.48
343	1996	7	-4.25
344	1996	8	-7.42
345	1996	9	-8.92
346	1996	10	-3.13
347	1996	11	6.56
348	1996	12	8.61
349	1997	1	9.21
350	1997	2	9.41
351	1997	3	9.47
352	1997	4	-11.27
353	1997	5	-6.67
354	1997	6	-2.73
355	1997	7	-5.64
356	1997	8	-0.30
357	1997	9	-15.56

358	1997	10	0.85
359	1997	11	7.28
360	1997	12	8.81
361	1998	1	9.28
362	1998	2	9.43
363	1998	3	9.48
364	1998	4	-7.47
365	1998	5	-8.26
366	1998	6	-6.37
367	1998	7	-5.34
368	1998	8	-9.59
369	1998	9	-12.06
370	1998	10	5.37
371	1998	11	8.29
372	1998	12	9.11
373	1999	1	9.37
374	1999	2	9.46
375	1999	3	9.49
376	1999	4	9.50
377	1999	5	-12.70
378	1999	6	-4.61
379	1999	7	-5.68
380	1999	8	-10.64
381	1999	9	-0.70
382	1999	10	4.52
383	1999	11	0.49
384	1999	12	6.73
385	2000	1	8.66
386	2000	2	9.23
387	2000	3	9.41
388	2000	4	-19.75
389	2000	5	-6.19
390	2000	6	-5.82
391	2000	7	-3.99
392	2000	8	-6.26
393	2000	9	-12.21
394	2000	10	5.35
395	2000	11	-18.80
396	2000	12	4.72
397	2001	1	8.13
398	2001	2	9.06
399	2001	3	9.36
400	2001	4	3.75
401	2001	5	-0.25
402	2001	6	-6.11
403	2001	7	-4.89
404	2001	8	-1.73
405	2001	9	-10.97
406	2001	10	-0.75
407	2001	11	-8.14
408	2001	12	5.84
409	2002	1	8.42

410	2002	2	9.15
411	2002	3	9.39
412	2002	4	9.46
413	2002	5	-2.78
414	2002	6	-6.35
415	2002	7	0.77
416	2002	8	-4.07
417	2002	9	-3.01
418	2002	10	6.58
419	2002	11	8.62
420	2002	12	9.21
421	2003	1	9.41
422	2003	2	9.47
423	2003	3	9.49
424	2003	4	5.37
425	2003	5	-8.82
426	2003	6	-7.97
427	2003	7	-5.74
428	2003	8	-3.38
429	2003	9	-4.44
430	2003	10	-0.24
431	2003	11	-3.69
432	2003	12	6.47
433	2004	1	8.59
434	2004	2	9.20
435	2004	3	9.40
436	2004	4	2.45
437	2004	5	-8.89
438	2004	6	-4.26
439	2004	7	-3.16
440	2004	8	-0.76
441	2004	9	6.97
442	2004	10	-6.95
443	2004	11	6.00
444	2004	12	8.46
445	2005	1	9.16
446	2005	2	9.39
447	2005	3	9.46
448	2005	4	-6.71
449	2005	5	-9.11
450	2005	6	-3.64
451	2005	7	-8.23
452	2005	8	-5.08
453	2005	9	-11.93
454	2005	10	5.39
455	2005	11	8.30
456	2005	12	9.12
457	2006	1	9.37
458	2006	2	9.46
459	2006	3	9.49
460	2006	4	7.79
461	2006	5	-10.58

462	2006	6	-6.64
463	2006	7	-4.33
464	2006	8	-11.00
465	2006	9	-10.51
466	2006	10	5.55
467	2006	11	8.34
468	2006	12	9.13
469	2007	1	9.38
470	2007	2	9.46
471	2007	3	9.49
472	2007	4	9.50
473	2007	5	-9.66
474	2007	6	-6.09
475	2007	7	-7.92
476	2007	8	-10.05
477	2007	9	-1.94
478	2007	10	-5.31
479	2007	11	6.23
480	2007	12	8.52
481	2008	1	9.18
482	2008	2	9.40
483	2008	3	-0.42
484	2008	4	-16.21
485	2008	5	-4.94
486	2008	6	-6.81
487	2008	7	-4.75
488	2008	8	-9.20
489	2008	9	-12.03
490	2008	10	2.87
491	2008	11	3.34
492	2008	12	7.80
493	2009	1	8.97
494	2009	2	9.33
495	2009	3	9.44
496	2009	4	5.87
497	2009	5	-12.62
498	2009	6	-3.36
499	2009	7	-7.37
500	2009	8	-6.89
501	2009	9	-2.46
502	2009	10	-0.40
503	2009	11	7.04
504	2009	12	8.74
505	2010	1	9.25
506	2010	2	9.42
507	2010	3	9.47
508	2010	4	9.49
509	2010	5	-6.87
510	2010	6	-9.66
511	2010	7	-5.63
512	2010	8	-8.74
513	2010	9	-14.02

514	2010	10	-2.02
515	2010	11	-0.28
516	2010	12	7.06

**ANEXO 4: VALORES DEL INDICE DE SEQUIA DE PALMER ESTACION  
AZANGARO**

**CUADRO1 INDICE MENSUAL DE SEQUIA**

N°	AÑO	MES	INDICE
1	1968	1	9.50
2	1968	2	9.50
3	1968	3	9.50
4	1968	4	2.15
5	1968	5	-11.49
6	1968	6	-5.97
7	1968	7	-1.48
8	1968	8	-7.82
9	1968	9	-0.54
10	1968	10	-6.31
11	1968	11	6.08
12	1968	12	-4.26
13	1969	1	6.38
14	1969	2	8.56
15	1969	3	-2.91
16	1969	4	-3.20
17	1969	5	-13.17
18	1969	6	-5.83
19	1969	7	0.92
20	1969	8	-7.93
21	1969	9	-0.79
22	1969	10	-5.28
23	1969	11	1.36
24	1969	12	6.73
25	1970	1	8.66
26	1970	2	1.00
27	1970	3	7.30
28	1970	4	8.82
29	1970	5	-8.04
30	1970	6	-9.03
31	1970	7	-6.73
32	1970	8	-10.39
33	1970	9	4.05
34	1970	10	7.77
35	1970	11	2.75
36	1970	12	7.67
37	1971	1	8.93
38	1971	2	9.31
39	1971	3	-8.53
40	1971	4	-4.65
41	1971	5	-9.78
42	1971	6	-7.20
43	1971	7	-4.60
44	1971	8	-4.23
45	1971	9	-9.51
46	1971	10	-2.14
47	1971	11	6.73



48	1971	12	8.66
49	1972	1	9.23
50	1972	2	9.41
51	1972	3	9.47
52	1972	4	0.15
53	1972	5	-11.81
54	1972	6	-5.02
55	1972	7	-5.75
56	1972	8	-4.46
57	1972	9	4.81
58	1972	10	-3.95
59	1972	11	5.41
60	1972	12	8.30
61	1973	1	9.12
62	1973	2	9.37
63	1973	3	9.46
64	1973	4	9.49
65	1973	5	-3.72
66	1973	6	-6.68
67	1973	7	-4.29
68	1973	8	-7.90
69	1973	9	5.87
70	1973	10	3.61
71	1973	11	7.87
72	1973	12	-8.08
73	1974	1	5.85
74	1974	2	8.42
75	1974	3	9.15
76	1974	4	0.58
77	1974	5	-3.02
78	1974	6	-5.23
79	1974	7	-7.53
80	1974	8	4.05
81	1974	9	-11.06
82	1974	10	-1.52
83	1974	11	6.83
84	1974	12	8.69
85	1975	1	9.24
86	1975	2	9.41
87	1975	3	9.47
88	1975	4	-2.87
89	1975	5	-9.87
90	1975	6	-1.63
91	1975	7	-4.69
92	1975	8	-9.65
93	1975	9	-2.64
94	1975	10	6.64
95	1975	11	8.63
96	1975	12	9.22
97	1976	1	9.41
98	1976	2	9.47
99	1976	3	9.49

100	1976	4	-18.01
101	1976	5	-4.71
102	1976	6	-3.94
103	1976	7	-6.91
104	1976	8	-1.20
105	1976	9	5.96
106	1976	10	-18.56
107	1976	11	4.74
108	1976	12	8.14
109	1977	1	9.06
110	1977	2	9.36
111	1977	3	9.45
112	1977	4	-10.93
113	1977	5	-7.32
114	1977	6	-6.17
115	1977	7	-8.37
116	1977	8	-8.64
117	1977	9	4.90
118	1977	10	8.18
119	1977	11	9.08
120	1977	12	9.36
121	1978	1	9.45
122	1978	2	9.48
123	1978	3	9.49
124	1978	4	-0.22
125	1978	5	-10.53
126	1978	6	-7.85
127	1978	7	-6.08
128	1978	8	-9.07
129	1978	9	-2.31
130	1978	10	2.58
131	1978	11	7.64
132	1978	12	8.92
133	1979	1	9.31
134	1979	2	-9.08
135	1979	3	5.72
136	1979	4	2.18
137	1979	5	-10.25
138	1979	6	-8.44
139	1979	7	-9.83
140	1979	8	-8.72
141	1979	9	-6.29
142	1979	10	6.09
143	1979	11	1.39
144	1979	12	7.39
145	1980	1	8.84
146	1980	2	9.29
147	1980	3	9.43
148	1980	4	-16.31
149	1980	5	-4.99
150	1980	6	-8.67
151	1980	7	-5.98

152	1980	8	-8.40
153	1980	9	2.83
154	1980	10	7.69
155	1980	11	-15.07
156	1980	12	5.06
157	1981	1	8.22
158	1981	2	9.09
159	1981	3	9.37
160	1981	4	7.66
161	1981	5	-15.41
162	1981	6	-3.51
163	1981	7	-7.80
164	1981	8	3.69
165	1981	9	3.85
166	1981	10	7.92
167	1981	11	-3.14
168	1981	12	6.56
169	1982	1	8.61
170	1982	2	9.21
171	1982	3	7.19
172	1982	4	8.79
173	1982	5	-2.01
174	1982	6	-5.21
175	1982	7	-12.93
176	1982	8	-3.72
177	1982	9	3.61
178	1982	10	-3.51
179	1982	11	6.50
180	1982	12	-5.29
181	1983	1	6.23
182	1983	2	8.52
183	1983	3	-9.49
184	1983	4	2.56
185	1983	5	-6.32
186	1983	6	-7.45
187	1983	7	-8.58
188	1983	8	-5.89
189	1983	9	2.72
190	1983	10	3.02
191	1983	11	4.81
192	1983	12	8.15
193	1984	1	9.07
194	1984	2	9.36
195	1984	3	9.45
196	1984	4	-7.23
197	1984	5	-8.19
198	1984	6	-7.25
199	1984	7	-3.03
200	1984	8	-4.17
201	1984	9	-13.27
202	1984	10	5.24
203	1984	11	8.26

204	1984	12	9.10
205	1985	1	-10.89
206	1985	2	5.50
207	1985	3	4.37
208	1985	4	8.05
209	1985	5	-8.01
210	1985	6	-7.52
211	1985	7	-3.78
212	1985	8	-6.14
213	1985	9	-4.74
214	1985	10	-2.70
215	1985	11	6.63
216	1985	12	8.63
217	1986	1	9.22
218	1986	2	9.41
219	1986	3	9.47
220	1986	4	9.49
221	1986	5	-7.98
222	1986	6	-5.23
223	1986	7	-7.40
224	1986	8	-7.51
225	1986	9	-9.20
226	1986	10	1.62
227	1986	11	-18.55
228	1986	12	4.74
229	1987	1	8.14
230	1987	2	9.07
231	1987	3	9.36
232	1987	4	4.65
233	1987	5	-9.50
234	1987	6	-6.02
235	1987	7	6.13
236	1987	8	-5.27
237	1987	9	-2.31
238	1987	10	-0.39
239	1987	11	7.04
240	1987	12	8.74
241	1988	1	9.25
242	1988	2	9.42
243	1988	3	9.47
244	1988	4	9.49
245	1988	5	-6.61
246	1988	6	-5.92
247	1988	7	-6.45
248	1988	8	-6.73
249	1988	9	-1.75
250	1988	10	1.02
251	1988	11	-2.67
252	1988	12	6.64
253	1989	1	8.63
254	1989	2	9.22
255	1989	3	9.41

256	1989	4	6.63
257	1989	5	-9.63
258	1989	6	-7.33
259	1989	7	-6.08
260	1989	8	-2.83
261	1989	9	-0.95
262	1989	10	1.30
263	1989	11	3.56
264	1989	12	7.85
265	1990	1	8.98
266	1990	2	9.33
267	1990	3	9.44
268	1990	4	2.28
269	1990	5	-5.49
270	1990	6	-2.12
271	1990	7	-7.39
272	1990	8	-4.64
273	1990	9	0.99
274	1990	10	5.89
275	1990	11	8.43
276	1990	12	9.16
277	1991	1	9.39
278	1991	2	9.46
279	1991	3	9.49
280	1991	4	0.46
281	1991	5	-1.43
282	1991	6	-0.61
283	1991	7	-5.72
284	1991	8	-4.73
285	1991	9	-0.61
286	1991	10	0.13
287	1991	11	5.15
288	1991	12	8.24
289	1992	1	9.10
290	1992	2	9.37
291	1992	3	-1.80
292	1992	4	-11.35
293	1992	5	-9.64
294	1992	6	-3.32
295	1992	7	-9.77
296	1992	8	5.63
297	1992	9	-6.49
298	1992	10	-0.55
299	1992	11	5.92
300	1992	12	8.44
301	1993	1	9.16
302	1993	2	9.39
303	1993	3	9.46
304	1993	4	9.49
305	1993	5	-11.03
306	1993	6	-3.58
307	1993	7	-8.30

308	1993	8	-3.25
309	1993	9	-1.71
310	1993	10	6.80
311	1993	11	8.67
312	1993	12	9.23
313	1994	1	9.41
314	1994	2	9.47
315	1994	3	9.49
316	1994	4	8.05
317	1994	5	-16.11
318	1994	6	-4.47
319	1994	7	-6.57
320	1994	8	-4.80
321	1994	9	-6.37
322	1994	10	1.77
323	1994	11	7.46
324	1994	12	8.87
325	1995	1	9.29
326	1995	2	9.43
327	1995	3	9.48
328	1995	4	-20.15
329	1995	5	-8.11
330	1995	6	-6.19
331	1995	7	-7.79
332	1995	8	-9.82
333	1995	9	-9.26
334	1995	10	1.71
335	1995	11	7.45
336	1995	12	8.86
337	1996	1	9.29
338	1996	2	9.43
339	1996	3	9.48
340	1996	4	-13.94
341	1996	5	-4.45
342	1996	6	-6.12
343	1996	7	-4.16
344	1996	8	-9.32
345	1996	9	-5.52
346	1996	10	1.34
347	1996	11	7.38
348	1996	12	8.84
349	1997	1	9.28
350	1997	2	9.43
351	1997	3	9.48
352	1997	4	-0.17
353	1997	5	-7.79
354	1997	6	-5.46
355	1997	7	-7.79
356	1997	8	-3.45
357	1997	9	1.18
358	1997	10	0.52
359	1997	11	7.21

360	1997	12	8.79
361	1998	1	9.27
362	1998	2	9.42
363	1998	3	9.47
364	1998	4	-10.24
365	1998	5	-8.99
366	1998	6	-3.03
367	1998	7	-7.70
368	1998	8	-10.74
369	1998	9	-4.98
370	1998	10	6.28
371	1998	11	8.53
372	1998	12	-12.79
373	1999	1	5.29
374	1999	2	8.27
375	1999	3	9.11
376	1999	4	9.37
377	1999	5	-15.37
378	1999	6	-5.42
379	1999	7	-7.57
380	1999	8	-9.94
381	1999	9	1.42
382	1999	10	7.39
383	1999	11	-3.97
384	1999	12	-4.99
385	2000	1	6.27
386	2000	2	8.53
387	2000	3	8.54
388	2000	4	-16.65
389	2000	5	-9.04
390	2000	6	-3.51
391	2000	7	-6.85
392	2000	8	5.06
393	2000	9	-19.55
394	2000	10	4.65
395	2000	11	-9.27
396	2000	12	5.70
397	2001	1	8.38
398	2001	2	9.14
399	2001	3	9.38
400	2001	4	-12.32
401	2001	5	-2.08
402	2001	6	-8.77
403	2001	7	-4.48
404	2001	8	-3.25
405	2001	9	-5.52
406	2001	10	4.18
407	2001	11	2.83
408	2001	12	7.69
409	2002	1	8.93
410	2002	2	9.31
411	2002	3	9.44

412	2002	4	8.96
413	2002	5	-11.44
414	2002	6	-7.11
415	2002	7	-0.45
416	2002	8	-5.90
417	2002	9	-5.71
418	2002	10	6.17
419	2002	11	8.50
420	2002	12	9.18
421	2003	1	9.39
422	2003	2	9.46
423	2003	3	9.49
424	2003	4	9.50
425	2003	5	-14.09
426	2003	6	-1.77
427	2003	7	-6.46
428	2003	8	-5.94
429	2003	9	-8.47
430	2003	10	0.75
431	2003	11	3.34
432	2003	12	7.80
433	2004	1	8.97
434	2004	2	9.33
435	2004	3	5.26
436	2004	4	-7.01
437	2004	5	-0.83
438	2004	6	-5.76
439	2004	7	-3.75
440	2004	8	-1.02
441	2004	9	3.93
442	2004	10	-15.26
443	2004	11	5.04
444	2004	12	8.21
445	2005	1	-0.11
446	2005	2	7.13
447	2005	3	8.77
448	2005	4	-5.68
449	2005	5	-10.03
450	2005	6	-5.01
451	2005	7	-8.06
452	2005	8	-5.25
453	2005	9	-2.63
454	2005	10	6.65
455	2005	11	-0.64
456	2005	12	6.99
457	2006	1	8.73
458	2006	2	-4.26
459	2006	3	6.38
460	2006	4	-9.77
461	2006	5	-7.64
462	2006	6	-6.38
463	2006	7	-5.30



464	2006	8	-9.15
465	2006	9	-2.60
466	2006	10	6.65
467	2006	11	8.63
468	2006	12	9.22
469	2007	1	9.41
470	2007	2	7.78
471	2007	3	8.96
472	2007	4	9.32
473	2007	5	-10.51
474	2007	6	-7.60
475	2007	7	-6.82
476	2007	8	-10.45
477	2007	9	5.55
478	2007	10	-9.91
479	2007	11	5.62
480	2007	12	8.35
481	2008	1	9.13
482	2008	2	9.38
483	2008	3	-1.18
484	2008	4	-18.77
485	2008	5	-5.06
486	2008	6	-7.58
487	2008	7	-5.43
488	2008	8	-10.93
489	2008	9	-0.91
490	2008	10	3.67
491	2008	11	7.81
492	2008	12	8.97
493	2009	1	9.33
494	2009	2	9.44
495	2009	3	9.48
496	2009	4	0.24
497	2009	5	-10.68
498	2009	6	-4.38
499	2009	7	-7.05
500	2009	8	-7.75
501	2009	9	-6.42
502	2009	10	-2.44
503	2009	11	6.68
504	2009	12	8.64
505	2010	1	9.22
506	2010	2	9.41
507	2010	3	9.47
508	2010	4	3.61
509	2010	5	-11.28
510	2010	6	-9.10
511	2010	7	-6.27
512	2010	8	-8.34
513	2010	9	-13.85
514	2010	10	-1.53
515	2010	11	-2.40



516	2010	12	6.68
-----	------	----	------

**ANEXO 5: VALORES DEL INDICE DE SEQUIA DE PALMER ESTACION  
CHUQUIBAMBILLA**

**CUADRO1 INDICE MENSUAL DE SEQUIA**

N°	AÑO	MES	INDICE
1	1968	1	8.0
2	1968	2	8.0
3	1968	3	8.0
4	1968	4	6.0
5	1968	5	-13.0
6	1968	6	-5.0
7	1968	7	0.9
8	1968	8	-4.5
9	1968	9	-2.3
10	1968	10	-0.1
11	1968	11	5.9
12	1968	12	7.3
13	1969	1	7.8
14	1969	2	7.9
15	1969	3	8.0
16	1969	4	6.3
17	1969	5	-15.7
18	1969	6	-3.6
19	1969	7	-2.5
20	1969	8	-1.0
21	1969	9	-8.7
22	1969	10	4.5
23	1969	11	-2.2
24	1969	12	5.5
25	1970	1	7.2
26	1970	2	7.7
27	1970	3	7.9
28	1970	4	8.0
29	1970	5	-6.9
30	1970	6	-8.3
31	1970	7	-4.8
32	1970	8	-8.9
33	1970	9	4.4
34	1970	10	6.9
35	1970	11	-7.3
36	1970	12	4.7
37	1971	1	7.0
38	1971	2	7.7
39	1971	3	-3.3
40	1971	4	5.3
41	1971	5	-10.7
42	1971	6	-6.4
43	1971	7	-2.0
44	1971	8	-6.3
45	1971	9	-13.7

46	1971	10	0.9
47	1971	11	6.1
48	1971	12	7.4
49	1972	1	7.8
50	1972	2	7.9
51	1972	3	8.0
52	1972	4	0.1
53	1972	5	-8.3
54	1972	6	-1.6
55	1972	7	-2.5
56	1972	8	-8.2
57	1972	9	-11.1
58	1972	10	-8.7
59	1972	11	-3.2
60	1972	12	5.3
61	1973	1	7.2
62	1973	2	7.7
63	1973	3	7.9
64	1973	4	8.0
65	1973	5	-13.5
66	1973	6	-6.2
67	1973	7	-3.0
68	1973	8	-3.3
69	1973	9	5.3
70	1973	10	7.2
71	1973	11	7.7
72	1973	12	7.9
73	1974	1	8.0
74	1974	2	8.0
75	1974	3	8.0
76	1974	4	7.0
77	1974	5	-13.8
78	1974	6	-2.6
79	1974	7	-5.8
80	1974	8	4.9
81	1974	9	-4.0
82	1974	10	-3.6
83	1974	11	2.6
84	1974	12	6.5
85	1975	1	-0.4
86	1975	2	7.8
87	1975	3	7.9
88	1975	4	1.0
89	1975	5	-2.7
90	1975	6	-9.5
91	1975	7	-4.0
92	1975	8	-9.8
93	1975	9	-0.2
94	1975	10	5.9
95	1975	11	5.1
96	1975	12	7.1
97	1976	1	7.7

98	1976	2	7.9
99	1976	3	8.0
100	1976	4	-5.0
101	1976	5	-3.7
102	1976	6	-4.3
103	1976	7	-6.9
104	1976	8	-6.9
105	1976	9	1.9
106	1976	10	-17.5
107	1976	11	-2.4
108	1976	12	5.4
109	1977	1	7.2
110	1977	2	7.7
111	1977	3	7.9
112	1977	4	-2.4
113	1977	5	-8.3
114	1977	6	-0.7
115	1977	7	-6.6
116	1977	8	-7.8
117	1977	9	2.6
118	1977	10	6.5
119	1977	11	7.5
120	1977	12	7.8
121	1978	1	7.9
122	1978	2	8.0
123	1978	3	8.0
124	1978	4	8.0
125	1978	5	-13.0
126	1978	6	-5.7
127	1978	7	-1.9
128	1978	8	-9.2
129	1978	9	-0.7
130	1978	10	-5.9
131	1978	11	4.9
132	1978	12	7.1
133	1979	1	7.7
134	1979	2	5.7
135	1979	3	7.3
136	1979	4	5.8
137	1979	5	-11.3
138	1979	6	-6.7
139	1979	7	-4.0
140	1979	8	-6.4
141	1979	9	-11.3
142	1979	10	-2.1
143	1979	11	-0.3
144	1979	12	5.9
145	1980	1	7.3
146	1980	2	7.8
147	1980	3	7.9
148	1980	4	-13.7
149	1980	5	-2.3

150	1980	6	-5.9
151	1980	7	-6.9
152	1980	8	-8.4
153	1980	9	-10.3
154	1980	10	4.3
155	1980	11	6.9
156	1980	12	7.6
157	1981	1	7.9
158	1981	2	8.0
159	1981	3	8.0
160	1981	4	8.0
161	1981	5	-9.2
162	1981	6	-1.3
163	1981	7	-5.4
164	1981	8	-2.6
165	1981	9	2.5
166	1981	10	6.4
167	1981	11	-3.3
168	1981	12	5.3
169	1982	1	7.2
170	1982	2	7.7
171	1982	3	7.9
172	1982	4	8.0
173	1982	5	-9.3
174	1982	6	-4.1
175	1982	7	-4.8
176	1982	8	-9.1
177	1982	9	0.2
178	1982	10	6.0
179	1982	11	7.4
180	1982	12	7.8
181	1983	1	3.0
182	1983	2	6.6
183	1983	3	7.5
184	1983	4	6.1
185	1983	5	-13.3
186	1983	6	-6.0
187	1983	7	-6.0
188	1983	8	-10.9
189	1983	9	-4.9
190	1983	10	-3.7
191	1983	11	-3.1
192	1983	12	5.3
193	1984	1	7.2
194	1984	2	7.7
195	1984	3	7.9
196	1984	4	-4.9
197	1984	5	-2.9
198	1984	6	-7.8
199	1984	7	-4.9
200	1984	8	-10.7
201	1984	9	-8.5

202	1984	10	4.5
203	1984	11	7.0
204	1984	12	7.7
205	1985	1	7.9
206	1985	2	8.0
207	1985	3	8.0
208	1985	4	8.0
209	1985	5	-5.6
210	1985	6	3.5
211	1985	7	-3.5
212	1985	8	-9.6
213	1985	9	4.3
214	1985	10	-5.8
215	1985	11	4.9
216	1985	12	7.1
217	1986	1	7.7
218	1986	2	7.9
219	1986	3	8.0
220	1986	4	8.0
221	1986	5	-1.6
222	1986	6	-6.9
223	1986	7	-1.4
224	1986	8	-6.5
225	1986	9	1.5
226	1986	10	-18.0
227	1986	11	3.4
228	1986	12	6.7
229	1987	1	7.6
230	1987	2	7.9
231	1987	3	8.0
232	1987	4	-2.1
233	1987	5	-11.0
234	1987	6	-4.6
235	1987	7	-1.2
236	1987	8	-10.6
237	1987	9	-10.4
238	1987	10	-9.2
239	1987	11	4.4
240	1987	12	6.9
241	1988	1	7.7
242	1988	2	7.9
243	1988	3	8.0
244	1988	4	8.0
245	1988	5	-7.3
246	1988	6	-5.1
247	1988	7	-4.3
248	1988	8	-8.8
249	1988	9	-7.7
250	1988	10	-2.3
251	1988	11	-16.6
252	1988	12	3.6
253	1989	1	6.7

254	1989	2	7.6
255	1989	3	7.9
256	1989	4	8.0
257	1989	5	-14.3
258	1989	6	-7.9
259	1989	7	-5.7
260	1989	8	4.9
261	1989	9	-2.0
262	1989	10	5.5
263	1989	11	7.2
264	1989	12	7.7
265	1990	1	7.9
266	1990	2	8.0
267	1990	3	8.0
268	1990	4	8.0
269	1990	5	-8.5
270	1990	6	4.5
271	1990	7	-4.4
272	1990	8	-8.1
273	1990	9	-7.5
274	1990	10	4.6
275	1990	11	7.0
276	1990	12	7.7
277	1991	1	7.9
278	1991	2	8.0
279	1991	3	8.0
280	1991	4	-10.6
281	1991	5	1.2
282	1991	6	6.2
283	1991	7	-2.9
284	1991	8	-7.3
285	1991	9	-12.0
286	1991	10	4.0
287	1991	11	-4.6
288	1991	12	5.1
289	1992	1	7.1
290	1992	2	7.7
291	1992	3	7.9
292	1992	4	-3.0
293	1992	5	-13.4
294	1992	6	-6.2
295	1992	7	-4.7
296	1992	8	5.1
297	1992	9	-17.6
298	1992	10	3.5
299	1992	11	6.7
300	1992	12	7.6
301	1993	1	7.9
302	1993	2	-7.3
303	1993	3	4.7
304	1993	4	5.5
305	1993	5	-14.7



306	1993	6	2.2
307	1993	7	-8.6
308	1993	8	3.2
309	1993	9	-12.9
310	1993	10	3.9
311	1993	11	6.8
312	1993	12	7.6
313	1994	1	7.9
314	1994	2	8.0
315	1994	3	8.0
316	1994	4	8.0
317	1994	5	-17.7
318	1994	6	-5.5
319	1994	7	-7.8
320	1994	8	-5.0
321	1994	9	-11.1
322	1994	10	2.5
323	1994	11	6.5
324	1994	12	7.5
325	1995	1	7.8
326	1995	2	7.9
327	1995	3	8.0
328	1995	4	-12.9
329	1995	5	-7.7
330	1995	6	-3.0
331	1995	7	-4.6
332	1995	8	-8.4
333	1995	9	-10.8
334	1995	10	-1.4
335	1995	11	5.6
336	1995	12	7.3
337	1996	1	7.8
338	1996	2	7.9
339	1996	3	8.0
340	1996	4	8.0
341	1996	5	-17.1
342	1996	6	-3.5
343	1996	7	-0.9
344	1996	8	-5.3
345	1996	9	-6.8
346	1996	10	-9.3
347	1996	11	4.4
348	1996	12	6.9
349	1997	1	7.7
350	1997	2	7.9
351	1997	3	8.0
352	1997	4	8.0
353	1997	5	-12.4
354	1997	6	-3.2
355	1997	7	-5.1
356	1997	8	-0.0
357	1997	9	0.2

358	1997	10	-2.1
359	1997	11	5.5
360	1997	12	7.2
361	1998	1	7.8
362	1998	2	7.9
363	1998	3	8.0
364	1998	4	-11.6
365	1998	5	-8.0
366	1998	6	-6.3
367	1998	7	-5.8
368	1998	8	-9.5
369	1998	9	-5.9
370	1998	10	4.9
371	1998	11	7.1
372	1998	12	7.7
373	1999	1	7.9
374	1999	2	8.0
375	1999	3	8.0
376	1999	4	8.0
377	1999	5	-9.8
378	1999	6	-3.4
379	1999	7	-3.1
380	1999	8	-8.7
381	1999	9	-2.1
382	1999	10	5.5
383	1999	11	-3.9
384	1999	12	5.2
385	2000	1	7.1
386	2000	2	7.7
387	2000	3	7.9
388	2000	4	-14.2
389	2000	5	-3.3
390	2000	6	-2.8
391	2000	7	-0.1
392	2000	8	-7.8
393	2000	9	-8.3
394	2000	10	4.5
395	2000	11	-12.3
396	2000	12	4.0
397	2001	1	6.8
398	2001	2	7.6
399	2001	3	7.9
400	2001	4	-5.7
401	2001	5	-2.8
402	2001	6	-7.4
403	2001	7	-2.5
404	2001	8	-2.0
405	2001	9	-10.7
406	2001	10	1.4
407	2001	11	-10.2
408	2001	12	4.3
409	2002	1	6.9

410	2002	2	7.6
411	2002	3	7.9
412	2002	4	8.0
413	2002	5	3.3
414	2002	6	-18.7
415	2002	7	-3.9
416	2002	8	-6.6
417	2002	9	1.2
418	2002	10	6.2
419	2002	11	7.4
420	2002	12	7.8
421	2003	1	7.9
422	2003	2	8.0
423	2003	3	8.0
424	2003	4	3.6
425	2003	5	-12.3
426	2003	6	-1.4
427	2003	7	-3.2
428	2003	8	-0.6
429	2003	9	-0.6
430	2003	10	-5.0
431	2003	11	-0.6
432	2003	12	5.8
433	2004	1	7.3
434	2004	2	7.8
435	2004	3	7.9
436	2004	4	7.0
437	2004	5	-7.1
438	2004	6	-2.0
439	2004	7	-0.3
440	2004	8	2.0
441	2004	9	6.3
442	2004	10	-18.2
443	2004	11	3.2
444	2004	12	6.6
445	2005	1	7.6
446	2005	2	7.9
447	2005	3	8.0
448	2005	4	-0.8
449	2005	5	-8.9
450	2005	6	-1.5
451	2005	7	-7.3
452	2005	8	-2.5
453	2005	9	-15.6
454	2005	10	3.7
455	2005	11	6.7
456	2005	12	7.6
457	2006	1	7.9
458	2006	2	8.0
459	2006	3	8.0
460	2006	4	-11.0
461	2006	5	-5.4

462	2006	6	-12.1
463	2006	7	-5.6
464	2006	8	-8.0
465	2006	9	-8.7
466	2006	10	4.0
467	2006	11	6.8
468	2006	12	7.6
469	2007	1	7.9
470	2007	2	8.0
471	2007	3	8.0
472	2007	4	8.0
473	2007	5	-15.3
474	2007	6	-6.8
475	2007	7	-1.6
476	2007	8	-9.2
477	2007	9	-3.9
478	2007	10	-4.5
479	2007	11	5.1
480	2007	12	7.1
481	2008	1	7.7
482	2008	2	7.9
483	2008	3	-1.2
484	2008	4	-21.3
485	2008	5	-1.8
486	2008	6	-2.6
487	2008	7	-5.6
488	2008	8	-9.4
489	2008	9	-13.4
490	2008	10	0.8
491	2008	11	6.1
492	2008	12	7.4
493	2009	1	7.8
494	2009	2	7.9
495	2009	3	8.0
496	2009	4	8.0
497	2009	5	-12.8
498	2009	6	-0.8
499	2009	7	-4.0
500	2009	8	-9.8
501	2009	9	-7.7
502	2009	10	-7.8
503	2009	11	4.6
504	2009	12	7.0
505	2010	1	7.7
506	2010	2	7.9
507	2010	3	8.0
508	2010	4	8.0
509	2010	5	-5.0
510	2010	6	-7.1
511	2010	7	-2.8
512	2010	8	-6.8
513	2010	9	-12.1

514	2010	10	-6.5
515	2010	11	4.8
516	2010	12	7.0

**ANEXO 6: VALORES DEL INDICE DE SEQUIA DE PALMER ESTACION  
LAMPA**

**CUADRO1 INDICE MENSUAL DE SEQUIA**

N°	AÑO	MES	INDICE
1	1968	1	9.80
2	1968	2	9.80
3	1968	3	9.80
4	1968	4	9.80
5	1968	5	-12.46
6	1968	6	-4.26
7	1968	7	-1.54
8	1968	8	-7.61
9	1968	9	1.42
10	1968	10	7.34
11	1968	11	9.04
12	1968	12	9.55
13	1969	1	9.72
14	1969	2	9.77
15	1969	3	-5.50
16	1969	4	4.07
17	1969	5	-14.03
18	1969	6	-3.75
19	1969	7	-3.28
20	1969	8	-5.14
21	1969	9	-7.34
22	1969	10	6.20
23	1969	11	8.73
24	1969	12	9.46
25	1970	1	9.69
26	1970	2	9.76
27	1970	3	9.79
28	1970	4	3.57
29	1970	5	-8.53
30	1970	6	-8.04
31	1970	7	-5.90
32	1970	8	-7.59
33	1970	9	-7.55
34	1970	10	0.33
35	1970	11	-3.70
36	1970	12	6.72
37	1971	1	8.87
38	1971	2	9.50
39	1971	3	-2.63
40	1971	4	-6.27
41	1971	5	-8.30
42	1971	6	-7.25
43	1971	7	-4.29
44	1971	8	-3.46
45	1971	9	-11.39
46	1971	10	3.82
47	1971	11	6.15

48	1971	12	8.72
49	1972	1	9.45
50	1972	2	9.69
51	1972	3	9.76
52	1972	4	-11.26
53	1972	5	-7.21
54	1972	6	-4.36
55	1972	7	-7.34
56	1972	8	-8.21
57	1972	9	-0.44
58	1972	10	-9.42
59	1972	11	5.94
60	1972	12	8.66
61	1973	1	9.43
62	1973	2	9.68
63	1973	3	9.76
64	1973	4	9.79
65	1973	5	-12.38
66	1973	6	-4.97
67	1973	7	-3.76
68	1973	8	-7.52
69	1973	9	6.18
70	1973	10	8.72
71	1973	11	-1.32
72	1973	12	7.12
73	1974	1	8.98
74	1974	2	9.53
75	1974	3	9.71
76	1974	4	1.02
77	1974	5	-11.66
78	1974	6	-2.34
79	1974	7	-7.85
80	1974	8	6.14
81	1974	9	-6.43
82	1974	10	-2.54
83	1974	11	4.93
84	1974	12	8.41
85	1975	1	9.36
86	1975	2	9.65
87	1975	3	9.75
88	1975	4	-11.02
89	1975	5	2.76
90	1975	6	-7.49
91	1975	7	-2.28
92	1975	8	-7.16
93	1975	9	-5.00
94	1975	10	6.53
95	1975	11	-10.85
96	1975	12	5.77
97	1976	1	8.62
98	1976	2	9.42
99	1976	3	9.37

100	1976	4	-7.46
101	1976	5	0.76
102	1976	6	-8.58
103	1976	7	-6.57
104	1976	8	-2.88
105	1976	9	6.86
106	1976	10	-19.19
107	1976	11	-6.20
108	1976	12	6.36
109	1977	1	8.77
110	1977	2	9.47
111	1977	3	9.69
112	1977	4	-16.44
113	1977	5	-3.42
114	1977	6	-5.02
115	1977	7	-6.65
116	1977	8	-6.79
117	1977	9	1.93
118	1977	10	7.73
119	1977	11	9.16
120	1977	12	9.59
121	1978	1	9.73
122	1978	2	9.78
123	1978	3	9.79
124	1978	4	9.80
125	1978	5	-14.46
126	1978	6	-5.04
127	1978	7	-3.16
128	1978	8	-7.75
129	1978	9	1.16
130	1978	10	2.23
131	1978	11	7.80
132	1978	12	9.18
133	1979	1	9.60
134	1979	2	9.73
135	1979	3	9.78
136	1979	4	9.20
137	1979	5	-9.60
138	1979	6	-8.28
139	1979	7	-5.11
140	1979	8	-3.27
141	1979	9	-11.02
142	1979	10	3.82
143	1979	11	8.15
144	1979	12	9.28
145	1980	1	9.63
146	1980	2	9.74
147	1980	3	9.78
148	1980	4	-16.99
149	1980	5	-6.08
150	1980	6	-7.09
151	1980	7	-9.17



152	1980	8	0.05
153	1980	9	7.36
154	1980	10	9.05
155	1980	11	9.55
156	1980	12	9.72
157	1981	1	9.77
158	1981	2	9.79
159	1981	3	9.80
160	1981	4	9.80
161	1981	5	-15.98
162	1981	6	-5.07
163	1981	7	-9.16
164	1981	8	1.57
165	1981	9	7.66
166	1981	10	3.38
167	1981	11	8.05
168	1981	12	9.25
169	1982	1	9.62
170	1982	2	9.74
171	1982	3	9.78
172	1982	4	9.79
173	1982	5	-10.59
174	1982	6	-3.60
175	1982	7	-9.43
176	1982	8	-8.07
177	1982	9	6.11
178	1982	10	8.71
179	1982	11	9.45
180	1982	12	-1.24
181	1983	1	-6.18
182	1983	2	6.36
183	1983	3	-9.27
184	1983	4	-8.00
185	1983	5	-5.70
186	1983	6	-6.20
187	1983	7	-10.91
188	1983	8	-6.45
189	1983	9	3.20
190	1983	10	8.01
191	1983	11	-0.03
192	1983	12	3.91
193	1984	1	8.17
194	1984	2	9.28
195	1984	3	9.63
196	1984	4	9.74
197	1984	5	-3.96
198	1984	6	-9.32
199	1984	7	-6.77
200	1984	8	-4.81
201	1984	9	-9.60
202	1984	10	5.92
203	1984	11	8.66

204	1984	12	9.43
205	1985	1	9.68
206	1985	2	9.76
207	1985	3	9.79
208	1985	4	9.80
209	1985	5	-12.53
210	1985	6	5.59
211	1985	7	-4.57
212	1985	8	-4.86
213	1985	9	0.73
214	1985	10	7.49
215	1985	11	9.09
216	1985	12	9.57
217	1986	1	9.72
218	1986	2	9.77
219	1986	3	9.79
220	1986	4	9.80
221	1986	5	-11.43
222	1986	6	-5.92
223	1986	7	-2.79
224	1986	8	-0.28
225	1986	9	-1.44
226	1986	10	-7.48
227	1986	11	1.70
228	1986	12	7.69
229	1987	1	9.14
230	1987	2	9.59
231	1987	3	-7.89
232	1987	4	-2.81
233	1987	5	-9.25
234	1987	6	-5.13
235	1987	7	3.63
236	1987	8	-10.16
237	1987	9	-7.44
238	1987	10	1.67
239	1987	11	7.68
240	1987	12	9.14
241	1988	1	9.59
242	1988	2	9.27
243	1988	3	9.63
244	1988	4	9.74
245	1988	5	-2.27
246	1988	6	-5.34
247	1988	7	-5.15
248	1988	8	-7.80
249	1988	9	-6.68
250	1988	10	4.29
251	1988	11	-16.67
252	1988	12	5.18
253	1989	1	8.47
254	1989	2	9.38
255	1989	3	9.66

256	1989	4	9.75
257	1989	5	-15.09
258	1989	6	-5.88
259	1989	7	-5.39
260	1989	8	-5.73
261	1989	9	-10.48
262	1989	10	-7.64
263	1989	11	4.77
264	1989	12	6.33
265	1990	1	8.77
266	1990	2	9.47
267	1990	3	-4.67
268	1990	4	-2.85
269	1990	5	-1.28
270	1990	6	7.12
271	1990	7	-7.62
272	1990	8	-1.86
273	1990	9	-9.21
274	1990	10	5.97
275	1990	11	8.67
276	1990	12	9.44
277	1991	1	9.68
278	1991	2	9.76
279	1991	3	9.79
280	1991	4	1.89
281	1991	5	0.57
282	1991	6	7.46
283	1991	7	-9.45
284	1991	8	-8.78
285	1991	9	-8.21
286	1991	10	6.09
287	1991	11	-3.24
288	1991	12	6.80
289	1992	1	8.89
290	1992	2	9.51
291	1992	3	-3.70
292	1992	4	-0.37
293	1992	5	-11.87
294	1992	6	-6.13
295	1992	7	-4.62
296	1992	8	6.58
297	1992	9	-15.35
298	1992	10	5.30
299	1992	11	8.50
300	1992	12	9.38
301	1993	1	9.66
302	1993	2	-10.49
303	1993	3	5.81
304	1993	4	-6.23
305	1993	5	-5.76
306	1993	6	-5.10
307	1993	7	-6.73

308	1993	8	4.63
309	1993	9	-5.50
310	1993	10	6.46
311	1993	11	8.80
312	1993	12	9.48
313	1994	1	9.69
314	1994	2	9.76
315	1994	3	9.79
316	1994	4	9.80
317	1994	5	-13.81
318	1994	6	-3.32
319	1994	7	-6.29
320	1994	8	-8.17
321	1994	9	-8.82
322	1994	10	-3.03
323	1994	11	5.82
324	1994	12	8.63
325	1995	1	9.43
326	1995	2	9.68
327	1995	3	9.76
328	1995	4	-5.47
329	1995	5	-8.77
330	1995	6	-4.82
331	1995	7	-7.41
332	1995	8	-6.45
333	1995	9	-1.50
334	1995	10	-4.26
335	1995	11	6.64
336	1995	12	8.85
337	1996	1	9.49
338	1996	2	9.70
339	1996	3	9.77
340	1996	4	-7.67
341	1996	5	-3.00
342	1996	6	-5.57
343	1996	7	-3.48
344	1996	8	-8.71
345	1996	9	0.03
346	1996	10	-7.39
347	1996	11	6.20
348	1996	12	8.73
349	1997	1	9.46
350	1997	2	9.69
351	1997	3	9.76
352	1997	4	9.79
353	1997	5	-11.25
354	1997	6	-3.87
355	1997	7	-6.28
356	1997	8	0.97
357	1997	9	6.30
358	1997	10	3.63
359	1997	11	8.10

360	1997	12	9.27
361	1998	1	9.62
362	1998	2	9.74
363	1998	3	9.78
364	1998	4	-7.47
365	1998	5	-7.78
366	1998	6	-5.61
367	1998	7	-6.09
368	1998	8	-8.68
369	1998	9	-9.93
370	1998	10	5.28
371	1998	11	8.50
372	1998	12	9.38
373	1999	1	9.66
374	1999	2	9.75
375	1999	3	9.78
376	1999	4	9.79
377	1999	5	-13.42
378	1999	6	-4.19
379	1999	7	-7.24
380	1999	8	-8.70
381	1999	9	3.36
382	1999	10	8.04
383	1999	11	-10.02
384	1999	12	5.87
385	2000	1	8.65
386	2000	2	9.43
387	2000	3	9.68
388	2000	4	9.76
389	2000	5	-12.33
390	2000	6	-3.51
391	2000	7	-4.96
392	2000	8	-5.91
393	2000	9	-4.46
394	2000	10	6.61
395	2000	11	-14.64
396	2000	12	5.37
397	2001	1	8.52
398	2001	2	9.39
399	2001	3	9.67
400	2001	4	-2.78
401	2001	5	-5.63
402	2001	6	-5.45
403	2001	7	-4.54
404	2001	8	-3.19
405	2001	9	-12.09
406	2001	10	5.63
407	2001	11	3.37
408	2001	12	8.04
409	2002	1	9.25
410	2002	2	9.62
411	2002	3	9.74

412	2002	4	9.78
413	2002	5	-2.97
414	2002	6	-6.51
415	2002	7	3.51
416	2002	8	-4.20
417	2002	9	-4.36
418	2002	10	6.62
419	2002	11	8.84
420	2002	12	9.49
421	2003	1	9.70
422	2003	2	9.77
423	2003	3	9.79
424	2003	4	-10.60
425	2003	5	-7.33
426	2003	6	-2.98
427	2003	7	-6.94
428	2003	8	-6.46
429	2003	9	4.20
430	2003	10	-8.63
431	2003	11	-1.03
432	2003	12	7.17
433	2004	1	9.00
434	2004	2	9.54
435	2004	3	9.71
436	2004	4	1.79
437	2004	5	-7.55
438	2004	6	-3.31
439	2004	7	-4.14
440	2004	8	1.45
441	2004	9	1.81
442	2004	10	-3.88
443	2004	11	-7.47
444	2004	12	6.19
445	2005	1	8.73
446	2005	2	9.46
447	2005	3	9.69
448	2005	4	7.12
449	2005	5	-13.05
450	2005	6	-2.58
451	2005	7	-7.02
452	2005	8	-5.88
453	2005	9	-0.56
454	2005	10	7.25
455	2005	11	9.02
456	2005	12	9.55
457	2006	1	9.72
458	2006	2	9.77
459	2006	3	9.79
460	2006	4	-10.43
461	2006	5	-6.56
462	2006	6	-4.79
463	2006	7	-3.99

464	2006	8	-9.67
465	2006	9	0.54
466	2006	10	7.46
467	2006	11	9.08
468	2006	12	9.56
469	2007	1	9.72
470	2007	2	9.77
471	2007	3	9.79
472	2007	4	9.80
473	2007	5	-8.68
474	2007	6	-7.43
475	2007	7	-2.72
476	2007	8	-4.73
477	2007	9	-4.75
478	2007	10	-0.71
479	2007	11	7.23
480	2007	12	9.01
481	2008	1	9.54
482	2008	2	9.72
483	2008	3	-0.01
484	2008	4	-18.49
485	2008	5	-5.01
486	2008	6	-7.24
487	2008	7	-5.01
488	2008	8	-7.14
489	2008	9	-8.83
490	2008	10	6.01
491	2008	11	-1.55
492	2008	12	7.08
493	2009	1	8.97
494	2009	2	9.53
495	2009	3	9.71
496	2009	4	5.57
497	2009	5	-13.18
498	2009	6	-3.73
499	2009	7	-7.78
500	2009	8	-6.65
501	2009	9	-10.13
502	2009	10	1.86
503	2009	11	7.72
504	2009	12	9.15
505	2010	1	9.59
506	2010	2	9.73
507	2010	3	9.78
508	2010	4	-7.02
509	2010	5	-6.01
510	2010	6	-8.80
511	2010	7	-4.46
512	2010	8	-8.42
513	2010	9	-11.52
514	2010	10	0.89
515	2010	11	-5.64



516	2010	12	6.44
-----	------	----	------



## ANEXO N° 07 - PLANO