



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA AGRÍCOLA



TESIS

CARACTERIZACIÓN DE EVENTOS DE SEQUÍA EN LA CUENCA DEL RÍO ILAVE CON FINES DE EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y PROPUESTA DE MITIGACIÓN

PRESENTADA POR:

GINA PAOLA ESPINOZA ALARCON

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAGISTER SCIENTIAE EN INGENIERÍA AMBIENTAL

PUNO, PERÚ

2018



DEDICATORIA

A mis queridos padres Víctor y Ángela,
quienes me apoyaron desinteresadamente en
mi vida profesional, y a mis padres políticos
Jacinto y Victoria

A mis queridos hermanos Marylin, Jaime,
Brighyd Manoli y sobrina Khalessi Adriana,
por su apoyo incondicional

A mi querido esposo Gilberto y mis queridos
hijos Víctor Stevens y Victoria Valentina,
por su apoyo moral brindado para la
cristalización de mi meta.



AGRADECIMIENTOS

- A mi alma mater, Universidad Nacional del Altiplano, Escuela de Posgrado, Maestría en Ciencias de la Ingeniería Agrícola, Mención en Ingeniería Ambiental.
- A los docentes posgraduados por sus acertadas enseñanzas quienes demostraron su interés en el desarrollo de las diferentes materias de la maestría.
- Al M.Sc. Oscar Raúl Mamani Luque, asesor del presente trabajo quien me inculcó su sapiencia, experiencia e interés para la ejecución y culminación de mi trabajo de investigación.
- Al Ing. Jaime Espinoza Alarcón, por su apoyo incondicional con su experiencia y conocimiento en el uso y manejo de software estadístico y software hidrológico utilizados en el presente trabajo de investigación.
- A mis colegas, amigos y personas que me alentaron y colaboraron durante mis estudios.



ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|---------------------|-------------|
| DEDICATORIA | i |
| AGRADECIMIENTOS | ii |
| ÍNDICE GENERAL | iii |
| ÍNDICE DE TABLAS | v |
| ÍNDICE DE FIGURAS | vii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | ix |
| ÍNDICE DE ACRÓNIMOS | x |
| RESUMEN | xi |
| ABSTRACT | xii |
| INTRODUCCIÓN | 1 |

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

| | |
|--|----|
| 1.1 Marco teórico | 3 |
| 1.1.1 Concepto de sequía | 3 |
| 1.1.2 Clases de sequías | 4 |
| 1.1.3 Métodos para caracterizar las sequías | 5 |
| 1.1.4 Cuenca hidrográfica | 8 |
| 1.1.5 Precipitación | 9 |
| 1.1.6 Hidrología estadística | 11 |
| 1.1.7 Pérdidas económicas | 15 |
| 1.1.8 Mitigación de los efectos de la sequía | 16 |
| 1.2 Antecedentes | 20 |

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

| | |
|---------------------------------|----|
| 2.1 Identificación del problema | 26 |
| 2.2 Enunciados del problema | 27 |
| 2.2.1 Interrogante general | 27 |
| 2.2.2 Interrogantes específicos | 27 |
| 2.3 Justificación | 27 |
| 2.4 Objetivos | 29 |
| 2.4.1 Objetivo general | 29 |
| 2.4.2 Objetivos específicos | 29 |



| | |
|--|-----|
| 2.5 Hipótesis | 29 |
| 2.5.1 Hipótesis general | 29 |
| 2.5.2 Hipótesis específicas | 29 |
| CAPÍTULO III | |
| MATERIALES Y MÉTODOS | |
| 3.1 Lugar de estudio | 30 |
| 3.1.1 Ubicación geográfica | 30 |
| 3.1.2 Ubicación política | 30 |
| 3.1.3 Ubicación hidrográfica | 30 |
| 3.1.4 Características climatológicas | 32 |
| 3.1.5 Estructura económica | 32 |
| 3.2 Población | 33 |
| 3.3 Muestra | 33 |
| 3.4 Método de investigación | 34 |
| 3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos | 34 |
| 3.5.1 Método para el objetivo específico 1 | 34 |
| 3.5.2 Algunos aspectos fundamentales | 39 |
| 3.5.3 Método para el objetivo específico 2 | 44 |
| 3.5.4 Método para el objetivo específico 3 | 45 |
| CAPÍTULO IV | |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | |
| 4.1 De la Información de precipitación total mensual | 47 |
| 4.2 Determinación de indicadores de sequía mediante la metodología computacional | 51 |
| 4.3 Frecuencia de ocurrencia de eventos de sequías meteorológicas | 72 |
| 4.4 De la pérdida económica | 91 |
| 4.5 Propuesta para la mitigación de las sequías | 96 |
| CONCLUSIONES | 99 |
| RECOMENDACIONES | 100 |
| BIBLIOGRAFÍA | 101 |
| ANEXOS | 106 |

Puno, 20 de diciembre de 2018

ÁREA : Implementación de metas de gobernanza ambiental de la política nacional del ambiente
TEMA : Caracterización de sequías
LÍNEA : Gestión de riegos ante peligros naturales

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| 1. Rango de valores de IPE, categoría y probabilidad | 36 |
| 2. Valores del Índice normalizado de precipitación | 38 |
| 3. Probabilidad de recurrencia | 39 |
| 4. Valores de SPI Estación Desaguadero – Escala de Tiempo: 01 mes | 52 |
| 5. Valores de SPI Estación Desaguadero – Escala de Tiempo: 03 meses | 53 |
| 6. Valores de SPI Estación Desaguadero – Escala de Tiempo: 06 meses | 54 |
| 7. Valores de SPI Estación Desaguadero – Escala de Tiempo: 09 meses | 55 |
| 8. Valores de SPI Estación Desaguadero – Escala de Tiempo: 12 meses | 56 |
| 9. Valores de SPI Estación Ilave – Escala de Tiempo: 01 mes | 57 |
| 10. Valores de SPI Estación Ilave – Escala de Tiempo: 03 meses | 58 |
| 11. Valores de SPI Estación Ilave – Escala de Tiempo: 06 meses | 59 |
| 12. Valores de SPI Estación Ilave – Escala de Tiempo: 09 meses | 60 |
| 13. Valores de SPI Estación Capazo – Escala de tiempo: 01 mes | 62 |
| 14. Valores de SPI Estación Capazo - Escala de tiempo: 03 meses | 63 |
| 15. Valores de SPI Estación Capazo - Escala de tiempo: 06 meses | 64 |
| 16. Valores de SPI Estación Capazo - Escala de tiempo: 09 meses | 65 |
| 17. Valores de SPI Estación Capazo – Escala de tiempo: 12 meses | 66 |
| 18. Valores de SPI Estación Juli-Escala de tiempo: 01 mes | 67 |
| 19. Valores de SPI Estación Juli-Escala de tiempo: 03 meses | 68 |
| 20. Valores de SPI Estación Juli-Escala de Tiempo: 06 meses | 69 |
| 21. Valores de SPI Estación Juli-Escala de Tiempo: 09 meses | 70 |
| 22. Valores de SPI Estación Juli-Escala de Tiempo: 12 meses | 71 |
| 23. Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI (N° / %) | 72 |
| 24. Ocurrencia de sequias meteorológicas en la cuenca del rio Ilave, Periodo (1971 – 2016) | 78 |
| 25. Resumen de frecuencia de eventos estación Desaguadero | 88 |
| 26. Resumen de frecuencia de eventos estación Ilave | 88 |
| 27. Resumen de frecuencia de eventos estación Capazo | 89 |
| 28. Resumen de frecuencia de eventos estación Juli | 89 |
| 29. Resumen de frecuencias de eventos de las estaciones meteorologicas en estudio | 90 |
| 30. Evaluación económica del cultivo Papa – Chucuito | 93 |



| | | |
|------------|---|----|
| 31. | Evaluación económica del cultivo Quinoa – Chucuito | 93 |
| 32. | Evaluación económica del cultivo Papa – Ilave | 94 |
| 33. | Evaluación económica del cultivo Quinoa – Ilave | 94 |
| 34. | Evaluación económica del cultivo Papa – Puno | 95 |
| 35. | Evaluación económica del cultivo Quinoa – Puno | 95 |
| 36. | Proyectos de embalses en el ámbito de la cuenca del río Ilave | 98 |
| 37. | Proyectos de riego en el ámbito de la cuenca del río Ilave | 98 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| 1. Clases de sequía y su desarrollo | 5 |
| 2. Transformación a partir de una distribución gamma ajustada a la distribución normal estándar | 7 |
| 3. Ubicación geográfica de la cuenca del rio Ilave | 31 |
| 4. Histograma de precipitación total mensual (mm) – Estación Capazo periodo (1971 – 2016) | 47 |
| 5. Histograma de precipitación total mensual (mm) – Estación Pizacoma –Periodo (1971 – 2016) | 48 |
| 6. Histograma de precipitación total mensual (mm) – Estación Mazo Cruz –Periodo (1964 – 2010) | 48 |
| 7. Histograma de precipitación total mensual (mm) – Estación Desaguadero – periodo (1971 – 2016) | 49 |
| 8. Histograma de precipitación total mensual (mm) – Estación Juli –periodo (1971 – 2016) | 49 |
| 9. Histograma de precipitación total mensual (mm) – Estación Ilave –periodo (1971 – 2016) | 50 |
| 10. Histograma de precipitación total mensual (mm) – Estación Laraqueri –periodo (1964 – 2010) | 50 |
| 11. Histograma de precipitación total mensual (mm) – Estación Puno periodo (1971 – 2016) | 51 |
| 12. Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI en la Estación Capazo | 74 |
| 13. Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI en la Estación Pizacoma | 74 |
| 14. Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI en la Estación Mazocruz | 75 |
| 15. Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI en la Estación Desaguadero | 75 |
| 16. Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI en la Estación Juli | 76 |
| 17. Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI en la Estación Ilave | 76 |
| 18. Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI en la Estación Laraqueri | 77 |
| | vii |



| | | |
|-----|---|----|
| 19. | Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI en la Estación Puno | 77 |
| 20. | Indicadores de Sequía SPI - Estación Desaguadero | 80 |
| 21. | Indicadores de Sequía SPI Escala: 01 y 03 Meses - Estación Desaguadero | 80 |
| 22. | Indicadores de Sequía SPI Escala: 03, 06 y 09 Meses - Estación Desaguadero | 81 |
| 23. | Indicadores de Sequía SPI Escala: 06, 09 y 12 Meses - Estación Desaguadero | 81 |
| 24. | Indicadores de Sequía SPI Escala: 03, 06 y 09 Meses - Estación Ilave | 82 |
| 25. | Indicadores de Sequía SPI Escala: 06, 09 y 12 Meses - Estación Ilave | 82 |
| 26. | Indicadores de Sequía SPI - Estación Capazo | 83 |
| 27. | Indicadores de Sequía SPI Escala: 01 y 03 Meses - Estación Capazo | 83 |
| 28. | Indicadores de Sequía SPI Escala: 03, 06 y 09 Meses - Estación Capazo | 84 |
| 29. | Indicadores de Sequía SPI Escala: 06, 09 y 12 Meses - Estación Capazo | 84 |
| 30. | Indicadores de Sequía SPI - Estación Juli | 85 |
| 31. | Indicadores de Sequía SPI Escala: 01 y 03 Meses - Estación Juli | 85 |
| 32. | Indicadores de Sequía SPI Escala: 03, 06 y 09 Meses - Estación Juli | 86 |
| 33. | Indicadores de Sequía SPI Escala: 06, 09 y 12 Meses - Estación Juli | 86 |



ÍNDICE DE ANEXOS

| | Pág. |
|--|-------------|
| 1. Información de precipitación total mensual | 107 |



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

| | |
|----------------|--|
| ANA | : Autoridad Nacional del Agua |
| ENSO | : El fenómeno de oscilación del sur – El niño. |
| OMM | : Organización Meteorológica Mundial. |
| SENAMHI | : Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología |
| SPI | : Standardized Precipitation Index (Índice de Precipitación Estandarizada) |
| SPEI | : Standardized Precipitation and Evapotranspiration Index. |
| UNIX | : Sistema de información y computación Uniplex |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Cuenca del Río Ilave de la Región Puno cuyo objetivo fue determinar los eventos de sequías extremas, para realizar una evaluación económica de los cultivos, papa y quinua y proponer alternativas de mitigación a las sequías, se utilizó el método del Índice de Precipitación Estandarizada, con información histórica de precipitaciones pluviales mensuales de las estaciones de Capazo, Pizacoma, Mazocruz, Desaguadero, Juli, Ilave, Laraqueri y Puno, del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía Puno, para determinar la pérdida de cultivos papa y quinua se utilizaron los parámetros, área sembrada, cosechada y perdida, para proponer alternativas de mitigación se consideró como puntos de vista las medidas agronómicas e infraestructura de riego. Los resultados de la investigación evidencian la ocurrencia de sequias meteorológicas los años 1971, 1976, 1977, 1980, 1982, 1983, 1987, 1988, 1989, 1992, 1995, 1998, 2004, 2005, 2008, 2009, 2010, 2014 y 2016; Las pérdidas económicas durante las campañas 1996-1997 al 2015-2016, del cultivo de papa en la provincia de Chucuito, es de S 4'655,587.00 soles y del cultivo de quinua es S/ 5'315,930.00 soles, en la provincia de Ilave, para el cultivo de papa es de S/ 33'687,224.00 soles y del cultivo de quinua es de S/ 5'445,291.00 soles y en la provincia de Puno para el cultivo papa es de 5'293,293.00 soles y del cultivo de quinua es de S/ 931,098.00 soles; para mitigar la presencia de sequias se propone las practicas agronómicas, prácticas de riego y la construcción de infraestructura de riego.

Palabras Clave: Cuenca, evaluación, Ilave, lluvia, mitigación, sequia.



ABSTRACT

The present research work was carried out in the Ilave River Basin of the Puno Region whose objective was to determine the extreme drought events, to carry out an economic evaluation of the crops, potatoes and quinoa and to propose alternatives to mitigate droughts, it was used The Standardized Precipitation Index method, with historical information on monthly rainfall from the Capazo, Pizacoma, Mazocruz, Desaguadero, Juli, Ilave, Laraqueri and Puno stations, from the Puno National Meteorology and Hydrography Service, to determine the loss of crops Potato and quinoa, the parameters, planted, harvested and lost area were used, to propose mitigation alternatives, agronomic measures and irrigation infrastructure were considered as points of view. The results of the research show the occurrence of meteorological droughts in the years 1971, 1976, 1977, 1980, 1982, 1983, 1987, 1988, 1989, 1992, 1995, 1998, 2004, 2005, 2008, 2009, 2010, 2014 and 2016 ; The economic losses during the 1996-1997 to 2015-2016 campaigns, of potato cultivation in the province of Chucuito, is 4'655,587.00 soles and of quinoa cultivation is 5'315,930.00 soles, in the province of Ilave, for cultivation for potatoes it is 33'687,224.00 soles and for the cultivation of quinoa it is 5'445,291.00 soles and in the province of Puno for the cultivation of potatoes it is 5'293,293.00 soles and for the cultivation of quinoa it is 931,098.00 soles; To mitigate the presence of droughts, agronomic practices, irrigation practices and the construction of irrigation infrastructure are proposed.

Keywords: Cuenca, drought, evaluation, Ilave, mitigation, rain.

INTRODUCCIÓN

La sequía se percibe como uno de los desastres naturales más costosos y menos entendidos, dada la dificultad para definir su comienzo y fin, su lento desarrollo y las múltiples facetas que posee a nivel regional. Entre todos los eventos meteorológicos extremos, posee la mayor duración y la menor predictibilidad (Mishra *et al.*, 2015).

Las sequías se presentan en casi todas las zonas climáticas, aun cuando las características de cada región son diferentes. Las sequías pueden desarrollarse en periodos cortos (meses) o periodos largos de tiempo (años) por diferentes situaciones o causas, las que dependen de las características climáticas propias de cada región, inclusive del uso del agua, del uso del suelo y de las diferentes actividades económicas que se desarrollan.

El término sequía admite diversas acepciones en función del espacio geográfico o de la actividad económica afectada; se habla por ejemplo de sequía meteorológica, agrícola, hidrológica o socioeconómica, en relación con las dificultades suscitadas en cada uno de estos sectores por una menor disponibilidad de agua; además, que cada disciplina incorpora diferentes factores físicos, biológicos y socioeconómicos en su concepción de la sequía (López & Manzano, 2016).

Según la OMM (2012) existe una tendencia a una disminución de las pérdidas de vidas asociadas a riesgos hidrometeorológicos, principalmente vinculados con la ocurrencia de sequías e inundaciones. El éxito en la reducción de las víctimas mortales se relaciona con el establecimiento de programas de alerta temprana y de respuesta a emergencias.

McKee *et al.* (1993) mencionan que el Índice de Precipitación Estandarizada (SPI) es una metodología empírica, que nos permite detectar el inicio, hacer seguimiento y la culminación de la sequía; este método, tiene por ventaja la utilización de una sola variable hidrometeorológica que es la precipitación media; también el método nos permite describir las sequías en forma temporal, es decir evaluar en el tiempo y en forma espacial para ver el comportamiento en un determinado espacio geográfico, para la investigación se va a emplear esta metodología.

El objetivo de la investigación es determinar los eventos de sequias extremas mediante el método, Índice de Precipitación Estandarizada, con la finalidad de realizar una evaluación económica de los cultivos papa y quinua en la cuenca del rio Ilave y proponer alternativas de mitigación a las sequias.



La presente investigación está estructurada de la siguiente forma: Introducción, Capítulo I Revisión de literatura que comprende el marco teórico y los antecedentes; Capítulo II Planteamiento del problema que contiene la definición del problema, justificación, objetivos e hipótesis de la investigación; Capítulo III Materiales y métodos, comprende el lugar de estudio, la población y muestra utilizada y la metodología para cada objetivo específico; Capítulo IV Resultados y discusión; Conclusiones; Recomendaciones; Bibliografía y los Anexos.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico

1.1.1 Concepto de sequía

Los eventos de sequía también son llamados desastre progresivo, se desarrollan más lentamente y a menudo pasa desapercibido, tiene consecuencias diversas e indirectas. Sin embargo, las sequías hidrológicas pueden cubrir amplias áreas y pueden durar de meses a años, con impactos devastadores en el sistema ecológico y en muchos sectores económicos (Mishra *et al.*, 2015).

La OMM (2012) en su vocabulario meteorológico internacional, define a la 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. No debe confundirse sequía con aridez, pues la última se da en regiones donde las lluvias y la humedad del suelo son bajas a consecuencia de las características climáticas del sitio en cuestión.

La sequía es un período sostenido de disponibilidad de agua por debajo de lo normal. Es un fenómeno recurrente y mundial, con características espaciales y temporales que varían significativamente de una región a otra (Tallaksen *et al.*, 2009).

Valiente (2001) considera que, a pesar de existir numerosas definiciones, la sequía es definida como una cantidad absoluta de humedad (lluvia, escorrentía, humedad del suelo) por debajo de un umbral (por ejemplo, 20 días consecutivos sin llover).

1.1.2 Clases de sequias

Las sequias son generalmente clasificadas en cuatro categorías: sequia meteorológica, sequia de humedad del suelo, sequia hidrológica y sequia socioeconómica (Mishra & Singh, 2010), (Tallaksen *et al.*, 2009).

a) Sequia meteorológica

Se refiere a una deficiencia de precipitación, posiblemente combinada con una mayor evapotranspiración potencial, que se extiende sobre una gran área y abarca un período extenso de tiempo.

b) Sequia de la humedad del suelo

Se refiere a un déficit de humedad del suelo (principalmente en la zona de las raíces), reduciendo el suministro de humedad a la vegetación. La sequía de la humedad del suelo también se conoce como sequía agrícola, porque está fuertemente relacionada con la falla de la cosecha. Dado que los déficits de humedad del suelo tienen impactos adicionales en los ecosistemas naturales.

c) Sequia hidrológica

La sequía hidrológica está relacionada con las anomalías negativas en el agua superficial y subsuperficial. Ejemplos son niveles de aguas subterráneas por debajo de la normalidad o niveles de agua en lagos, declive del área de humedales y disminución de la descarga del río. La sequía de las aguas subterráneas y la sequía de las corrientes de agua a veces se definen por separado como niveles de aguas subterráneas inferiores a la normal y por debajo de la normal, respectivamente.

d) Sequia socioeconómica

Esta sequia está asociada con los impactos de los tres tipos antes mencionados. Puede referirse a una falla de los sistemas de recursos hídricos para satisfacer las demandas de agua y los impactos de la sequía ecológicos o relacionados a la salud. Se puede afirmar más impactos de sequía y están relacionados con la sequía hidrológica que con la sequía meteorológica.

En la figura 1 se visualiza las cuatro clases de sequias y las anomalías en precipitación y en temperatura (Van Loon, 2013).

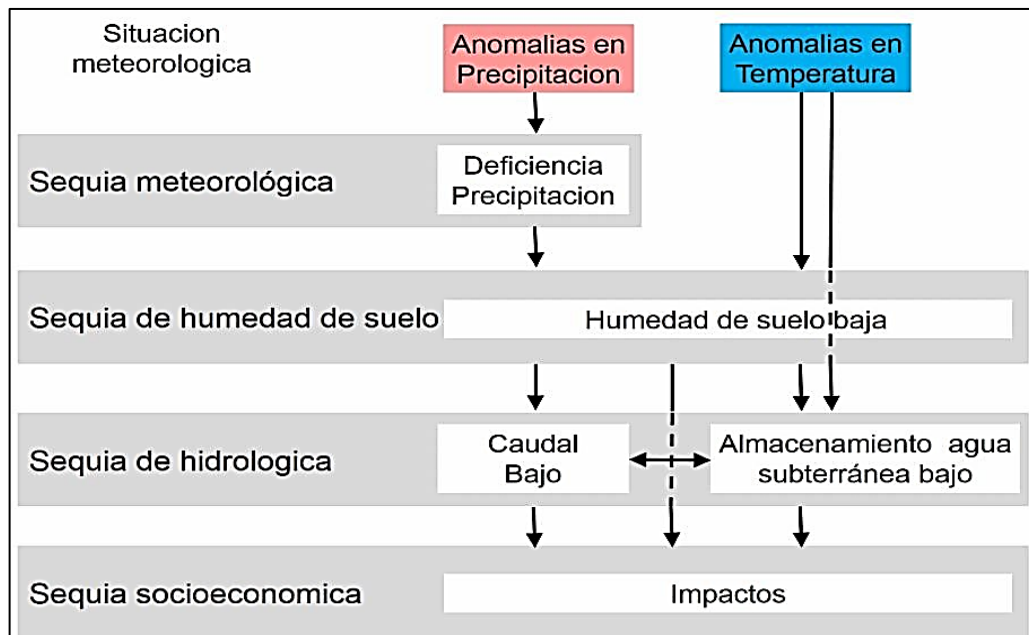


Figura 1. Clases de sequía y su desarrollo

Fuente: Van Loon (2013)

1.1.3 Métodos para caracterizar las sequías

a) Porcentaje de la precipitación media

Valiente (2001), manifiesta que este cálculo es simple y se expresa mediante el cociente de la precipitación total registrada en un período determinado (mes, trimestre, semestre, año) y la precipitación media (habitualmente por un período de 30 años) del mismo período de referencia, expresado el resultado en porcentaje. Pese a su simplicidad, es un método susceptible de equívocos, puesto que la precipitación media es un número abstracto que no tiene por qué ser equivalente a la mediana, que sí representa el valor o intervalo de mayor frecuencia de la serie. Además, presenta la dificultad de establecer los límites a partir de los cuáles se establece una situación de sequía, así como su severidad, puesto que el porcentaje de desviación escogido para un lugar o región no es aplicable a otra zona.

b) Cuantiles

Según Valiente (2001), para evitar las limitaciones derivadas del anterior método, el establecimiento de los umbrales puede realizarse mediante el cálculo de quintiles, deciles y percentiles. La técnica consiste en dividir la distribución de ocurrencias pluviométricas durante un período temporal suficientemente largo, en intervalos para cada 20 % (quintil), 10 % (decil), o 1% (percentil) de la distribución. Al ser

valores totalmente referenciados en la serie pluviométrica, ofrecen unos límites más cercanos a la realidad climática del área estudiada. Para que el cálculo de este índice ofrezca resultados fiables y estadísticamente significativos, es necesario que la serie pluviométrica sea larga (como mínimo treinta años y, si es posible, más de cincuenta). Los límites de referencia más utilizados son los correspondientes a los quintiles, de tal forma que un período es muy seco cuando el valor de precipitación total se sitúa entre el 20 % de los valores más bajos, seco cuando se encuentra en el tramo del siguiente 20 % de valores, normal cuando se sitúa en el tramo del 20% de valores intermedios, húmedo en el siguiente tramo del 20 %, y muy húmedo en el intervalo del 20 % de los valores más elevados de la serie.

c) Índice de precipitación estandarizada

La OMM (2012) indica que, con el curso de los años los meteorólogos y climatólogos de todo el mundo han creado y utilizado muchos índices de sequía, que varían de unos índices sencillos, como el porcentaje de precipitación normal y los percentiles de precipitación, a otros más complicados, como el índice de severidad de sequía de Palmer. No obstante, los científicos comprendieron que los índices debían ser sencillos y fáciles de calcular y tener pertinencia y significado desde el punto de vista estadístico. Además, el entendimiento de que los déficits de precipitación tenían diferentes impactos en las aguas subterráneas, el almacenamiento de agua en reservorios, la humedad del suelo, los bancos de nieve y los caudales fluviales llevó a los científicos estadounidenses (McKee *et al.* 1993) a elaborar el índice normalizado de precipitación (SPI).

El índice de Precipitación Estandarizada (Standardized Precipitation Index, SPI), es uno de los métodos más populares (Lloyd & Saunders, 2002). McKee *et al.* (1993) se basan en registros de precipitación a largo plazo que se ajustan a la distribución de probabilidad gamma, esta distribución se transforma a una distribución normal, cuyo resultado son los valores de SPI.

McKee *et al.* (1993) fijan el inicio de un episodio de sequía en el caso de que el SPI sea continuamente negativo con un valor inferior o igual a -1,0, y su finalización en el momento en que el SPI adquiera valor positivo., cuando el SPI supera el umbral de -1,0 se habla de sequía moderada, si es inferior a -1,5 sequía severa, y para valores iguales o menores que -2,0 sequía extrema.

Para calcular el SPI los registros de precipitación son ajustados a una distribución de probabilidad gamma y luego se obtiene el valor que tendría la misma probabilidad en una distribución normal estandarizada, este valor corresponde al SPI (Edwards & McKee, 2016) así mismo indica que el método SPI es uno de los más populares.

En la figura 2 se muestra un ejemplo de transformación a partir de una distribución gamma ajustada a la distribución normal estándar (Lloyd & Saunders, 2002).

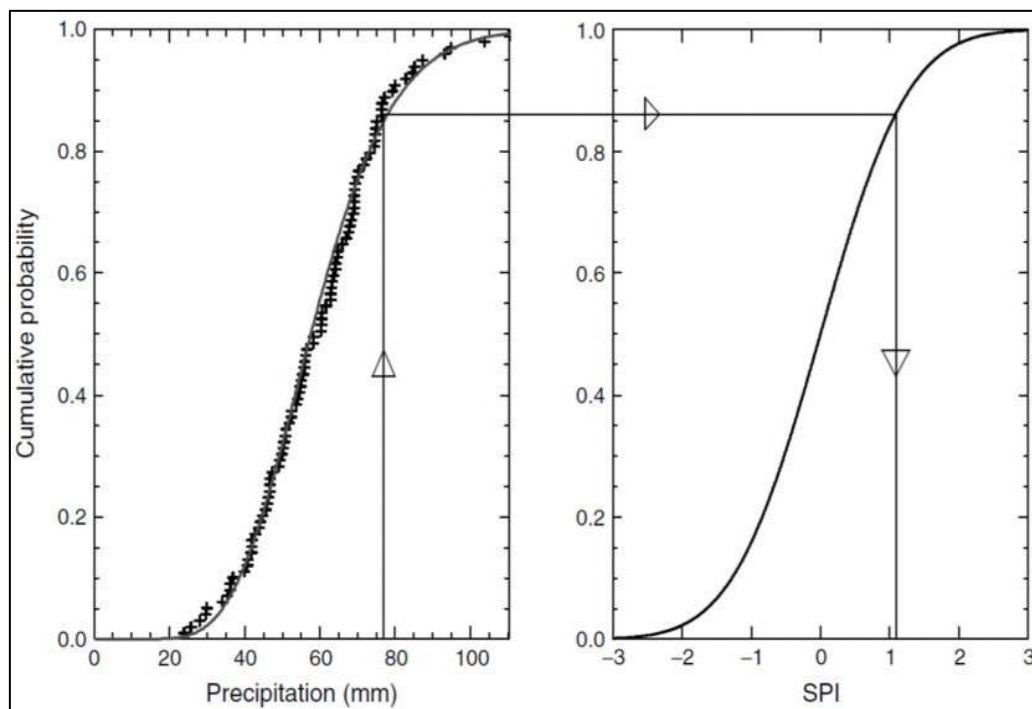


Figura 2. Transformación a partir de una distribución gamma ajustada a la distribución normal estándar

Fuente: Lloyd & Saunders (2002).

El SPI debe considerar varias escalas temporales, las cuales deben examinarse en conjunto a fin de formar un juicio global sobre las sequías (Kao & Govindaraju, 2010). Estas escalas de tiempo sobre las cuales se acumulan los déficits de la precipitación son extremadamente importantes y separan distintos tipos de sequías. Típicamente, el SPI es calculado en ventanas de 1, 3, 6, 9 y 12 meses (Wu *et al.*, 2001). No obstante, el cálculo de escalas de tiempo mayores ha sido llevado a cabo por numerosos estudios, como es el caso de (Lloyd & Saunders 2002) quienes analizan las climatologías del SPI en el continente europeo en ventanas de 18 y 24 meses; Guttman (1999) quien analiza series del SPI en los Estados Unidos en ventanas de 24 y 36 meses; y Khan & Godiwala (2013) quienes analizan series de

SPI en Paquistán en escalas de 24, 36 y 48 meses. Análisis en escalas de tiempo de este orden permiten identificar cambios en los niveles de reservorios subsuperficiales y variaciones interanuales en las precipitaciones de una determinada región.

d) Índice de precipitación y evapotranspiración estandarizado

En el Índice de Precipitación y Evaporación Estandarizado (Standardized Precipitation and Evapotranspiration Index, SPEI), la precipitación no es la única variable meteorológica que influye en las condiciones de sequía, algunos índices meteorológicos también incluyen la evapotranspiración. Como alternativa al SPI, Vicente *et al.* (2010) desarrollaron el Índice de Precipitación y Evapotranspiración Estandarizados (SPEI). Este índice considera anomalías acumuladas del balance hídrico climático (precipitación menos evapotranspiración potencial) y, al igual que SPI, ajusta una distribución de probabilidad y la transforma en una distribución normal.

1.1.4 Cuenca hidrográfica

Desde el punto de vista hidrológico, una cuenca hidrográfica es definida como el área geográfica natural o unidad de territorio delimitada por una divisoria topográfica (Divortium Aquarium), que capta las precipitaciones y drena el agua de escorrentía hacia un colector común, denominado río principal (Vasquez *et al.*, 2017).

Faustino (2006), indica que la cuenca hidrográfica se define como un ecosistema en el cual interactúan y se interrelacionan variables biofísicas y socioeconómicas que funcionan como un todo, con entradas y salidas, límites definidos, estructura interna de subsistemas jerarquizados (por ejemplo, en el sistema biofísico: los subsistemas biológicos y físicos). En este sistema ocurren entradas como la energía solar, hídrica, eólica y gases como el CO₂, además ingresan insumos como semillas, alimentos, tecnologías y otros, ambos dan origen a procesos como el flujo de energía, ciclo de nutrientes, ciclo hidrológico, erosión y actividades productivas.

Las cuencas son espacios socio geográficos donde las personas y sus organizaciones comparten el territorio, sus identidades, tradiciones y culturas; socializan y trabajan en función de la disponibilidad de recursos. Las cuencas hidrográficas se reconocen como un sistema debido a la existencia de interacciones entre el sistema natural del

suelo, el agua y biodiversidad y el sistema socioeconómico, que, si bien éste no tiene un límite físico, sí depende de la oferta, calidad y disposición de los recursos. Los diferentes componentes del sistema cuenca no siempre se encuentran dispuestos de manera coordinada. Por ejemplo, la división político-administrativa de un país puede no coincidir con las divisiones de las cuencas hidrográficas, por lo tanto, se tiene en la cuenca, injerencia de varios municipios distritales, provinciales, departamentos u organizaciones estatales, todo en función a la dimensión de cada territorio (Faustino, 2006).

Villon (2005) menciona que 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. La delimitación de una cuenca, se hace sobre un plano o mapa a curvas de nivel siguiendo las líneas de Divortium Acuarium (parteaguas), la cual es una línea imaginaria, que divide a las cuencas adyacentes y distribuye el escurrimiento originado por la precipitación, que, en cada sistema de corriente, fluye hacia el punto de salida de la cuenca.

Vasquez *et al.* (2017) mencionan que la cuenca hidrográfica es un ámbito geográfico natural donde ocurre el ciclo hidrológico; es el área drenada hacia un río, identificado por su topografía y delimitada por su divisoria de las aguas; en un sentido amplio incluye el agua, suelo, aire, la luz solar, la flora y la fauna.

Aparicio (1992) denomina a la cuenca hidrográfica al área territorial de drenaje natural donde todas las aguas pluviales confluyen hacia un colector común de descarga. Los límites de una cuenca están determinados por la línea de «Divortium Aquarum» o divisoria de aguas. Debemos señalar que no siempre los límites geográficos (superficiales) suelen coincidir con los límites del acuífero (subterráneo), pudiendo existir transferencias de masas líquidas entre una cuenca y otra adyacente o cercana.

1.1.5 Precipitación

La precipitación está constituida por toda el agua, que, de una u otra forma, es depositada en la superficie terrestre, por la condensación del vapor de agua contenido en el aire atmosférico. La precipitación puede ser en forma líquida (lluvia, rocío), o en

forma sólida (nieve, granizo). 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 y su cuantificación correcta es uno de los desafíos que el hidrólogo o el ingeniero, enfrentan (Vasquez *et al.*, 2017)

La precipitación es una variable hidrológica de carácter aleatorio, variando drásticamente en el tiempo (variación temporal) y en el espacio (variación espacial). Es común que, en un determinado período de tiempo, mientras que en una zona ocurre una lluvia, en otra zona próxima no hay precipitación ninguna. Justamente esta característica típica de la precipitación es la que introduce ciertas dificultades en su evaluación correcta. La unidad de medición es el milímetro de lluvia, definido como la cantidad de precipitación correspondiente a un volumen de 1 litro por metro cuadrado de superficie, conocido como la lámina de agua o altura de lluvia depositada sobre esa superficie (Vasquez *et al.*, 2017)

Según Villon (2005) la altura de precipitación que cae en un sitio dado, difiere de la que cae en los alrededores, aunque sea en sitios cercanos. Los pluviómetros registran la lluvia puntual, es decir, la que se produce en el punto en la que está instalada el aparato. Para muchos problemas hidrológicos, se requiere conocer la altura de precipitación media de una zona, la cual puede estar referida a la altura de precipitación diaria, mensual, anual, media mensual, media anual.

- Altura de precipitación diaria, es la suma de las lecturas observadas en un día.
- Altura de precipitación media diaria, es el promedio aritmético de las lecturas observadas en un día.
- Altura de precipitación mensual, es la suma de las alturas diarias, ocurridas en un mes.
- Altura de precipitación media mensual, es el promedio aritmético de las alturas de precipitación mensual, correspondiente a un cierto número de meses.
- Altura de precipitación anual, es la suma de las alturas de precipitación mensual, ocurridas en un año.
- Altura de precipitación media anual, es el promedio aritmético de las alturas de precipitación anual, correspondiente a un cierto número de años.

Chereque (1989), menciona que las características de las formas de precipitación son:

- Llovizna: Gotas con diámetros de 0.1 a 0.5 mm y Velocidad de caída baja: 1 m/seg a < 3 m/seg.
- Lluvia: Gotas con diámetros > 0.5 mm y Velocidad de caída media: 3 m/seg a < 7 m/seg.
- Chubasco: Gotas grandes y dispersas con diámetros > 3 mm y Velocidad de caída > 7 m/seg.
- Nieve: Cristales complejos de hielo.
- Granizo: Precipitación en forma bolas o formas irregulares de hielo con diámetros entre 5 y 125 mm

Se conoce como régimen de lluvia de cualquier lugar de la tierra, a la distribución de la magnitud de la lluvia anual durante el año. En el mundo, existen diversos regímenes de lluvia, desde el régimen de zona desértica donde se registran lluvias anuales muy pequeñas pudiendo llegar a cero, hasta el régimen de la zona ecuatorial como en algunas zonas de África donde ocurren lluvias anuales de hasta 4,500 mm. En el Perú se tienen dos regímenes de lluvia: Régimen Tropical, propio de la sierra y de la costa, donde se presenta un solo período de lluvia durante el año; y Régimen Ecuatorial, este régimen se observa en la Selva, donde se presenta dos períodos de lluvia, que ocurren en promedio durante los meses de febrero y noviembre (Vasquez *et al.*, 2017).

1.1.6 Hidrología estadística

a) Definición de conceptos de probabilidades

Chow *et al.* (1998) define los siguientes conceptos:

- Espacio muestral, es el conjunto de todos los resultados posibles de un experimento estadístico y se representa con el símbolo S . Cada resultado de un espacio muestral se le llama elemento o miembro del espacio muestral o simplemente punto muestral.

- Evento, es un subconjunto de un espacio muestral. Son los resultados posibles que se pueden presentar en la realización de un experimento.
- Probabilidad, la probabilidad de un evento, $P(A)$ es la posibilidad de que este ocurra cuando se hace una observación de la variable aleatoria. Si una muestra de N observaciones tiene N_A valores en el rango del evento A , entonces $P(A) = N_A/N$.
- Variable aleatoria, es una función que asocia un número real con cada elemento del espacio muestral. A una variable aleatoria se le conoce también como una variable estocástica, porque sus valores son números reales que no pueden predecirse con certeza antes de ocurrir el fenómeno, es decir ocurren al azar.
- Funciones de frecuencia y probabilidad, si las observaciones de una muestra están idénticamente distribuidas (cada valor de la muestra extraído de la misma distribución de probabilidad) estas pueden ordenarse para formar un histograma de frecuencia. Primero, el rango factible de la variable aleatoria se divide en intervalos discretos, luego se cuenta el número de observaciones que cae en cada uno de los intervalos y finalmente el resultado se dibuja como una gráfica de barras.

b) Definición de parámetros estadísticos

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.

Chow *et al.* (1998) mencionan que los parámetros estadísticos son características de una población, tales como μ y σ en una ecuación. Un parámetro estadístico es el valor esperado E de alguna función de una variable aleatoria. Un parámetro simple es la media μ , el valor esperado de la variable aleatoria. Para una variable aleatoria:

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

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

$E(x)$ 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:

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

El valor estimado de la muestra de la varianza está dado por:

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

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

La desviación estándar σ es una medida de la variabilidad que tiene las mismas dimensiones de x . La cantidad de σ es la raíz cuadrada de la varianza y se estima por s , a medida que la desviación estándar aumenta, aumenta la dispersión de la información.

El coeficiente de variación $CV = \sigma/\mu$, estimado por s/x , es una medida adimensional de la variabilidad.

c) Distribuciones teóricas de probabilidades

Villon (2005), menciona que un hidrólogo generalmente tendrá disponibilidad de registros de datos hidrometeorológicos (precipitación, temperatura, caudales, etc.), a través de su conocimiento escogerá un modelo probabilístico a usar, que represente en forma satisfactoria el comportamiento de la variable.

Entre las distribuciones teóricas comunes utilizados en hidrológica son:

- Distribución Normal.
- Distribución Log-normal de 3 parámetros
- Distribución Pearson tipo III.
- Distribución Log-Pearson tipo III.

- Distribución Gumbel.
- Distribución Log Gumbel.

d) Métodos de estimación de parámetros

Chow *et al.* (1998), mencionan que para estimar los parámetros de una distribución teórica tenemos los siguientes métodos: método gráfico, método de mínimos cuadrados, método de momentos y método de máxima verisimilitud.

Los métodos de momentos y de máxima verisimilitud son los que tienen mayor aplicación en hidrología.

e) Método de momentos

El método de momentos fue desarrollado por primera vez en 1902 por Karl Pearson quien consideró que unos buenos estimativos de los parámetros de una función de probabilidad son aquellos para los cuales los momentos de la función de densidad de probabilidad alrededor del origen son iguales a los momentos correspondientes de la información de la muestra.

$$\alpha = f_1(\mu_1, \mu_{1+1}, \dots)$$

$$\beta = f_2(\mu_j, \mu_{j+1}, \dots)$$

$$\gamma = f_3(\mu_K, \mu_{K+1}, \dots)$$

Dónde:

μ_i, μ_j, μ_K Son los momentos con respecto a la media, o momentos centrales de la población.

α, β, γ Son los parámetros de la función de distribución.

f) Método de máxima verosimilitud

El método de máxima verisimilitud fue desarrollado por Fisher (1922) el razonó que el mejor valor de un parámetro de una distribución de probabilidad debería ser el valor que maximizara la verosimilitud o probabilidad conjunta de ocurrencia de la muestra observada.

Dada una función de distribución

$$f = (x; \alpha, \beta, \gamma, \dots)$$

Dónde:

α, β, γ Son los parámetros que deben ser estimados.

Se define la función verosimilitud de la muestra, como la productora de:

$$L = \prod_{i=1}^N f(x; \alpha, \beta, \gamma, \dots)$$

$$L = f_1(x; \alpha, \beta, \gamma, \dots) * f_2(x; \alpha, \beta, \gamma, \dots) * \dots * f_N(x; \alpha, \beta, \gamma, \dots)$$

Siendo N tamaño de la muestra.

1.1.7 Pérdidas económicas

1.1.7.1 Economía agraria

Montero (2012) menciona que la economía agrícola o economía agraria es la rama de la ciencia económica que estudia la especificidad del sector agropecuario y sus múltiples interrelaciones con el conjunto de la economía.

El Economista Agrícola aplica los principios básicos de las ciencias económicas a las características específicas de la actividad agrícola para mejorar sus índices de economicidad en lo que respecta a la producción, manejo y mercado de productos agrícolas. Realiza diagnósticos de la realidad agrícola de una región o unidad de producción, en lo que respecta a las variables económicas; así como también promueve, gesta y administra organizaciones agro-económicas de carácter público o privado (Montero, 2012).

1.1.7.2 Estadística agrícola

MINAGRI (2016) indica que la actividad agrícola tiene un rol preponderante en la formación de la producción agropecuaria y constituye la base del suministro y aprovisionamiento de alimentos para satisfacer la demanda interna y externa de principales productos agrícolas.

La base de datos de la estadística agraria regional parte de la recolección mediante el método de Estimación, a través de informantes calificados, el cual consiste en evaluar las variables que intervienen en el proceso de producción de

los cultivos investigados en un periodo dado en el sector estadístico (MINAGRI, 2016).

Para la estimación, el técnico estadístico recorre mensualmente el ámbito que tenga bajo responsabilidad, a fin de realizar la estimación y evaluación objetiva de las variables productivas de los cultivos ubicados en cada uno de los sectores estadísticos (MINAGRI, 2016).

1.1.7.3 Consistencia de datos

Esta actividad comprende la revisión de datos recopilados en los sectores estadísticos, a fin de eliminar la inconsistencia, omisiones y falta de cobertura de los datos que se pudieran haber presentado durante la evaluación, con la finalidad de que los datos sean coherentes, entre sí, cuyos valores deberán encontrarse entre los rangos de aceptación del ámbito de investigación (MINAGRI, 2016).

VARIABLES A INVESTIGAR

- Superficie sembrada
- Superficie cosechada.
- Producción.
- Rendimiento.
- Superficies perdidas.
- Precio en chacra.

1.1.8 Mitigación de los efectos de la sequía

1.1.8.1 Medidas agronómicas de los cultivos

a) Arado cincel

FAO (2011) indica que los arados cinceles de vástagos curvos han sido diseñados para proporcionar una óptima fractura del suelo con una mínima tracción. Conviene seleccionar un arado con gran radio de curvatura en sus vástagos, característica que proporciona un mayor espacio libre vertical, evitándose

problemas cuando existe exceso de rastrojo. De lo contrario se produce una sobrecarga, que aumenta la tracción requerida, el arado cincel que más se utiliza es el de tipo integral con vástagos curvos, cuya estructura básica es el marco portador o chasis, en el cual, de acuerdo a sus dimensiones, se pueden montar de 5 a 9 cinceles o vástagos con sistemas de sujeción independientes, lo que permite su modificación de acuerdo al tipo de trabajo y capacidad de potencia del tractor.

b) Aguadas superficiales

Excavación cuyo objetivo es coleccionar y almacenar agua lluvia o de fuentes superficiales, para disponer de bebida para animales, especialmente en potreros con deficiencia hídrica, permitiendo el uso equilibrado del recurso prático disponible en los distintos potreros del predio. El volumen unitario corresponde a 180 m³, con una o más entradas, de bordes inclinados, para asegurar la estabilidad de las paredes, o en forma de plato. Para su protección se sigue usando cercos y bebederos asociados para aumentar su vida útil. Se debe tener en cuenta la permeabilidad del suelo del lugar de emplazamiento puesto que el agua podría infiltrar rápidamente y no sería útil. Se plantea la necesidad de impermeabilización cuando las condiciones lo ameriten, para la construcción de aguadas (FAO, 2011).

c) Abonos verdes

FAO (2011) menciona que el abono verde consiste en la incorporación al suelo de plantas especialmente cultivadas para este fin, u otra vegetación cortada cuando aún está verde. Cuando están vivas, estas plantas protegen el suelo contra la acción directa de la lluvia, y después de enterradas mejoran las condiciones físicas del suelo a través del aumento de los contenidos de materia orgánica. Es preferible incorporar o enterrar el cultivo en el suelo durante el inicio de la floración, puesto que esta etapa corresponde a la época más adecuada del punto de vista nutricional y de su consistencia acuosa para su incorporación y descomposición. Las plantas utilizadas para este fin, deben ser preferentemente aquellas que mejoren la fertilidad física, química y biológica de los suelos, que lo enriquezca con nutrientes.

d) Zanja de infiltración

FAO (2011) asevera que la zanja de infiltración es una excavación en el terreno, utilizada en zonas de baja precipitación donde se acumula el agua de lluvia, para que infiltre más agua en el suelo, proporcionando humedad a las plantas ubicadas en los bordes de ellas, en los periodos de lluvias escasas. Para un adecuado aprovechamiento de las aguas lluvias acumuladas en las zanjas de infiltración, se deben plantar especies vegetales que servirán como barreras vivas, en la parte superior e inferior de ellas. Pueden ser plantas herbáceas, idealmente perennes, o arbustos, para que sus raíces retengan el suelo y eviten el desmoronamiento del terreno hacia el interior de la excavación, así se favorece el flujo normal del agua en el interior de los surcos.

e) Cero Labranza

Se denomina cero labranzas al establecimiento de un cultivo sin preparación de suelo. La semilla se localiza en surcos o agujeros sin remover el suelo, con un ancho y profundidad suficiente para una adecuada cobertura y contacto de la semilla con el suelo. Se le define también como siembra directa, es decir, se siembra sobre el rastrojo del cultivo anterior, sin haber preparado el terreno. La labor de cero labranzas, se realiza con una sembradora especial, la cual posee un abridor de surco simple o doble que abre un surco o banda estrecha, de ancho y profundidad suficiente para obtener una cobertura adecuada de la semilla. Las malezas, previamente, se controlan con herbicidas de tipo sistémicos.

f) Uso racional del agua

MINAGRI (2018) indica que el agua es un recurso natural, muy necesario pero vulnerable, que se renueva a través del ciclo hidrológico y que tiene un valor social, ambiental y estratégico para el desarrollo económico y social del país. Los aspectos climáticos y geográficos de nuestro país hacen del agua un recurso abundante en la región Amazónica y con escasez en la costa, y por épocas en la sierra. Asimismo, la distribución del agua a través de año tiene una estacionalidad marcada, lo cual plantea un reto importante para el manejo del agua.

El aprovechamiento sostenible del agua requiere de un manejo integral por cuencas hidrográficas, que contemple la variabilidad de su cantidad y calidad en el tiempo y en el espacio, en condiciones racionales y compatibles con la capacidad de recuperación y regeneración de los ecosistemas involucrados, en beneficio de las generaciones futuras (MINAGRI, 2018).

La problemática de este recurso tiene que ver con el uso ineficiente del agua, la contaminación, y las pérdidas de fuentes hídricas debido al cambio climático (MINAGRI, 2018).

1.1.8.2 Construcción de obras de infraestructura de riego

a) Desarrollo del riego

IAGUA (2020) indica que aproximadamente el 80% de la extracción de agua en el Perú se utiliza para el riego; sin embargo, la mayor parte del agua (65%) se pierde debido a la dependencia de sistemas de riego ineficientes. Se estima que la eficiencia total del uso del agua en los sistemas de riego es aproximadamente del 35%, lo cual se considera como un mal rendimiento y se debe principalmente a los sistemas de distribución con fugas y al uso extensivo de métodos de riego por gravedad o inundación no mejorados, con una eficiencia total estimada del 50%.

Muy pocas veces se mide el agua y las tarifas se calculan, en su mayoría, en función de las hectáreas más que del volumen de agua utilizado. El manejo inadecuado del riego unido a sistemas ineficientes de riego conduce a las prácticas generalizadas de riego, con agricultores que utilizan agua por encima de las necesidades de los cultivos y de la disponibilidad de agua (IAGUA, 2020).

Debido a las condiciones climáticas, la región costera depende de los sistemas de riego para el abastecimiento de agua. El agua proviene de ríos (agua superficial) de la Cordillera de los Andes y se maneja con presas, tomas y pozos. En 1997, el agua superficial abastecía al 97% de los campos por riego por gravedad (822.473 ha) y al 3% mediante riego presurizado (19.680 ha).⁵ La costa se caracteriza por esquemas de riego a gran escala que abastecen varias comunidades, donde las tierras son relativamente grandes y la agricultura es en su mayoría comercializada y dedicada a las exportaciones (IAGUA, 2020).

En la sierra y en la selva, con el 97% de la disponibilidad de agua de Perú, el agua superficial abastece los campos agrícolas mediante el riego por surcos. Los sistemas de riego consisten en una red de canales abiertos, generalmente sin revestimiento, con tomas de agua rudimentarias y sistemas de distribución que abastecen a pequeñas parcelas dedicadas en su mayoría a la agricultura de subsistencia. Menos del 5% de la tierra de regadío está equipada con sistemas de riego mejorados en las parcelas (IAGUA, 2020).

b) Impactos del riego en el medio ambiente

IAGUA (2020) menciona que los sistemas de riego ineficientes, el manejo inadecuado del riego, la deforestación y las prácticas generalizadas que utilizan agua por encima de las necesidades de los cultivos están cobrando un creciente costo medio ambiental. El riego ineficiente ha generado problemas de salinización y drenaje en 300.000 hectáreas de los valles costeros (de una superficie total de regadío de 736.000 hectáreas), poniendo en peligro la productividad de estas tierras. Los problemas de drenaje también afectan a 150.000 hectáreas en la selva.

1.2 Antecedentes

Carrillo *et al.* (2016) reportaron las pérdidas por las sequías en norte de México, comparando el SPI y el RDI para el año 2005 en los periodos abril-junio y abril-setiembre, encontrando para el SPI 42% de superficie siniestrada con 6.5 millones de dólares en pérdidas, mientras que para el RDI 36% de superficie siniestrada con 6.1 millones de dólares de pérdidas.

Carbone *et al.* (2015) identificaron los períodos secos que mayor injerencia tuvieron sobre la producción agrícola ganadera de la región, sucedidas durante los años 2008 y 2009, la relación existente entre los valores de los índices severos y extremos en la morfometría de la laguna y estuario del río Sauce Grande, Argentina.

Lavado & Espinoza (2014) mencionan que sólo durante los eventos el Niño fuerte y la Niña fuerte se observa un alto porcentaje de estaciones con anomalías significativas de precipitación y sobre todo localizadas en la vertiente del pacifico y la vertiente del Titicaca durante el periodo de diciembre a mayo. La vertiente del Titicaca, por su parte, presenta un importante déficit de lluvias durante El Niño fuerte.

Los Andes tienen una importante influencia en los patrones climáticos regionales (Gregory, 2000). La zona de convergencia intertropical (ITCZ) y la orografía andina influyen en la circulación del aire, así como el gradiente altitudinal y humedad del aire en la variabilidad de la Temperatura (Cuesta *et al.*, 2012). Las variaciones interanuales en la precipitación pueden ser cuantiosas y obedecen principalmente al fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). Este fenómeno produce una fuerte corriente del oeste en gran parte de los Andes Tropicales, inhibiendo notablemente el transporte de humedad proveniente de la cuenca del Amazonas, provocando condiciones de sequía en los Andes Tropicales, como en la región del altiplano de Bolivia y el sur de Perú, y con frecuencia en los Andes de Colombia y en el Norte de Ecuador (Vuille, 2013). En los Andes Ecuatorianos, la estacionalidad de la precipitación es bimodal, con estaciones lluviosas principales de marzo a mayo y de septiembre a noviembre. Los aumentos de la temperatura y variabilidad de la precipitación, intensidad y frecuencia de los fenómenos climáticos pueden incrementar los eventos extremos como heladas, olas de calor y frío, sequías, inundaciones, aceleración de la pérdida de humedales, afectación de las funciones de llanuras aluviales y estuarios (Cuesta *et al.*, 2012).

Estudios recientes han resaltado los efectos ambientales de las sequías en Sudamérica, donde aún en regiones húmedas como la Amazonía, las sequías severas están desencadenando incendios forestales (Brando *et al.*, 2014), reducción de la producción de biomasa (Malhi *et al.*, 2009). Las sequías son particularmente importantes en regiones donde las actividades económicas son altamente dependientes de los recursos hídricos (Vicente *et al.*, 2010), como es el caso del Perú.

A escala mundial, el SPEI ha sido aplicado principalmente en España y con menos énfasis en otras regiones de África, Canadá, Australia (Vicente *et al.*, 2010). En la Península Ibérica fue para analizar los patrones espaciales y temporales de la sequía en diferentes escalas temporales. Como resultado obtuvieron que 11 para todas las escalas temporales estudiadas se incrementó la variabilidad espacio - temporal de la sequía, a partir de la década de 1930. (Vicente *et al.*, 2010) analizó la evolución de las sequías pluviométricas en España, durante el período 1910-2011, mediante el uso del SPEI. Como resultado halló 6 regiones con diferentes patrones espaciales. Además, destacó que, en ese país, se registró un aumento en la duración y magnitud de los eventos de sequía, incrementando la aridez.

De acuerdo con EmDat (2009) las pérdidas económicas ocasionadas por las sequías en el Perú entre 1983 y 2002, equivalen a US\$ 3,2 millones. Si bien es cierto las regiones más susceptibles a las sequías se encuentran al sur andino del país, de acuerdo a la ANA (2010) entre el 2000 y 2010 las sequías se han presentado en todo el territorio nacional. Así, la ANA ha reportado 163 eventos de sequías: 127 en la vertiente del Pacífico, 25 en la vertiente del Titicaca y 11 en la vertiente del Atlántico (Amazonas). El plan de trabajo que se sigue es en dos fases, donde la primera consiste en la estimación de los índices de sequías a diferentes ventanas de tiempo (1, 3, 6, 9 y 12 meses) que permitieron la caracterización y monitoreo de sequías meteorológicas, agro-meteorológicas e hidrológicas (SENAMHI, 2014).

Mientras que ANA (2010)) reportó que entre los años 2000 y 2010 a nivel nacional 163 eventos de sequías, siendo mayor en la vertiente del Pacífico (con 127 eventos), seguidos por la vertiente del Titicaca (25 eventos) y la vertiente del Atlántico (11 eventos). Las sequías afectan severamente el sur del Perú, caracterizado por la escasez de lluvias que afectan directamente a los cultivos de la agricultura de secano, causando pérdidas de los cultivos y ganados. El Altiplano de Puno es la zona con mayor vulnerabilidad a las sequías.

El problema de la sequía muy especialmente en el altiplano-peruano constituye uno de los aspectos más críticos para la planificación del uso óptimo del recurso hídrico debido a que la precipitación es variable en el tiempo y espacio, es decir varía de año en año por ello la necesidad de hacer un análisis de características. El fenómeno del Niño de 1982 – 1983, tuvo grandes impactos en la costa peruana, pero contrariamente en la región del altiplano que se produjo la sequía más prolongada que afectó severamente la producción agrícola (Rocha, 2007).

Así, la sequía es uno de los desastres naturales que más costos causan y son espacialmente más extendidos (Bryant, 1991), afectando gran variedad de sectores económicos (principalmente la agricultura) (Farhangfar *et al.*, 2015). A nivel mundial, el promedio anual de sequías reportadas se ha incrementado más de tres veces desde los años 1970 (Carvajal, 2008). Asimismo, se prevé que el cambio climático influirá en las principales componentes del ciclo hidrológico, con mayor evapotranspiración y menor precipitación, lo que según algunos autores derivaría en un incremento en la frecuencia y duración de

eventos de sequía (Leng *et al.*, 2015); por lo que numerosos estudios han resaltado la necesidad de planes de prevención y mitigación de sequías (Harding *et al.*, 1995).

La sequía es una amenaza que puede convertirse en desastre cuando se extiende a través de un prolongado período de tiempo, y genera insuficiencia de oferta hídrica para satisfacer las demandas ambientales y humanas (D. A. Wilhite & Buchanan, 2005), (Seth, 2003), por lo anterior, son consideradas como el mayor peligro individual y natural (Patrick, 2003), (Below *et al.* 2007) reportan que entre 1900 y 2004, las sequías causaron más del 50% de las muertes por desastres naturales, representando el 35% de la población afectada y el 7% de las pérdidas económicas, después de las inundaciones y los sismos.

Salas *et al.* (2005) caracterizan la severidad y el riesgo de sequía en el río Poudre, en Colorado (Estados Unidos), siguiendo una metodología análoga a la empleada en el análisis de crecientes. Partieron de 119 años de registros de escurrimiento anuales, que completaron con data generada sintéticamente por medio de un modelo estocástico de corta duración, seguido determinaron el periodo de retorno y el riesgo de ocurrencia de sequías. Adicionalmente, usaron un algoritmo matemático para determinar la distribución de los eventos secos en función del periodo de retorno.

La sequía es un peligro natural insidioso que resulta de una deficiencia de precipitación esperada o "normal" que, cuando se extiende durante una temporada o más, es insuficiente para satisfacer las demandas de las actividades humanas y el medio ambiente. La sequía por sí sola no es un desastre. Si se convierte en un desastre depende de su impacto en la población local y el medio ambiente (Wilhite & Pulwarty, 2005).

En el altiplano, la presencia de años húmedos o secos está muy relacionada con la ocurrencia del fenómeno Enso (El fenómeno de la oscilación del sur – el niño). Para años el Niño existe una tendencia a la sequía, mientras que durante años la Niña, generalmente se presentan condiciones húmedas en el Altiplano. Sin embargo, se han presentado eventos secos bajo la influencia de años la Niña, así como años el Niño con condiciones húmedas, lo que indica que las relaciones entre la temperatura de la superficie del mar en el pacífico tropical y las anomalías de la precipitación en los andes centrales no son simples (Garreaud *et al.*, 2003).

Ponce *et al.* (2000) crearon un modelo conceptual para la caracterización de sequías basado en la teoría del espectro climático. Dicho modelo se desarrolló para regiones

subtropicales y de latitudes medias. Básicamente, asocia la duración, la intensidad y el intervalo de recurrencia de un evento de sequía con la relación precipitación media anual/precipitación global anual terrestre. El modelo resulta útil como marco de referencia en el análisis sistemático de sequías y en la valoración del cambio en las características de las sequías producto del cambio climático. Este estudio constituye uno de los primeros aportes en cuanto a la conexión de las sequías con el cambio climático.

Los episodios cálidos con mayor impacto en los diferentes sectores de la vida nacional están referidos a los períodos de 1991-1992 y 1997-1998. El costo de los daños ocasionados por El Niño de 1997-1998 en la región andina se estimó en \$7.543 millones de US, distribuidos así, en millones: Perú US\$3.498, Ecuador US\$2.882 millones, Colombia US\$564, Bolivia US\$527 y Venezuela US\$72 (Jovel, 2000).

En 1989 – 1990 se produjeron sequías y heladas con fuertes impactos para la producción agropecuaria de la región. En los últimos cincuenta años los periodos de sequías han sido más críticos y más seguidos, citamos algunos: en 1955 – 1957, como también en 1964 – 1967, se produjeron sequías en el altiplano que tuvo como causa una zona de baja de presión al noreste de Bolivia (OPS, 2000).

En gran parte del continente americano, la variabilidad climática está relacionada con el fenómeno ENSO (El Niño Oscilación del Sur) (Aceituno, 1998). Este es un patrón climático recurrente que implica cambios en la temperatura de las aguas en la parte central y oriental del océano Pacífico tropical. Este calentamiento oscilante y el patrón de enfriamiento es conocido como el ENSO afectando directamente a la distribución de las precipitaciones (INTA, 2002). El Niño y la Niña son las fases extremas del ciclo ENSO y entre estas dos existe una tercera fase llamada “Neutral”. Ambos eventos influyen en las masas de aire que ingresan en América del Sur, produciendo anomalías extremas positivas de precipitación durante “El Niño” y anomalías extremas negativas o escasez en las precipitaciones durante “La Niña”.

McKee *et al.* (1993) introducen un índice alternativo al popular PSDI en Colorado, Estado Unidos, al cual se le denominó índice de precipitación estandarizada (IPE). En él los registros históricos de precipitación total mensual en agrupaciones mensuales y estacionales, son ajustados a una función de distribución de probabilidad Gamma Incompleta que posteriormente se normaliza empleando función normal inversa



(denominada Gaussiana). En los últimos años el IPE a tomando gran popularidad a nivel mundial pues solo requiere disponer de series pluviométricas largas y confiables.

La sequía era un fenómeno estrictamente meteorológico, caracterizado por anomalías que originan deficiencias de humedad anormalmente prolongadas. Bajo este contexto desarrolló una metodología para evaluar dichas anomalías por medio de un índice al que denominó PSDI. Lo aplicó inicialmente en la caracterización de sequías en el oeste de Kansas, región central de Iowa y noroeste de Dakota del Norte (Palmer, 1965).

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

La sequía es un elemento normal del clima y su ocurrencia es inevitable; sin embargo, queda mucha confusión dentro de la comunidad científica y de tomadores de decisión acerca de sus características. La sequía es considerada por muchos investigadores como el problema más complejo, pero menos conocido de todos los peligros naturales que afectan a mucha gente, entre ellas se puede mencionar pérdida de vidas humanas a causa de desastres naturales, enfermedades y falta de agua, pérdida de las cosechas en la agricultura y consecuentemente conlleva a pérdidas económicas en diferentes sectores.

Muchos fenómenos naturales se presentan en el mundo, en el Perú y en la región Puno, los mismos pueden ser catalogados como eventos extremos; uno de estos fenómenos es la sequía, considerada erróneamente como fenómeno poco frecuente y aleatorio. El fenómeno de sequía surge como consecuencia de una anomalía prolongada en el comportamiento de la atmósfera, de acuerdo a los efectos que produce es posible enfocar su estudio desde distintos puntos de vista. En este trabajo se examina el fenómeno desde el punto de vista meteorológico, considerándolo como una manifestación anormal de la circulación atmosférica en nuestra región que provoca una ausencia o disminución significativa de precipitación.

El Índice de Precipitación Estandarizada (SPI), es una metodología empírica, que nos permite detectar a la sequía desde el inicio, hasta la culminación de la misma. Este método, tiene por ventaja la utilización de una sola variable meteorología que es la precipitación pluvial total mensual; este método también nos permite describir las sequías en forma temporal y espacial.

El problema de la sequía en la región Puno, constituye uno de los aspectos más críticos para planificar el uso óptimo de los recursos hídricos, debido a que no se conoce ni en el tiempo ni en el espacio la ocurrencia de este fenómeno natural. Se deduce que las sequías son consecuencias de las alteraciones y anomalías del clima lo que motiva el déficit de precipitaciones pluviales especialmente en las vertientes andinas occidentales a 2200 m.s.n.m., en los valles interandinos y en la cuenca del Lago Titicaca 3820 m.s.n.m., nos referimos a estos lugares porque allí se ha producido pérdida de vidas humanas y económicas; Sin embargo las sequías se presentan en casi todas las zonas climáticas, aun cuando las características de cada región son diferentes. Las sequías se desarrollan en un periodo largo de tiempo (meses, años) por diferentes causas que dependen de las características climáticas propias de cada región, inclusive del uso del agua, del uso del suelo y de las actividades agrícolas que se desarrollan.

2.2 Enunciados del problema

Las interrogantes para responder en la investigación son las siguientes:

2.2.1 Interrogante general

¿Es posible determinar las sequias extremas mediante el método Índice de Precipitación Estandarizada con fines de realizar una evaluación económica del cultivo papa y quinua en la cuenca del rio Ilave y proponer alternativas de mitigación a las sequias?

2.2.2 Interrogantes específicos

- ¿Es posible determinar las sequias meteorológicas mediante el método Índice de Precipitación Estandarizada en la cuenca del rio Ilave?
- ¿Es posible determinar las pérdidas económicas de la actividad agrícola afectada por las sequias extrema en la zona en estudio?
- ¿Es posible proponer alternativas de mitigación de los efectos de las sequias en la actividad agrícola de la zona e00n estudio?

2.3 Justificación

Debido a las actuales circunstancias climáticas, es importante promover la investigación de tecnologías y políticas públicas para países en desarrollo que puedan ayudar a mitigar

las consecuencias adversas de las sequías e inundaciones y al mismo tiempo, aprovechar al máximo los beneficios de los cambios en la temperatura y precipitación.

Desde el punto de vista social la investigación pretende determinar e identificar las sequías que se presenta con cierta frecuencia, teniendo en cuenta la sequía por ejemplo la sequía de gran magnitud que se presentó en los años 1939-1957, que fueron 11 años alcanzando una sequía extrema afectando la economía de los pobladores. Esta sequía produjo una gran disminución del nivel de lago Titicaca hasta una cota de 3804 m.s.n.m., alterando el ecosistema del lago.

Debido a que la sequía tiene múltiples efectos negativos, es necesario seguir el comportamiento del mismo; la metodología de Índice de Precipitación Estandarizada (SPI) nos permite hacer el seguimiento en el tiempo y en el espacio de la sequía; en consecuencia, se podría prevenir el impacto negativo que pudiera ocurrir con los cultivos, como también se planificaría el almacenamiento del recurso hídrico por la ausencia de la precipitación en un determinado tiempo.

En esta investigación se pretende determinar los eventos de sequias extremas en la cuenca del rio Ilave, con la finalidad de recomendar las acciones preventivas para no ser afectos a las consecuencias como por ejemplo la perdida de la producción agropecuaria, por una escasez de agua.

Los resultados de la investigación serán aplicados por:

- Proyectos especiales para planificar el uso de los recursos hídricos en proyectos de riego.
- Funcionarios de las agencias agrarias Chucuito, El Collao y Puno para realizar su planificación de las actividades agrícolas.
- Los agricultores y productores pecuarios, para prever la falta de agua.
- El Ministerio de Agricultura y Riego para planificar la ampliación la frontera agrícola bajo riego.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

Determinar los eventos de sequias extremas mediante el método Índice de Precipitación Estandarizada con fines de realizar una evaluación económica de los cultivos papa y quinua en la cuenca del rio Ilave y proponer alternativas de mitigación a las sequias.

2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar las sequias meteorológicas en el ámbito de la cuenca del rio Ilave mediante el método Índice de Precipitación Estandarizada.
- Determinar las pérdidas económicas de los cultivos papa y quinua debido a las sequias extremas en la cuenca del rio Ilave.
- Proponer alternativas de mitigación a los efectos de las sequias en la actividad agrícola de la zona en estudio.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

Las sequias meteorológicas se determinan mediante el método Índice de Precipitación Estandarizada con fines de realizar una evaluación económica de los cultivos papa y quinua en la cuenca del rio Ilave y proponer alternativas de mitigación.

2.5.2 Hipótesis específicas

- Las sequias meteorológicas en el ámbito de la cuenca del rio Ilave se determinan mediante el método índice de precipitación estandarizada.
- Las pérdidas económicas de los cultivos papa y quinua se dan debido a la presencia de las sequias extremas en la zona en estudio.
- Las alternativas de mitigación se proponen para contrarrestar los efectos de las sequias extremas en la actividad agrícola de la zona en estudio.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

El ámbito donde se realizó la investigación, es la cuenca del río Ilave, que tiene una superficie total de 7,832.53 Km².

3.1.1 Ubicación geográfica

La cuenca del río Ilave tiene las siguientes coordenadas UTM (WGS84):

Este : 352,353.0 a 452,052.0

Norte : 8'104,770 a 8'248,751

Variación altitudinal de 3,805 a 5,400 msnm.

3.1.2 Ubicación política

Región : Puno.

Provincias : Chucuito, El Collao y Puno

Distritos : Juli, Capazo, Pizacoma, Mazocruz, Ilave,
Desaguadero, Laraqueri, Puno.

3.1.3 Ubicación hidrográfica

Sistema Endorreico : Titicaca–Desaguadero–Poopo–Salar de Coipasa.

Vertiente : Lago Titicaca.

Cuenca : Río Ilave.

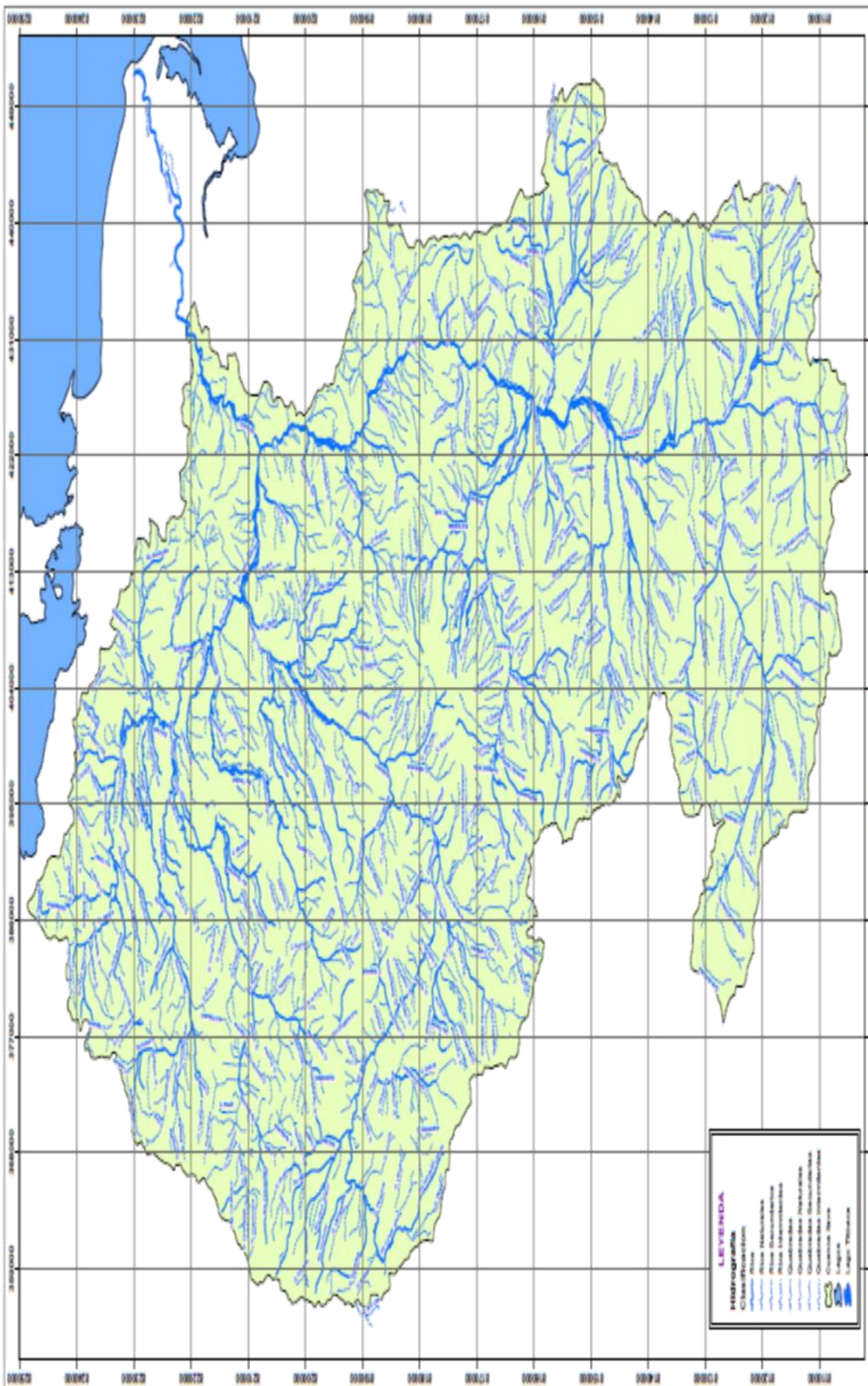


Figura 3. Ubicación geográfica de la cuenca del río Ilave

Fuente: ANA (2009)

3.1.4 Características climatológicas

El clima en la cuenca del río Ilave es frío y seco y está afectado por la altitud, la proximidad al lago Titicaca y la topografía local. En las épocas de mayor frío (Junio – Agosto), hay fuerte incidencia de las heladas, en los cuales las temperaturas mínimas pueden registrarse a 15° C bajo cero. Las variables climatológicas son:

- La temperatura media mensual varía de 1.0 °C a 11.0 °C en los meses de junio y agosto, de 9.0° C a 9.3° C en los meses de noviembre a marzo.
- Los valores promedios más altos de humedad relativa en la cuenca del río Ilave registran durante los meses de verano, de enero, febrero y marzo (humedad relativa mayor a 60%) los valores más bajos se dan durante los meses de invierno de junio, Julio y Agosto (humedad relativa menor a 50%).
- La precipitación pluvial media anual varía entre 397 mm y 867 mm, concentrándose en un 75%, entre los meses de diciembre a marzo.

3.1.5 Estructura económica

La población total de los distritos involucrados en el ámbito del área de la cuenca del río Ilave, según los resultados del IX Censo nacional de población efectuada en el año 2005, la población total de la cuenca del río Ilave es de 275,435 habitantes (139,010 hombres y 136,425 mujeres).

La actividad agrícola es una de las actividades importantes, generalmente en la parte baja de la cuenca del río Ilave, la superficie cultivada es bajo el régimen de secano, es decir, que depende de las lluvias y en mínima proporción es bajo riego. Los cultivos están expuestos a las fuertes heladas es decir a las inclemencias del clima. los cultivos principales, son: papa, cebada (grano y forrajera), avena (grano y forrajera), habas grano, quinua, cañihua, trigo, arveja, mashua, olluco, oca, alfalfa, pastos cultivados y hortalizas (cebolla, zanahoria y otros). la mayoría de los cultivos son de autoconsumo y un mínimo porcentaje se destina al mercado permitiendo la generación de escasos ingresos (ANA, 2010).

En la actividad pecuaria, la ganadería es la actividad principal en la parte media y alta de la cuenca, porque constituyen fuente de ocupación e ingresos para el productor rural, representado por especies de ganado vacuno, ovino, porcino y los camélidos

sudamericanos. La existencia de pastos naturales, cultivos de forrajes y pastos cultivados favorecen la crianza del ganado, siendo los vacunos de doble propósito (carne y leche), los ovinos para carne, porcinos (carne) y en mayor magnitud los camélidos (carne y fibra) (ANA, 2010).

La actividad piscícola del poblador rural en la cuenca del río Ilave, generalmente se dedican a la crianza de alevinos y engorde de truchas, es rentable en cuanto a otras actividades, lo limitante es la calidad de agua, zona de crianza y la disponibilidad del recurso hídrico (ANA, 2010).

3.2 Población

La variable que se analiza en la investigación es la precipitación total mensual, la población a considerar es información histórica de precipitación de 08 estaciones meteorológicas: Capazo, Pizacoma, Mazocruz, Desaguadero, Juli, Ilave, Laraqueri y Puno, las mismas están ubicadas en las provincias de Chucuito, El Collao y Puno, que corresponden al ámbito de la cuenca del río Ilave y zonas aledañas.

3.3 Muestra

Se toma como muestra, información histórica de precipitación total mensual de 46 años de registro (1971 al 2016), de las estaciones Capazo, Pizacoma, Mazocruz, Desaguadero, Juli, Ilave, Laraqueri y Puno; las estaciones son de tipo climatológica ordinaria (CO) y pertenecen al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) del Perú.

Método de investigación. El tipo de investigación tiene un enfoque cuantitativo; según Hernández *et al.* (2014) este enfoque representa, a un conjunto de proceso secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar o eludir” pasos, el orden es riguroso, aunque, desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea, que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen la hipótesis y se determinan variables; se desarrolla un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas (con frecuencia utilizando métodos estadísticos), y se establece una serie de conclusiones respecto de las hipótesis.

3.4 Método de investigación

La investigación es un estudio de tipo cuantitativo ya que es secuencial y probatorio; por otro lado, es aplicada, porque los objetos de la investigación son parte de la realidad concreta que se da en el tiempo (1971 – 2016) y en el espacio (cuenca del río Ilave).

3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

3.5.1 Método para el objetivo específico 1

3.5.1.1 Determinar las sequías meteorológicas mediante el método Índice de Precipitación Estandarizada (SPI) en el ámbito de la cuenca del río Ilave

Las sequías meteorológicas se determinará mediante el método de Índice de Precipitación Estandarizada (SPI). En 1966 Thom describió la distribución Gamma para la realización de ajustes en series temporales de precipitación. La distribución Gamma se define por su frecuencia o función de densidad de probabilidad.

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \dots \dots \dots x > 0$$

Donde

$\alpha > 0$ Es un parámetro de uniformidad.

$\beta > 0$ Es un parámetro de escala.

$X > 0$ Es la cantidad de precipitación.

El cálculo SPI se basa en un ajuste a la función de densidad de probabilidades Gamma para una distribución de frecuencias dada de valores de precipitación en una estación. Los parámetros alfa y beta de la función de densidad de probabilidad de gamma son estimados para cualquier estación, para cualquier escala de tiempo que se desee estudiar (1, 3, 6, 12, 48 meses, etc.). Los parámetros alfa y beta se calculan aplicando las siguientes relaciones.

$$\alpha = \frac{1}{4A} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right)$$
$$\beta = \frac{X}{\alpha} \dots$$

Dónde:

α : es el parámetro de escala $X > 0$

β : es el parámetro de forma de la curva $X > 0$

PP3(i): es la media de lluvia acumulada trimestral expresada en mm A: variable auxiliar adimensional, definida de la siguiente manera:

A: variable auxiliar adimensional, definida de la siguiente manera:

$$A = \bar{\ln}(X) - \frac{\sum \ln(x)}{n}$$

Dónde:

n = Es el número de datos de precipitación.

$\ln(x_i)$: es el logaritmo neperiano de la lluvia acumulada trimestral

n' : representa el número de datos no nulos, sustraídos del total de datos aquellos valores que oscilan entre 0 y 0,9.

X: es la media aritmética de la serie mensual de lluvia acumulada trimestral, expresada en mm.

Los parámetros resultantes son usados para encontrar la probabilidad acumulada de una precipitación observada para el mes y escala de tiempos dados de una determinada estación. La probabilidad acumulada es dada por:

$$G_{(X)} = \int_0^x g_{(X)} dx = \frac{1}{\beta \Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} dx$$

Suponiendo que $t = x / \beta$, la ecuación anterior sería la función gamma incompleta:

$$G_{(X)} = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-t} dt$$

Se determina a continuación el valor de **Z** de la función de distribución normal con media cero y varianza de uno para la probabilidad acumulada calculada.

El valor Z se puede determinar aplicando las siguientes relaciones:

$$Z = SPI = - \left(t - \frac{C_0 + C_1 + C_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t + d_3 t} \right) \dots t = \sqrt{\ln \frac{1}{H_{(x)}^2}} \dots 0 < H_{(x)} \leq 0.5$$

$$Z = SPI = + \left(t - \frac{C_0 + C_1 + C_2 t^2}{1 + d_1 t + d_2 t + d_3 t} \right) \dots t = \sqrt{\ln \frac{1}{(1 - H_{(x)})^2}} \dots 0.5 < H_{(x)} \leq 1$$

$$C_0 = 2.515517$$

$$C_1 = 0.802853$$

$$C_2 = 0.010328$$

$$D_1 = 1.432788$$

$$D_2 = 0.189269$$

$$D_3 = 0.001308$$

El valor de Z encontrado es el valor del Índice de Precipitación Estandarizado (SPI), el valor normal gracias a este ajuste para un lugar y periodo deseado es el valor de cero. Los valores positivos y negativos indican que las precipitaciones son respectivamente, mayores o menores que la media.

A continuación, se indican los valores de índice SPI, su correspondiente probabilidad acumulada y su interpretación, se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1
Rango de valores de IPE, categoría y probabilidad

| Valor de IPE | Categoría | Probabilidad |
|---------------|-----------------------|--------------|
| 2.00 a mas | Extremadamente húmeda | 2.3 |
| 1.50 a 1.99 | Muy húmeda | 4.4 |
| 1.00 a 1.49 | Moderadamente húmeda | 9.2 |
| -0.99 a 0.99 | Cercana a la normal | 68.2 |
| -1.49 a 1.00 | Moderadamente seca | 9.2 |
| -1.99 a -1.50 | Muy seca | 4.4 |
| -2.00 a mas | Extremadamente seca | 2.3 |

Fuente: Edwards & McKee (1997)

3.5.1.2 Descripción Metodológica del SPI. (Índice Estandarizado de Precipitación)

Sinopsis: El SPI se basa en la probabilidad de precipitación para cualquier escala temporal. Teniendo en cuenta la precipitación observada, la probabilidad de precipitación se transforma en un índice, que actualmente se utiliza en las investigaciones o en modo operativo en más de 70 países.

Usuarios: Muchos planificadores emplean el SPI y aprecian su versatilidad. También lo utilizan diversas instituciones de investigación, universidades y Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales de todo el mundo como parte de las iniciativas de alerta temprana y vigilancia de la sequía.

Ventajas: La precipitación es el único parámetro necesario para el cálculo. El SPI puede calcularse para distintas escalas temporales, ofrecer una alerta temprana de la sequía y ayudar a evaluar su severidad. Es menos complejo que el Índice de severidad de sequía de Palmer y que muchos otros índices.

Inconvenientes: Únicamente puede cuantificar el déficit de precipitación; los valores basados en datos preliminares pueden cambiar, y los valores cambian cuanto más prolongado es el período de registro.

Elaborado por McKee *et al.* (1993) de la Universidad Estatal de Colorado, en 1993.

El SPI se concibió para cuantificar el déficit de precipitación para varias escalas temporales, las cuales reflejan el impacto de la sequía en la disponibilidad de los diferentes recursos hídricos. Las condiciones de humedad del suelo responden a anomalías de precipitación en una escala relativamente corta. Las anomalías de precipitación a largo plazo quedan reflejadas en las aguas subterráneas, los caudales fluviales y el almacenamiento en reservorios. Por ese motivo, McKee *et al.* (1993) calcularon originalmente el SPI para escalas temporales de 3, 6, 12, 24 y 48 meses.

El cálculo del SPI para cualquier localidad se basa en el registro de precipitaciones a largo plazo para un período deseado. Dicho registro a largo plazo se ajusta a una distribución de probabilidades y a continuación se transforma en una distribución

normal de modo que el SPI medio para la localidad y el período deseado sea cero (Edwards & McKee, 2016). Los valores positivos de SPI indican que la precipitación es mayor que la mediana, y los valores negativos, que es menor. Dado que el SPI está normalizado, los climas húmedos y secos se pueden representar del mismo modo, por lo que también se puede hacer un seguimiento de los períodos húmedos utilizando el SPI.

McKee *et al.* (1993) utilizaron el sistema de clasificación mostrado en el cuadro de valores de SPI que figura a continuación (Tabla 2) para definir las distintas intensidades de la sequía según los distintos valores de SPI. También definieron los criterios para los episodios de sequía en todas las escalas temporales. Los episodios de sequía tienen lugar siempre que el SPI sea continuamente negativo y alcance una intensidad de -1,0 o inferior. El episodio finaliza cuando el SPI alcanza valores positivos. Por consiguiente, todos los episodios de sequía tienen una duración definida por su comienzo y su final, y una intensidad para cada mes en el que continúa el episodio. La suma positiva del SPI para todos los meses de un episodio de sequía se puede denominar la “magnitud” de la sequía.

Tabla 2
Valores del Índice normalizado de precipitación

| | |
|--------------|---------------------------------|
| 2,0 y más | extremadamente húmedo |
| 1,5 a 1,99 | muy húmedo |
| 1,0 a 1,49 | moderadamente húmedo |
| -0,99 a 0,99 | normal o aproximadamente normal |
| -1,0 a -1,49 | moderadamente seco |
| -1,5 a -1,99 | severamente seco |
| -2 y menos | extremadamente seco |

Fuente: McKee *et al.* (1993)

Basándose en el análisis de las estaciones de Colorado (Estados Unidos), McKee determinó que el SPI indica una sequía leve el 24% del tiempo, una sequía moderada el 9,2% del tiempo, una sequía severa el 4,4% del tiempo y una sequía extrema el 2,3% del tiempo (McKee *et al.*, 1993).

Tabla 3
Probabilidad de recurrencia

| SPI | Categoría | Número de veces | en Severidad del episodio |
|---------------|-----------------|-----------------|---------------------------|
| 0 a -0,99 | Sequía leve | 33 | 1 en 3 años |
| -1,00 a -1,49 | Sequía moderada | 10 | 1 en 10 años |
| -1,5 a -1,99 | Sequía severa | 5 | 1 en 20 años |
| < -2,0 | Sequía extrema | 2,5 | 1 en 50 años |

Fuente: McKee *et al.* (1993)

3.5.2 Algunos aspectos fundamentales

- Debido a que el SPI está normalizado, los climas húmedos y secos se pueden representar del mismo modo; por consiguiente, también se puede hacer un seguimiento de los períodos húmedos utilizando el SPI. No obstante, hay que subrayar que el SPI no es adecuado para los análisis del cambio climático ya que la temperatura no es un parámetro de cálculo.
- El SPI se ha concebido para calcular el déficit de precipitación en diversas escalas temporales.
- Las escalas temporales reflejan el efecto de la sequía en la disponibilidad de los distintos recursos hídricos y ese era el resultado perseguido inicialmente por los creadores del SPI.
- Las condiciones de humedad del suelo responden a anomalías de precipitación en una escala temporal relativamente corta. Las aguas subterráneas, los caudales fluviales y el almacenamiento en reservorios reflejan las anomalías de precipitación a largo plazo. Así, por ejemplo, habría que estudiar el SPI de 1 o 2 meses para la sequía meteorológica, de entre 1 y 6 meses para la sequía agrícola, y de entre unos 6 y 24 meses o más para los análisis y aplicaciones de la sequía hidrológica.

3.5.2.1 Valores del índice normalizado de precipitación de períodos cortos/períodos largos

a) SPI de 1 mes

El mapa para el SPI de 1 mes es muy parecido a un mapa que muestre el porcentaje de precipitación normal para un período de 30 días. De hecho, el SPI derivado es una representación más exacta de una precipitación mensual puesto que la

distribución se ha normalizado. Por ejemplo, el SPI de 1 mes al final de noviembre compara el total de precipitación de 1 mes para noviembre de ese año particular con los totales de la precipitación para noviembre de todos los años del registro.

La interpretación del SPI de 1 mes puede ser errónea a menos que se entienda la climatología. En las regiones donde la precipitación es normalmente baja durante un mes, pueden darse grandes valores negativos o positivos de SPI, incluso cuando la desviación de la media sea relativamente pequeña.

NOTA: En teoría, el SPI se puede calcular para períodos inferiores a 1 mes, pero no se recomienda en la práctica. Es muy recomendable que los usuarios estudien una ventana con un promedio mínimo de 4 semanas. Se podría calcular un SPI de 1 semana, pero la realidad es que probablemente habrá muchos episodios de días secos (precipitación de 0,00 incluso en climas no áridos), lo que hace que el SPI se comporte de forma errática Wu *et al.* (2001) por lo que no se recomienda este planteamiento. No obstante, sí que es aceptable actualizar el SPI todos los días o todas las semanas, para un plazo de 1 mes a 24 meses. Este enfoque de “ventana móvil” no causa ningún problema al programa puesto que sigue estudiando un mínimo de 4 semanas de datos cada día transcurrido.

b) SPI de 3 meses

El SPI de 3 meses ofrece una comparación de la precipitación a lo largo de un período específico de 3 meses con los totales de precipitación del mismo período de 3 meses de todos los años incluidos en el registro histórico. En otras palabras, un SPI de 3 meses al final de febrero compara el total de la precipitación de los meses de diciembre, enero y febrero de ese año concreto con los totales de precipitación entre diciembre y febrero de todos los años contemplados en el registro para esa localidad. Por los datos de cada año añadidos, se añade otro año al período de registro, con lo que los valores de todos los años se utilizan de nuevo.

El SPI de 3 meses refleja las condiciones de humedad a corto y medio plazo, y proporciona una estimación estacional de la precipitación. En las principales regiones agrícolas, un SPI de 3 meses podría ser más eficaz para poner de relieve la existencia de condiciones de humedad que el índice de Palmer, de respuesta más lenta, u otros índices hidrológicos actuales.

Es importante comparar el SPI de 3 meses con escalas temporales más largas. Un período relativamente normal, o incluso uno de 3 meses húmedo, podría ocurrir en medio de una sequía de larga duración que únicamente sería observable en un período largo. Observando escalas temporales largas se pueden evitar interpretaciones erróneas que lleven a pensar que una sequía podría haber finalizado cuando en realidad se trata tan solo de un período húmedo temporal. Es fundamental hacer un seguimiento continuo y persistente de la sequía para determinar cuándo comienza y termina.

c) SPI de 6 meses

El SPI de 6 meses compara la precipitación de ese período con el mismo período de 6 meses del registro histórico. Por ejemplo, un SPI de 6 meses al final de septiembre compara el total de precipitación para el período de abril a septiembre con todos los totales precedentes para el mismo período.

El SPI de 6 meses indica tendencias de precipitación entre estacionales y el medio plazo y se considera más sensible a las condiciones en esta escala que el Índice de Palmer. Un SPI de 6 meses puede ser muy eficaz para mostrar la precipitación en distintas estaciones.

d) SPI de 9 meses

El SPI de 9 meses da una indicación de pautas de precipitación interestacionales en escalas temporales medias. Las sequías normalmente tardan una estación o más en desarrollarse. Los valores de SPI por debajo de -1,5 para estas escalas temporales generalmente se consideran un buen indicativo de que la sequedad está teniendo un impacto significativo en la agricultura y puede que también esté afectando a otros sectores. En algunas regiones se puede observar que la pauta seguida en el mapa por el Índice de Palmer se vincula estrechamente con los mapas de SPI de 9 meses. Para otras zonas, el Índice de Palmer se vincula más estrechamente con el SPI de 12 meses. Este período de tiempo se introduce para pasar de la sequía estacional a corto plazo a las sequías a más largo plazo que pueden por su carácter ser hidrológicas o plurianuales.

e) SPI de 12 a 24 meses

El SPI en estas escalas temporales refleja patrones de precipitación a largo plazo. Un SPI de 12 meses es una comparación de la precipitación de 12 meses consecutivos con la registrada en los mismos 12 meses consecutivos de todos los años precedentes para los que se dispone de datos. Dado que estas escalas temporales son el resultado acumulado de períodos más cortos que pueden estar por encima o por debajo de lo normal, el SPI a más largo plazo tiende a situarse en torno a cero, a menos que se esté produciendo una tendencia húmeda o seca característica. Los SPI de estas escalas temporales generalmente se vinculan con cauces fluviales, niveles de los reservorios e incluso niveles de las aguas subterráneas a escalas temporales más largas. En algunas localidades, el SPI de 12 meses es el que más se relaciona con el Índice de Palmer, y ambos índices pueden reflejar condiciones parecidas.

3.5.2.2 Método Computacional para el cálculo de valores de SPI.

El SPI McKee *et al.* (1993) es un potente y flexible índice sencillo de calcular; de hecho, el único parámetro necesario para su cálculo es la precipitación. Además, es tan efectivo para analizar los períodos y ciclos húmedos como los secos. El programa se puede ejecutar en entornos Windows y UNIX.

El programa se puede obtener en versión Windows/PC y se puede descargar de forma gratuita. La última versión del programa SPI (SPI_SL_6.exe), ejemplos de archivos como los que se describen más adelante y las instrucciones para Windows/PC. El programa puede calcular hasta seis ventanas temporales de SPI a la vez para una localidad determinada. Está compilado en C++ para PC y contiene todas las bibliotecas (Libraries).

3.5.2.3 Método para calcular el SPI

- El cálculo del SPI para cualquier localidad se basa en el registro de precipitación a largo plazo para el período deseado. Dicho registro a largo plazo se ajusta a una distribución de probabilidades acumuladas, y a continuación esta se transforma en una distribución normal estandarizada de modo que el SPI medio para la localidad y el período deseado sea cero (Edwards & McKee, 1997).

- Los valores positivos de SPI indican precipitaciones superiores al valor de la mediana, y los valores negativos indican precipitaciones inferiores al valor de la mediana.
- La sequía, según el SPI, empieza cuando el valor del SPI es igual o inferior a, -1,0 y concluye cuando el valor se convierte en positivo de acuerdo a los valores del índice estandarizado de precipitación.

Funcionamiento

- El proceso del SPI consiste en el cálculo a partir de una serie de datos de precipitaciones mensuales para un periodo seleccionado de por lo menos 30 años, ordenando meses y precipitaciones mensuales correspondientes, a partir del primer mes en forma continua. Hay que seleccionar las escalas temporales de 1, 3, 6, 12, 24 o 48 meses, para comparar los valores de precipitaciones de los meses correspondientes con el promedio de periodos idénticos de toda la serie. El cálculo del SPI tiene su fundamento en el ajuste de una serie de registros históricos de precipitación total mensual, a la función de distribución tipo Gamma para definir la relación de probabilidad a precipitación, si bien esta distribución ofrece algunas dificultades en las zonas de muy poca precipitación, debido a que no se encuentra definida para valores de la variable iguales a 0. La función es luego transformada a una distribución normal estandarizada (con media igual a 0 y varianza igual a 1), siendo el SPI el valor resultante de esta transformación. Es decir, el SPI representa el número de desviaciones estándar que cada registro de precipitación se desvía del promedio histórico, siendo, además, independiente de la localización de la estación meteorológica y del rango de valores de tal manera que diferentes estaciones y áreas climáticas se representan a través de una misma base.
- La precipitación se normaliza utilizando una función de distribución de probabilidad de modo que los valores de SPI se consideran en realidad como desviaciones estándar de la mediana.
- Una distribución normalizada permite realizar una estimación de los períodos secos y los períodos húmedos.

- Los valores acumulados se pueden utilizar para analizar la severidad de la sequía (magnitud).
- Se necesitan al menos 30 años de datos continuos de precipitación mensual, si bien sería preferible contar con registros más prolongados.
- Los intervalos de escala de tiempo para el SPI inferiores a 1 mes o superiores a 24 meses pueden no ser fiables.
- La dimensión espacial no influye en la interpretación del SPI.
- Dado su carácter probabilístico (la probabilidad de las precipitaciones observadas se transforma en un índice), el SPI se adapta bien a la gestión del riesgo y a los accionadores para la adopción de decisiones.

3.5.3 Método para el objetivo específico 2

3.5.3.1 Determinar las pérdidas económicas de los cultivos papa y quinua debido a las sequías extremas en la cuenca del río Ilave

Para el cálculo de las pérdidas económicas de los cultivos papa y quinua, se utilizaron los siguientes parámetros:

Áreas sembradas, en has.

Áreas cosechadas, en has.

Área de pérdidas por efecto de las sequías, en has.

El área de pérdidas por efecto de las sequías se determina con la siguiente ecuación.

$$AP = AS - AC$$

Donde:

AP = Área de pérdidas (Ha)

AS = Área sembradas (Ha)

AC = Área cosechada (Ha)

Producción de los cultivos, en tonelada o kilogramo.

Producción = Peso por área cosechada

Rendimiento de los cultivos, (Kg/ha)

El rendimiento de los cultivos se determina con la siguiente ecuación:

$$R = \frac{P \times 1000}{AC}$$

Donde:

R = Rendimiento (Kg/Ha)

P= Producción (Tn)

AC = Área Cosechada (Ha)

Precio en chacra, en soles.

Pérdida económica, en soles.

La pérdida económica se determina con la siguiente ecuación:

$$PE = AP \times R \times PCh$$

Donde:

PE =Pérdida Económica (S/.)

AP = Área de pérdidas (Ha).

R = Rendimiento (Kg/ha)

PCh = Precio en chacra, (S/./Kg.)

3.5.4 Método para el objetivo específico 3

3.5.4.1 Proponer alternativas de mitigación a los efectos de las sequias en la actividad agrícola de la zona en estudio.

La propuesta para mitigar los efectos negativos de las sequias meteorológicas extremas se realizan desde dos puntos de vista:



Considerando las medidas agronómicas y prácticas de riego de los cultivos.

- Evaluación y reestructuración de la cedula de cultivos y el calendario de siembras
- Agricultura en secano.
- Forestación
- Técnicas de cosecha de agua
- Aguas subterráneas.
- Eficiencia de los sistemas de riego.
- Construcción de obras de infraestructuras de riego.
- Mejoramiento y ampliación de los sistemas de riego
- Proyección de construcción de embalses.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 De la Información de precipitación total mensual

La variable que se emplea en el presente estudio es la precipitación total mensual, esta información es obtenida del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Puno, de 08 estaciones meteorológicas: Capazo, Pizacoma, Mazocruz, Desaguadero, Juli, Ilave, Laraqueri y Puno, todas ellas son estaciones de tipo climatológica ordinaria (CO). La información histórica de precipitación total mensual para las 08 estaciones consideradas en la investigación, para un periodo de 46 años (1971 al 2016) se presenta en las Tablas A-1 al A-8 del anexo A.

En la Figura 4, se muestra el histograma de precipitación total mensual de la estación Capazo, en este grafico se puede observar que durante el periodo de 46 años (1971 al 2016), los comportamientos de las precipitaciones totales mensuales son homogéneos, con un mínimo de 0.0 mm y un máximo de 320.60 mm, no hay presencia de saltos ni tendencias.

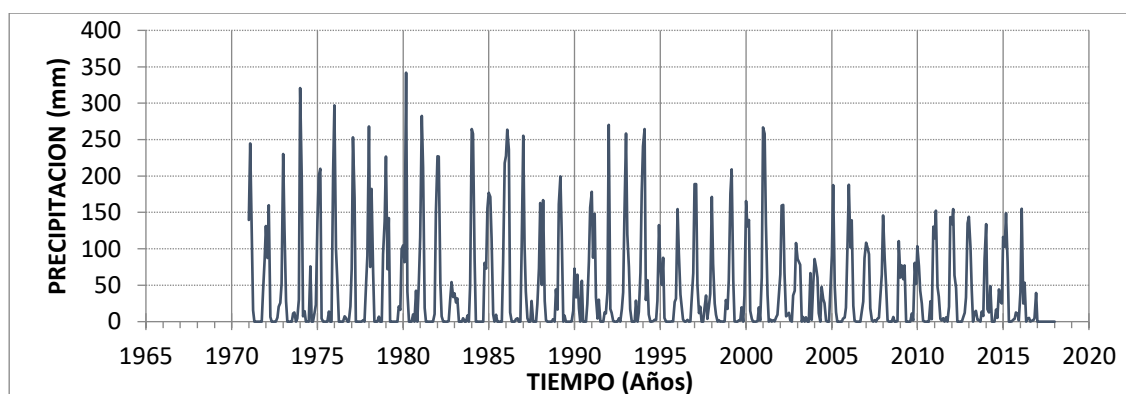


Figura 4. Histograma de precipitación total mensual (mm) – Estación Capazo periodo (1971 – 2016)

En la Figura 5, se muestra el histograma de precipitación total mensual de la estación Pizacoma, en este grafico se puede apreciar visualmente que durante el periodo de 1971 a 2016, el comportamiento de las precipitaciones totales mensuales es homogéneo, con un mínimo de 0.0 mm y un máximo de 389.30 mm.

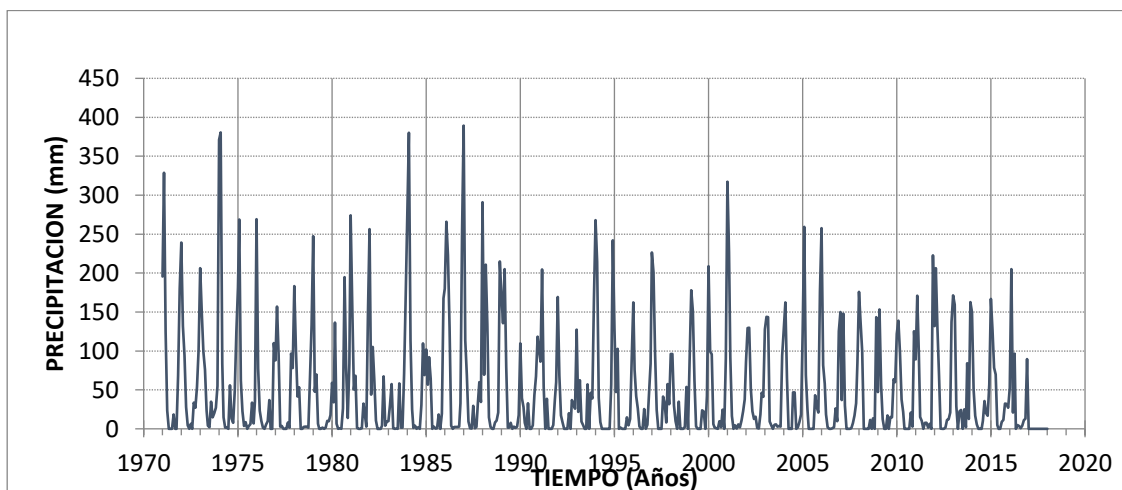


Figura 5. Histograma de precipitación total mensual (mm) – Estación Pizacoma – Periodo (1971 – 2016)

En la Figura 6, se presenta el histograma de precipitación total mensual de la estación Mazo Cruz, en este grafico se puede observar que durante el periodo de 1971 al 2016, el comportamiento de las precipitaciones totales mensuales es homogéneo, con un mínimo de 0.0 mm y un máximo de 337.6 mm.

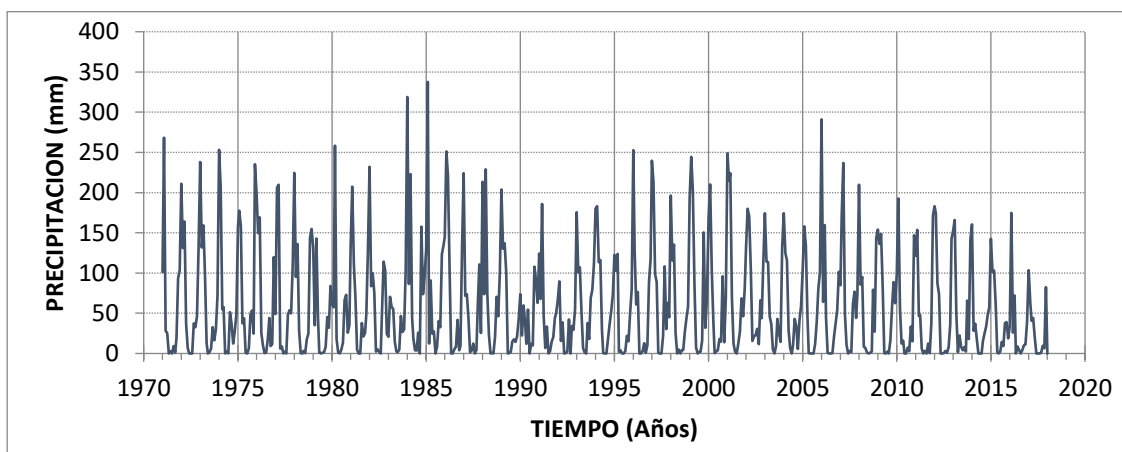


Figura 6. Histograma de precipitación total mensual (mm) – Estación Mazo Cruz – Periodo (1964 – 2010)

En la Figura 7, se muestra el histograma de precipitación total mensual de la estación Desaguadero, visualmente se puede observar que durante el periodo de 1971 al 2016, el comportamiento de las precipitaciones totales mensuales es homogéneo, con un mínimo de 0.0 mm y un máximo de 424.40 mm.

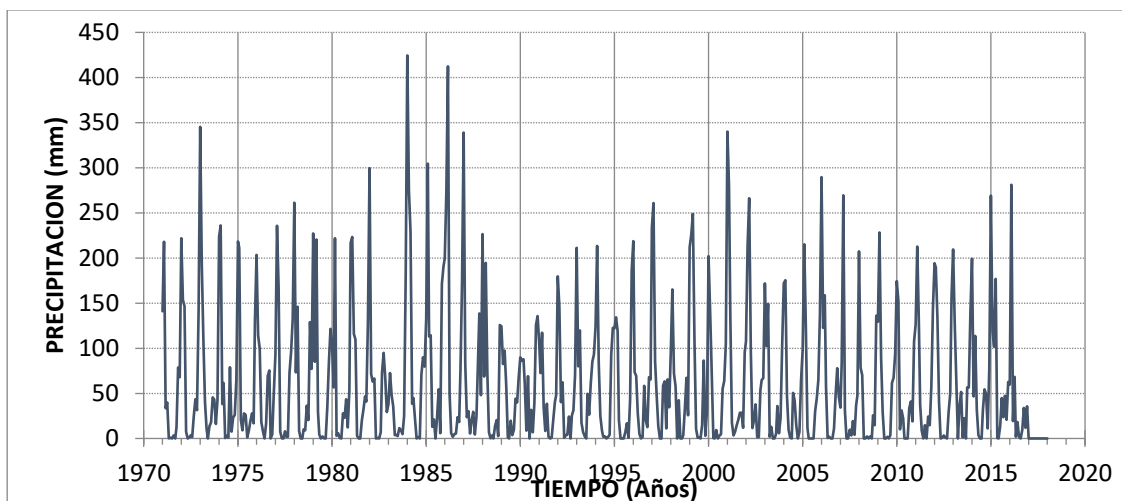


Figura 7. Histograma de precipitación total mensual (mm) – Estación Desaguadero – periodo (1971 – 2016)

En la Figura 8, se muestra el histograma de precipitación total mensual de la Estación Juli, en este grafico se puede observar visualmente que durante el periodo 1964 al 2010, el comportamiento de las precipitaciones totales mensuales es homogéneo, con un mínimo de 0.0 mm y un máximo de 357.90 mm; así mismo se observa que en el histograma no hay presencia de saltos ni tendencias.

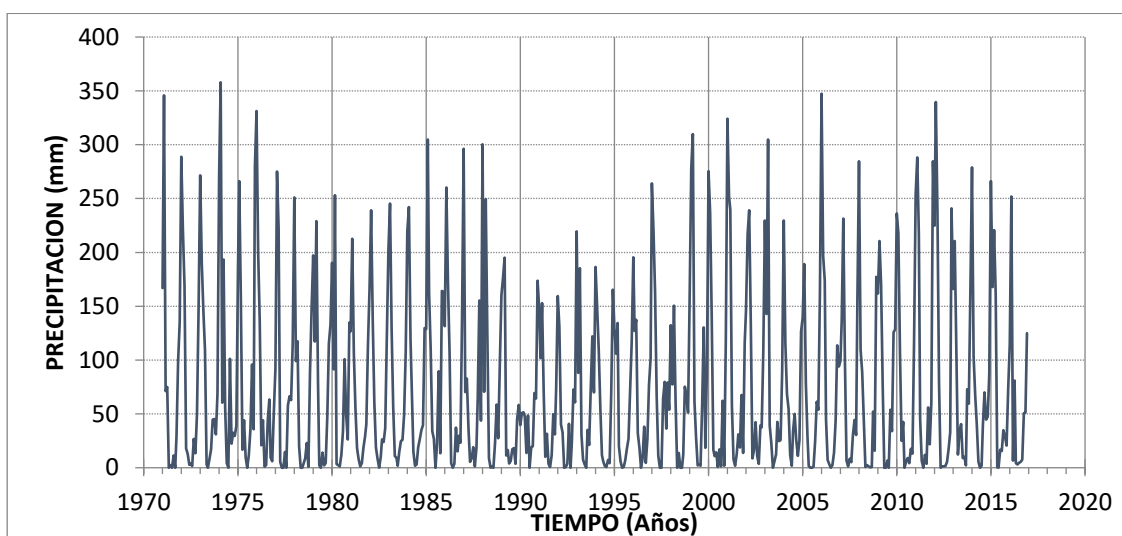


Figura 8. Histograma de precipitación total mensual (mm) – Estación Juli – periodo (1971 – 2016)

En la Figura 9, se muestra el histograma de precipitación total mensual de la estación Ilave, en este grafico se puede apreciar que durante el periodo de 46 años (1971 al 2016), el comportamiento temporal de las precipitaciones totales mensuales es homogéneo, con un mínimo de 0.0 mm y un máximo de 335.40 mm., no hay presencia de saltos.

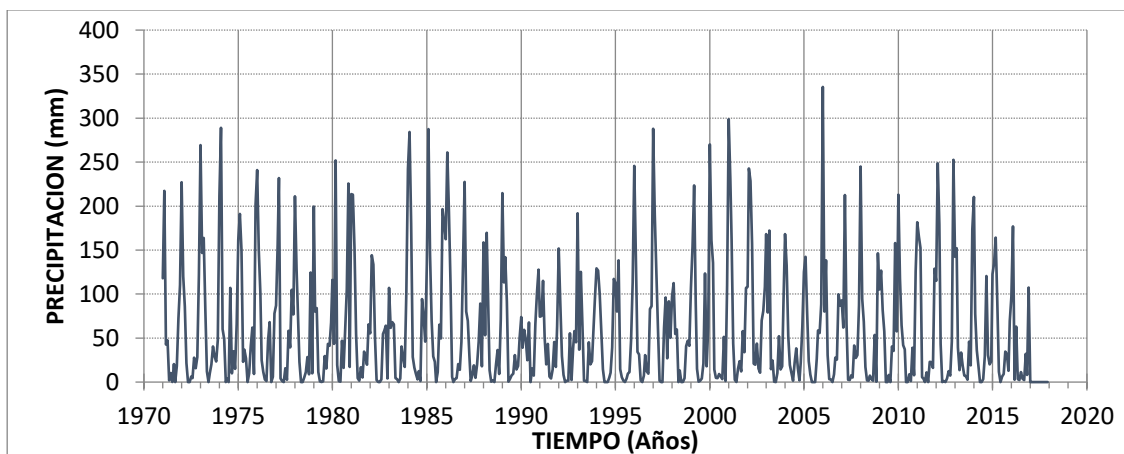


Figura 9. Histograma de precipitación total mensual (mm) – Estación Ilave – periodo (1971 – 2016)

En la Figura 10, se muestra el histograma temporal de precipitación total mensual de la estación Laraqueri, en este grafico se puede observar visualmente que durante el periodo 1971 al 2016, el comportamiento temporal de las precipitaciones totales mensuales es homogéneo, con un mínimo de 0.0 mm y un máximo de 368.50 mm; no hay presencia de saltos.

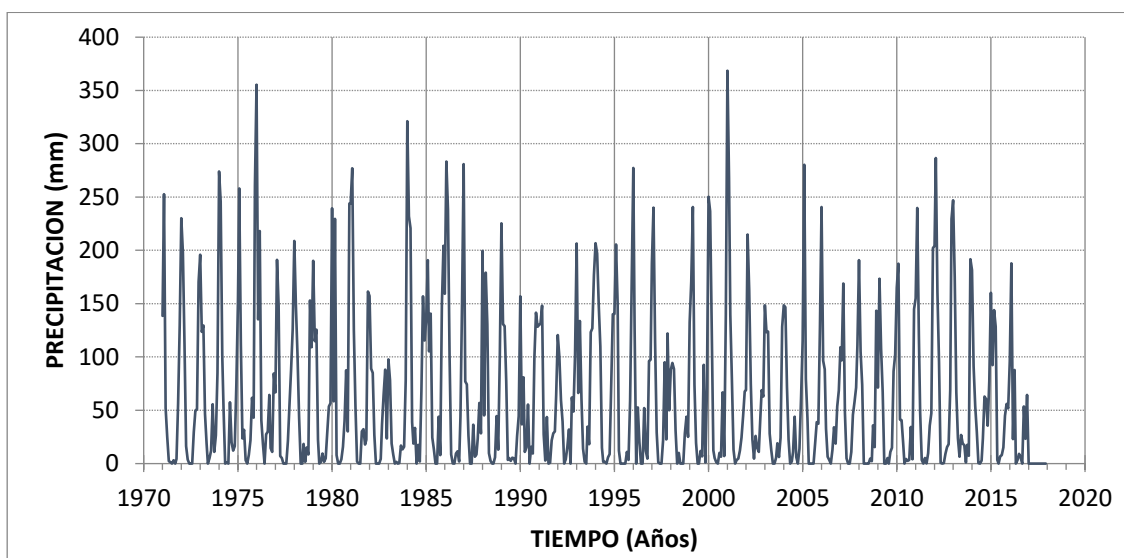


Figura 10. Histograma de precipitación total mensual (mm) – Estación Laraqueri – periodo (1964 – 2010)

En la Figura 11, se muestra el histograma temporal de precipitación total mensual de la estación Puno, en este grafico se puede observar visualmente que durante el periodo 1971 al 2016, el comportamiento temporal de las precipitaciones totales mensuales es homogéneo, con un mínimo de 0.0 mm y un máximo de 337.60 mm; no hay presencia de saltos ni tendencias.

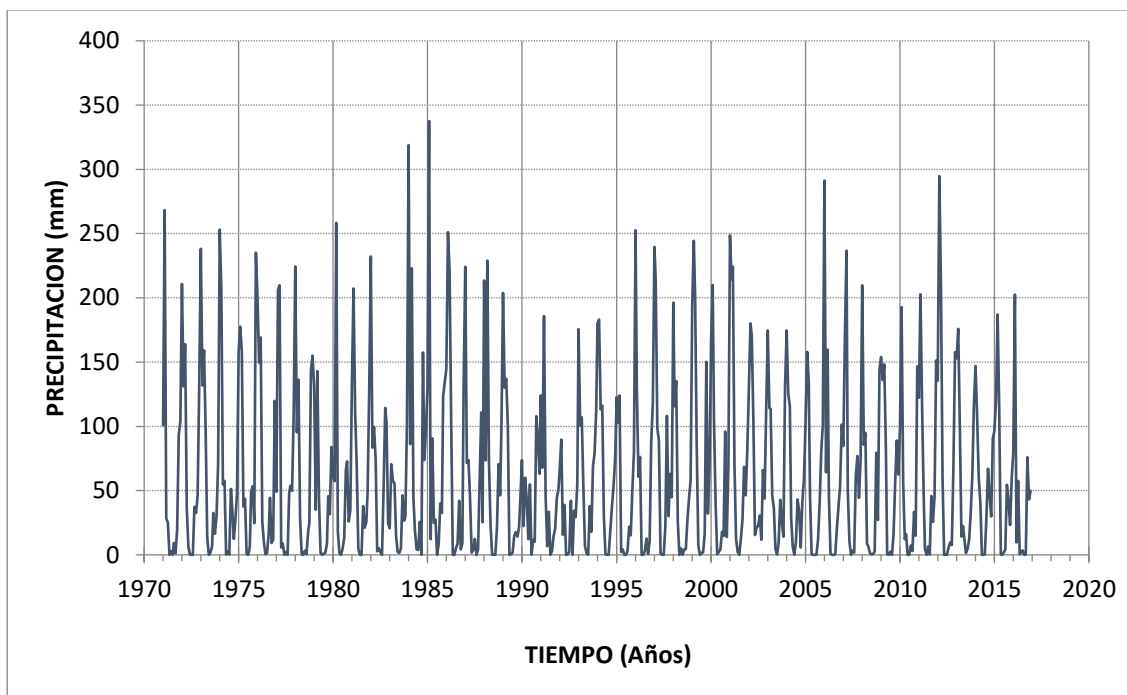


Figura 11. Histograma de precipitación total mensual (mm) – Estación Puno periodo (1971 – 2016)

4.2 Determinación de indicadores de sequía mediante la metodología computacional

En la presente investigación se determinaron los valores de SPI mediante el uso de la metodología computacional mediante el uso del software SPI (SPI_SL_6. Exe), cuyos resultados se muestran desde la Tabla 4 hasta la Tabla 23, los datos han sido ordenados para una mejor presentación

En los cuadros subsiguientes se muestran valores de SPI de 04 Estaciones, las cuales son Desaguadero, Ilave, Capazo y Juli, siendo estos las estaciones más principales dentro del ámbito de la cuenca en estudio.

Tabla 4

Valores de SPI Estación Desaguadero – Escala de Tiempo: 01 mes

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1971 | 0.00 | 0.86 | -1.34 | 0.25 | -0.6 | -0.02 | -0.28 | -0.28 | -1.03 | -0.81 | 0.79 | -0.44 |
| 1972 | 0.48 | 0.11 | 0.54 | -1.09 | -0.71 | 0.06 | 0.24 | -0.46 | 0.49 | 0.54 | -0.3 | 1.02 |
| 1973 | 1.54 | 0.58 | 0.09 | 0.26 | 0.75 | -0.22 | 1.02 | 0.54 | 1.21 | 0.52 | -0.91 | -1.23 |
| 1974 | 0.5 | 1.04 | -1.21 | 0.75 | -0.54 | 0.25 | -0.11 | 2.02 | -0.42 | -0.22 | -0.49 | -0.51 |
| 1975 | 0.45 | 0.79 | -1.81 | -0.96 | 1.79 | 1.29 | -0.07 | 0.11 | 0.28 | -0.02 | -0.89 | 0.83 |
| 1976 | 0.29 | -0.46 | -0.04 | -0.47 | 0.53 | -0.22 | 1.22 | 1.85 | 1.96 | -1.71 | -1.86 | -0.94 |
| 1977 | -1.19 | 1.04 | 0.74 | -1.06 | -0.63 | -0.22 | 0.63 | -0.4 | -0.87 | 1.3 | 1.08 | 0.88 |
| 1978 | 0.86 | -1.21 | 0.53 | -1 | -0.71 | -0.22 | 0.78 | 0.12 | 0.92 | -0.35 | 1.54 | -0.21 |
| 1979 | 0.54 | -0.98 | 1.24 | -0.06 | 0.14 | -0.22 | 0.09 | -0.65 | -1.03 | 0.22 | 0.87 | 0.69 |
| 1980 | -1.01 | -1.62 | 1.25 | -1.44 | 0.33 | -0.07 | -0.28 | 0.88 | 0.41 | 0.54 | -1.15 | -0.85 |
| 1981 | 0.43 | 0.91 | 0.18 | 1.56 | -0.04 | -0.22 | -0.28 | 0.61 | 0.78 | 0.64 | -0.02 | 0.83 |
| 1982 | 1.18 | -1.25 | -0.64 | 0.85 | -0.71 | -0.05 | -0.28 | 0 | 1.9 | 1.76 | 0.59 | -1.77 |
| 1983 | -2.52 | -1.23 | -0.95 | 0.13 | 0.06 | 0.34 | 0.1 | 0.25 | -0.29 | -1.39 | -0.55 | 1.61 |
| 1984 | 2.1 | 1.41 | 1.31 | 0.21 | 2.49 | 1.15 | -0.28 | -0.43 | -1.03 | 1.25 | 0.98 | -0.15 |
| 1985 | -0.56 | 1.66 | 0.14 | 1.62 | 0.94 | 1.13 | -0.28 | 0.75 | 1.46 | -1.3 | 2.04 | 1.73 |
| 1986 | 0.26 | 1.4 | 2.54 | 0.5 | 0.32 | 0.13 | 0.34 | -0.09 | 0.44 | -0.47 | 0.73 | 1.51 |
| 1987 | 1.49 | -1.02 | -1.69 | -0.03 | 0.28 | 1.1 | 1.83 | -0.19 | 0.48 | 1.35 | 1.66 | -1.02 |
| 1988 | 0.53 | -1.32 | 1.01 | 0.97 | 0.43 | -0.12 | 0.21 | -0.71 | -0.03 | -0.35 | -2.21 | 0.76 |
| 1989 | -0.68 | -1.02 | -0.07 | 0.69 | -0.35 | -0.22 | 1.37 | -0.25 | -0.27 | 0.55 | -0.05 | -0.44 |
| 1990 | -0.38 | -0.95 | -0.21 | 0.72 | 0.58 | 2.28 | -0.28 | 1 | -0.47 | 0.41 | 1.5 | 0.93 |
| 1991 | -0.97 | -1.23 | 0.19 | 0.07 | 0.55 | 1.63 | 0.04 | -0.71 | -0.97 | -0.31 | -0.04 | -1.02 |
| 1992 | 0.04 | 0.01 | -1.16 | 0.76 | -0.42 | 0.31 | 0.27 | 0.76 | -1.03 | -0.13 | -0.3 | -0.38 |
| 1993 | 0.38 | -1.08 | 0.22 | -0.5 | 0.46 | 0.21 | -0.28 | 1.45 | 0.57 | 1.01 | 0.9 | 0.14 |
| 1994 | -0.69 | 0.81 | -0.28 | -0.21 | 0.64 | 0.15 | 0.08 | -0.71 | -0.9 | -1.44 | 1.03 | 0.71 |
| 1995 | -0.72 | -0.15 | 0.22 | -0.38 | -0.71 | -0.22 | -0.28 | -0.01 | 0.14 | -1.68 | 0.04 | 1.68 |
| 1996 | 0.45 | -1.21 | -0.52 | -0.13 | 0.21 | -0.22 | -0.03 | 1.64 | 0.3 | -0.78 | 0.59 | -0.51 |
| 1997 | 0.6 | 1.28 | -0.25 | 0.44 | 0.99 | -0.22 | -0.28 | 1.64 | 1.68 | -0.88 | 0.55 | -1.53 |
| 1998 | -1.16 | 0.26 | -0.47 | 0.67 | -0.71 | 1.73 | -0.28 | -0.71 | -0.74 | 0.17 | 0.58 | -1.93 |
| 1999 | 0.38 | 0.94 | 1.47 | 1.55 | 0.78 | 0.02 | -0.08 | -0.71 | 0.05 | 1.6 | -2.09 | -1.68 |
| 2000 | 0.28 | -0.06 | -0.47 | -1.68 | -0.71 | 0.66 | -0.28 | -0.31 | -0.63 | 0.87 | 0.51 | 0.38 |
| 2001 | 1.5 | 1.44 | 0.43 | -0.51 | -0.02 | 0.56 | 1.09 | 0.64 | 0.65 | 0.02 | -1.16 | 0.19 |
| 2002 | -0.94 | 0.81 | 1.6 | 1.39 | 0.82 | 1.11 | 2.16 | -0.43 | -0.91 | 0.84 | 0.53 | -0.47 |
| 2003 | -0.06 | -0.66 | 0.57 | -1.53 | 0.92 | -0.22 | -0.28 | -0.13 | 0.91 | -1.28 | -0.61 | 0.35 |
| 2004 | 0.51 | 0.38 | -0.98 | -0.91 | -0.49 | -0.22 | 2.59 | 1.27 | 0.03 | -1.71 | -1.53 | -0.53 |
| 2005 | -1.1 | 0.83 | 0.27 | -0.81 | -0.71 | -0.22 | -0.28 | -0.71 | 0.72 | 0.56 | 0.53 | 0.97 |
| 2006 | 1.1 | -0.33 | 0.66 | 0.66 | -0.51 | 0.15 | -0.28 | -0.71 | -0.18 | 0.69 | 0.78 | -1.09 |
| 2007 | -2.65 | -0.99 | 1.62 | 0 | -0.71 | -0.22 | 0.77 | -0.26 | 0.26 | -1.45 | -0.13 | -1.04 |
| 2008 | 0.33 | -1.11 | -0.5 | -1.71 | -0.71 | 0.17 | -0.28 | -0.38 | -1.03 | -0.1 | -1.01 | 0.94 |
| 2009 | -0.61 | 0.96 | -0.18 | -0.07 | -0.71 | -0.22 | 0.01 | -0.71 | -0.71 | 1.04 | 0.58 | 0.16 |
| 2010 | -0.03 | 0.09 | -2.4 | 0 | 1.51 | -0.22 | -0.28 | -0.71 | 0.83 | 0.45 | -0.78 | 0.43 |
| 2011 | -0.65 | 0.8 | 0.33 | 0.19 | 0.59 | -0.22 | 1.09 | -0.71 | 0.48 | -0.65 | 0.38 | 1.07 |
| 2012 | 0.2 | 0.55 | 0.39 | 0.26 | -0.71 | 0 | 0.19 | -0.52 | -1.03 | 0.06 | 0.2 | 1.25 |
| 2013 | 0.36 | -0.25 | -0.61 | -1.71 | 2.14 | 1.93 | -0.06 | 0.7 | -1.03 | 0.91 | 0.36 | 0.98 |
| 2014 | 0.25 | -1.89 | 0.15 | 0.01 | 0.06 | -0.22 | -0.28 | 0.98 | 1.46 | 0.72 | -1.23 | -0.2 |
| 2015 | 0.92 | -0.38 | -0.01 | 2.38 | -0.51 | -0.22 | 1.01 | 1.34 | 0.45 | 0.65 | -0.69 | -0.59 |
| 2016 | -1.89 | 1.46 | -1.87 | 0.88 | -0.25 | 1.03 | -0.01 | -0.71 | -0.29 | 0.21 | -1.16 | -1.48 |
| Máximo | 2.10 | 1.66 | 2.54 | 2.38 | 2.49 | 2.28 | 2.59 | 2.02 | 1.96 | 1.76 | 2.04 | 1.73 |
| Mínimo | -2.65 | -1.89 | -2.40 | -1.71 | -0.71 | -0.22 | -0.28 | -0.71 | -1.03 | -1.71 | -2.21 | -1.93 |

Tabla 5

Valores de SPI Estación Desaguadero – Escala de Tiempo: 03 meses

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1971 | 0 | 0 | 0 | -0.11 | -1.25 | -0.11 | -1.37 | -1.06 | -1.53 | -1.89 | -0.18 | -0.21 |
| 1972 | 0.35 | 0.11 | 0.47 | 0.03 | 0 | -1.56 | -0.73 | -0.81 | 0.01 | 0.18 | 0 | 0.59 |
| 1973 | 1.38 | 1.59 | 1.25 | 0.31 | 0.07 | 0.14 | 0.48 | 0.4 | 1.03 | 0.97 | 0.11 | -1.24 |
| 1974 | -0.38 | 0.52 | 0.31 | 0.27 | -0.76 | 0.45 | -0.79 | 1.55 | 1.19 | 1.02 | -1.05 | -0.98 |
| 1975 | -0.14 | 0.47 | -0.03 | -0.58 | -1.62 | 0.41 | 1.44 | 0.53 | 0 | -0.17 | -0.83 | 0.02 |
| 1976 | 0.2 | 0.13 | -0.29 | -0.67 | -0.37 | -0.58 | 0.51 | 1.61 | 2.11 | 1.61 | -0.43 | -2.44 |
| 1977 | -1.91 | -0.38 | 0.29 | 0.82 | 0.24 | -1.61 | -0.41 | -0.54 | -0.73 | 0.35 | 1.21 | 1.56 |
| 1978 | 1.2 | 0.28 | 0.18 | -0.72 | 0.01 | -1.55 | -0.27 | -0.07 | 0.63 | 0.08 | 1.42 | 0.72 |
| 1979 | 0.82 | -0.3 | 0.54 | 0.25 | 1.05 | -0.32 | -0.53 | -1.23 | -1.64 | -0.9 | 0.35 | 0.87 |
| 1980 | -0.15 | -1.26 | -0.57 | -0.2 | 0.83 | -1.47 | -0.57 | 0.28 | 0.53 | 0.73 | -0.47 | -1.08 |
| 1981 | -0.38 | 0.46 | 0.69 | 1.09 | 0.81 | 1.25 | -0.96 | -0.03 | 0.56 | 0.82 | 0.39 | 0.61 |
| 1982 | 1.07 | 0.51 | -0.16 | -1.01 | -0.32 | 0.49 | -1.52 | -0.72 | 1.08 | 2.05 | 2.05 | 0.27 |
| 1983 | -2.11 | -3.02 | -3.01 | -1.56 | -0.99 | -0.04 | -0.24 | -0.11 | -0.21 | -1.29 | -1.67 | 0.51 |
| 1984 | 2.03 | 2.61 | 2.71 | 1.67 | 1.54 | 1.13 | 1.7 | 0.11 | -1.85 | 0.25 | 1.06 | 0.88 |
| 1985 | -0.2 | 0.61 | 0.65 | 1.61 | 0.93 | 1.71 | 0.85 | 0.77 | 1.05 | 0.51 | 2 | 2.19 |
| 1986 | 1.64 | 1.51 | 2.51 | 2.7 | 2.6 | 0.3 | -0.11 | -0.41 | 0.12 | -0.45 | 0.33 | 1.19 |
| 1987 | 1.8 | 1.11 | -0.07 | -1.84 | -1.57 | 0.26 | 1.44 | 0.98 | 0.69 | 0.91 | 2.07 | 1.13 |
| 1988 | 0.68 | -0.68 | 0.25 | 0.27 | 1.23 | 0.74 | -0.22 | -1.09 | -0.46 | -0.91 | -1.75 | -0.38 |
| 1989 | -0.67 | -0.78 | -1.26 | -0.6 | 0.05 | 0.35 | 0.35 | 0.11 | 0.1 | -0.14 | -0.12 | -0.32 |
| 1990 | -0.65 | -1.07 | -1.11 | -0.65 | 0.04 | 1.58 | 1.94 | 1.85 | 0.25 | 0.38 | 1.23 | 1.55 |
| 1991 | 0.34 | -0.94 | -1.35 | -0.76 | 0.07 | 0.74 | 1.28 | 0.65 | -1.6 | -1.48 | -0.89 | -1.08 |
| 1992 | -0.52 | -0.42 | -0.7 | -0.5 | -0.71 | 0.49 | -0.37 | 0.4 | -0.04 | -0.37 | -1.05 | -0.74 |
| 1993 | -0.11 | -0.53 | -0.34 | -0.83 | -0.11 | -0.53 | -0.28 | 0.94 | 1.01 | 1.48 | 1.23 | 0.86 |
| 1994 | -0.2 | 0.01 | -0.26 | 0.15 | -0.48 | -0.24 | -0.04 | -1.02 | -1.41 | -2.86 | -0.01 | 0.64 |
| 1995 | 0.1 | -0.39 | -0.62 | -0.26 | -0.18 | -0.81 | -1.71 | -0.78 | -0.2 | -1.34 | -0.92 | 0.77 |
| 1996 | 0.92 | 0.36 | -0.74 | -1.38 | -0.74 | -0.37 | -0.56 | 1.11 | 1.08 | 0.67 | 0.03 | -0.42 |
| 1997 | 0.33 | 0.89 | 0.85 | 0.71 | -0.09 | 0.37 | -0.03 | 1.09 | 1.66 | 1.43 | 0.74 | -1.05 |
| 1998 | -1.3 | -1.13 | -1.01 | -0.08 | -0.31 | 1.06 | 1.1 | 0.71 | -1.5 | -0.83 | 0.08 | -0.77 |
| 1999 | -0.18 | 0.25 | 1.48 | 1.91 | 1.96 | 1.37 | -0.08 | -1.32 | -0.5 | 0.88 | 0.11 | -0.87 |
| 2000 | -0.84 | -0.43 | -0.3 | -0.87 | -1.27 | -1.42 | -0.31 | -0.4 | -1.02 | 0.01 | 0.46 | 0.68 |
| 2001 | 1.32 | 1.83 | 1.85 | 0.98 | 0.05 | -0.51 | 0.53 | 0.72 | 0.81 | 0.38 | -0.7 | -0.58 |
| 2002 | -1.06 | -0.09 | 0.89 | 1.88 | 2 | 1.48 | 1.77 | 1.12 | 0.31 | -0.15 | 0.4 | 0.18 |
| 2003 | -0.19 | -0.7 | -0.24 | -0.46 | 0.13 | -1.1 | -0.08 | -0.93 | 0.31 | -0.45 | -0.82 | -0.65 |
| 2004 | 0.2 | 0.52 | -0.06 | -0.67 | -1.61 | -1.38 | 1.34 | 1.72 | 1.48 | -0.15 | -2.47 | -1.95 |
| 2005 | -1.61 | -0.4 | -0.14 | 0.37 | -0.25 | -1.31 | -1.71 | -1.71 | 0.02 | 0.3 | 0.73 | 0.96 |
| 2006 | 1.22 | 0.83 | 0.79 | 0.29 | 0.69 | 0.35 | -1.04 | -1.32 | -0.78 | -0.07 | 0.7 | 0 |
| 2007 | -1.77 | -2.64 | -0.52 | 0.64 | 1.44 | -0.4 | -0.28 | -0.35 | 0.09 | -1.23 | -0.95 | -1.53 |
| 2008 | -0.3 | -0.77 | -0.79 | -1.67 | -1.32 | -2.41 | -1.11 | -1.01 | -1.73 | -1.18 | -1.61 | 0.05 |
| 2009 | -0.4 | 0.46 | -0.06 | 0.35 | -0.47 | -0.48 | -1.19 | -1.35 | -1.22 | 0.07 | 0.61 | 0.67 |
| 2010 | 0.08 | -0.06 | -0.96 | -1.09 | -1.47 | 0.2 | 0.4 | -1.71 | 0.11 | 0.29 | -0.13 | -0.08 |
| 2011 | -0.66 | 0.13 | 0.09 | 0.6 | 0.26 | 0.04 | 0.45 | -0.27 | 0.27 | -0.72 | -0.06 | 0.6 |
| 2012 | 0.56 | 0.69 | 0.44 | 0.48 | 0.24 | -0.11 | -0.82 | -0.93 | -1.37 | -1.06 | -0.45 | 0.83 |
| 2013 | 0.69 | 0.46 | -0.41 | -1.11 | -0.76 | 0.86 | 2.15 | 1.42 | -0.2 | 0.41 | 0.27 | 1.02 |
| 2014 | 0.54 | -0.34 | -0.76 | -1.11 | -0.05 | -0.27 | -0.86 | 0.38 | 1.17 | 1.46 | 0.31 | -0.54 |
| 2015 | 0.26 | 0.27 | 0.25 | 0.74 | 1.26 | 2.04 | -0.01 | 1.08 | 1.11 | 1.13 | -0.16 | -0.68 |
| 2016 | -1.99 | -0.19 | -0.75 | 0.52 | -0.95 | 0.88 | 0.37 | -0.03 | -0.79 | -0.58 | -1.1 | -1.71 |
| Máximo | 2.03 | 2.61 | 2.71 | 2.70 | 2.60 | 2.04 | 2.15 | 1.85 | 2.11 | 2.05 | 2.07 | 2.19 |
| Mínimo | -2.11 | -3.02 | -3.01 | -1.84 | -1.62 | -2.41 | -1.71 | -1.71 | -1.85 | -2.86 | -2.47 | -2.44 |

Tabla 6

Valores de SPI Estación Desaguadero – Escala de Tiempo: 06 meses

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1971 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1.67 | -0.91 | -2.35 | -0.67 | -0.93 |
| 1972 | -0.16 | -0.06 | 0.26 | 0.18 | 0 | 0.13 | -0.11 | -0.3 | -1.09 | -0.18 | -0.43 | 0.43 |
| 1973 | 1.5 | 1.63 | 1.28 | 1.15 | 1.3 | 1.14 | 0.33 | 0.08 | 0.66 | 0.91 | 0.14 | -0.62 |
| 1974 | -0.11 | 0.49 | -0.26 | -0.16 | 0.03 | 0.34 | 0.12 | -0.02 | 0.98 | 0.62 | 0.18 | -0.24 |
| 1975 | 0.16 | 0.08 | -0.5 | -0.58 | -0.28 | 0.02 | -0.25 | -1.35 | 0.13 | 0.57 | -0.55 | -0.2 |
| 1976 | 0.05 | -0.24 | -0.32 | -0.38 | -0.15 | -0.48 | -0.62 | 0.31 | 1.38 | 1.49 | 0.61 | 0 |
| 1977 | -1.09 | -0.67 | -0.59 | -0.53 | -0.27 | -0.05 | 0.72 | 0 | -1.82 | 0.05 | 0.83 | 1.32 |
| 1978 | 1.35 | 0.71 | 0.84 | 0.42 | 0.14 | -0.15 | -0.82 | -0.14 | -0.43 | -0.16 | 1.15 | 0.92 |
| 1979 | 0.84 | 0.26 | 0.72 | 0.69 | 0.27 | 0.36 | 0.13 | 0.77 | -1.15 | -1.15 | -0.16 | 0.37 |
| 1980 | -0.56 | -1.22 | -0.12 | -0.33 | -0.54 | -0.89 | -0.33 | 0.79 | -0.51 | 0.37 | -0.42 | -0.97 |
| 1981 | -0.22 | 0.23 | 0.16 | 0.49 | 0.71 | 0.98 | 0.96 | 0.69 | 1.12 | 0.4 | 0.19 | 0.76 |
| 1982 | 1.36 | 0.59 | 0.08 | 0.16 | 0.2 | -0.07 | -1.22 | -0.63 | 0.91 | 1.57 | 1.63 | 0.79 |
| 1983 | -0.9 | -1.45 | -2.22 | -2.67 | -3.02 | -2.79 | -1.66 | -1.13 | -0.36 | -1.34 | -1.66 | 0.25 |
| 1984 | 1.96 | 2.44 | 2.59 | 2.53 | 2.83 | 2.77 | 1.93 | 1.47 | 0.35 | 1.04 | 0.87 | 0.37 |
| 1985 | -0.24 | 0.98 | 0.89 | 1.02 | 0.89 | 1.15 | 1.68 | 1.04 | 1.78 | 0.69 | 2 | 2.74 |
| 1986 | 1.89 | 2.32 | 3.07 | 3.01 | 2.59 | 2.37 | 2.66 | 2.51 | 0.1 | -0.57 | 0 | 1.16 |
| 1987 | 1.82 | 1.21 | 0.44 | 0.45 | 0.34 | -0.07 | -1.34 | -1 | 0.46 | 1.34 | 2.17 | 1.39 |
| 1988 | 0.97 | 0.3 | 0.67 | 0.59 | 0.12 | 0.39 | 0.18 | 0.98 | 0.21 | -1.02 | -2.24 | -0.86 |
| 1989 | -1.16 | -1.52 | -1.33 | -0.99 | -0.69 | -1.11 | -0.6 | -0.04 | 0.14 | -0.1 | -0.22 | -0.52 |
| 1990 | -0.89 | -1.27 | -1.18 | -1.01 | -0.93 | -0.37 | -0.12 | 0.78 | 1.26 | 1.3 | 1.97 | 1.62 |
| 1991 | 0.39 | -0.44 | -0.28 | -0.32 | -0.81 | -1.01 | -0.48 | 0.18 | -0.04 | -0.28 | -0.5 | -1.98 |
| 1992 | -1.12 | -0.87 | -1.14 | -0.81 | -0.78 | -0.56 | -0.62 | -0.65 | 0.17 | -0.61 | -0.81 | -1.05 |
| 1993 | -0.36 | -1.04 | -0.68 | -0.72 | -0.58 | -0.52 | -0.93 | 0.14 | 0.3 | 1.15 | 1.4 | 1.33 |
| 1994 | 0.33 | 0.46 | 0.12 | -0.12 | -0.31 | -0.38 | 0.09 | -0.85 | -1.03 | -2.16 | -0.49 | 0.11 |
| 1995 | -0.55 | -0.51 | -0.29 | -0.2 | -0.5 | -0.85 | -0.46 | -0.49 | -0.91 | -1.85 | -1.33 | 0.55 |
| 1996 | 0.62 | -0.01 | -0.31 | -0.16 | -0.11 | -0.87 | -1.53 | -0.29 | 0.44 | 0.31 | 0.53 | 0.14 |
| 1997 | 0.5 | 0.87 | 0.53 | 0.65 | 0.63 | 0.82 | 0.65 | 0.24 | 1.33 | 1.16 | 1.07 | 0.24 |
| 1998 | -0.71 | -0.9 | -1.41 | -1 | -1.17 | -0.57 | 0.1 | -0.15 | 0.3 | -0.09 | 0.29 | -1.6 |
| 1999 | -0.57 | 0.19 | 1.01 | 1.29 | 1.27 | 1.72 | 1.86 | 1.75 | 0.79 | 0.63 | -0.42 | -1.43 |
| 2000 | -0.61 | -0.51 | -0.7 | -1.29 | -1 | -0.62 | -0.98 | -1.52 | -1.93 | -0.24 | 0.12 | 0.22 |
| 2001 | 1.38 | 2.03 | 1.86 | 1.53 | 1.5 | 1.6 | 1 | 0.19 | 0.12 | 0.43 | -0.31 | -0.26 |
| 2002 | -1.09 | -0.44 | 0.51 | 0.82 | 1.08 | 1.25 | 2.14 | 2.22 | 1.2 | 0.84 | 0.82 | 0.15 |
| 2003 | -0.38 | -0.66 | -0.2 | -0.54 | -0.59 | -0.52 | -0.53 | -0.19 | -0.61 | -0.57 | -1.28 | -0.72 |
| 2004 | -0.03 | 0.2 | -0.4 | -0.37 | -0.23 | -0.38 | -0.37 | -0.44 | 0.52 | 0.51 | -0.26 | -0.62 |
| 2005 | -1.9 | -1.21 | -0.9 | -0.79 | -0.54 | -0.45 | 0.2 | -0.67 | -0.98 | -0.18 | 0.18 | 0.86 |
| 2006 | 1.35 | 1.06 | 1.04 | 1.01 | 0.94 | 0.76 | 0.13 | 0.39 | -0.27 | -0.49 | 0.19 | -0.54 |
| 2007 | -2.02 | -2.24 | -0.52 | -0.63 | -0.87 | -0.67 | 0.55 | 1.29 | -0.42 | -1.31 | -1.18 | -1.78 |
| 2008 | -0.81 | -1.28 | -1.4 | -1.36 | -1.33 | -1.16 | -1.88 | -1.74 | -3.11 | -1.59 | -2.07 | -0.63 |
| 2009 | -0.92 | -0.06 | -0.1 | -0.1 | 0.09 | -0.24 | 0.19 | -0.88 | -1.21 | -0.37 | 0.1 | 0.17 |
| 2010 | 0 | 0.09 | -0.54 | -0.73 | -0.74 | -0.9 | -1.06 | -2.01 | 0.03 | 0.29 | -0.7 | -0.25 |
| 2011 | -0.72 | -0.01 | -0.03 | -0.07 | 0.15 | 0.02 | 0.61 | 0.07 | 0.01 | -0.48 | -0.32 | 0.58 |
| 2012 | 0.31 | 0.62 | 0.57 | 0.64 | 0.6 | 0.31 | 0.34 | -0.07 | -0.88 | -1.39 | -0.91 | 0.34 |
| 2013 | 0.4 | 0.24 | -0.02 | -0.22 | -0.02 | -0.15 | -0.4 | -0.11 | 0.42 | 1.47 | 0.93 | 0.84 |
| 2014 | 0.63 | -0.35 | -0.18 | -0.35 | -0.4 | -0.86 | -1.29 | -0.05 | 0.57 | 1.04 | 0.3 | 0.11 |
| 2015 | 0.79 | 0.3 | -0.07 | 0.62 | 0.83 | 0.97 | 0.68 | 1.48 | 2.07 | 0.89 | 0.36 | -0.07 |
| 2016 | -1.49 | -0.37 | -1.03 | -0.84 | -0.68 | -0.44 | 0.52 | -1.07 | 0.23 | -0.43 | -1.14 | -2.51 |
| Máximo | 1.96 | 2.44 | 3.07 | 3.01 | 2.83 | 2.77 | 2.66 | 2.51 | 2.07 | 1.57 | 2.17 | 2.74 |
| Mínimo | -2.02 | -2.24 | -2.22 | -2.67 | -3.02 | -2.79 | -1.88 | -2.01 | -3.11 | -2.35 | -2.24 | -2.51 |

Tabla 7

Valores de SPI Estación Desaguadero – Escala de Tiempo: 09 meses

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1971 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.78 | -1.38 | -1.03 |
| 1972 | -0.34 | -0.26 | 0.01 | -0.16 | -0.12 | -0.04 | 0.09 | -0.14 | 0.05 | -0.12 | -0.31 | -0.25 |
| 1973 | 1.38 | 1.47 | 1.23 | 1.17 | 1.24 | 1.18 | 1.14 | 1.29 | 1.27 | 0.58 | 0.04 | -0.61 |
| 1974 | -0.08 | 0.5 | -0.04 | 0.05 | 0 | -0.19 | -0.25 | 0.33 | 0.59 | 0.41 | -0.52 | -0.08 |
| 1975 | 0.01 | 0.47 | -0.2 | -0.35 | -0.62 | -0.42 | -0.36 | -0.23 | -0.06 | -0.37 | -1.53 | -0.08 |
| 1976 | 0.34 | -0.18 | -0.41 | -0.49 | -0.43 | -0.48 | -0.35 | 0.18 | 0.33 | 0.04 | 0 | -0.41 |
| 1977 | -1.03 | -0.2 | 0.19 | -0.09 | -0.46 | -0.87 | -0.6 | -0.39 | -0.25 | 0.73 | 0.56 | 0.61 |
| 1978 | 1.25 | 0.56 | 0.68 | 0.45 | 0.48 | 0.54 | 0.35 | 0.08 | -0.05 | -0.82 | 0.59 | 0.23 |
| 1979 | 0.74 | 0.17 | 0.8 | 0.67 | 0.68 | 0.55 | 0.6 | 0.11 | 0.1 | -0.17 | 0.71 | 0.04 |
| 1980 | -0.7 | -1.46 | -0.4 | -0.59 | -0.48 | -0.4 | -0.42 | -0.54 | -0.77 | -0.12 | 0.41 | -1.62 |
| 1981 | -0.36 | 0.22 | 0.21 | 0.62 | 0.53 | 0.47 | 0.38 | 0.64 | 0.99 | 1.11 | 0.67 | 1.31 |
| 1982 | 1.23 | 0.51 | 0.13 | 0.31 | 0.25 | 0.14 | 0.04 | 0.06 | 0.18 | -0.17 | 0.7 | 0.82 |
| 1983 | -1.12 | -1.64 | -1.88 | -1.73 | -1.67 | -2.14 | -2.69 | -3.02 | -2.78 | -2.07 | -1.73 | 0.06 |
| 1984 | 1.89 | 2.36 | 2.57 | 2.42 | 2.56 | 2.65 | 2.67 | 2.77 | 2.49 | 1.91 | 1.6 | 0.91 |
| 1985 | | 0.93 | 0.67 | 1.05 | 1.14 | 1.3 | 1.07 | 0.95 | 1.28 | 1.72 | 1.73 | 3.26 |
| 1986 | 1.98 | 2.38 | 3.3 | 3.17 | 3.09 | 2.92 | 2.93 | 2.48 | 2.24 | 2.52 | 2.23 | 1.05 |
| 1987 | 1.76 | 1.08 | 0.39 | 0.32 | 0.37 | 0.42 | 0.62 | 0.46 | 0.04 | -0.9 | 0.52 | 1.24 |
| 1988 | 1.23 | 0.47 | 0.77 | 0.77 | 0.82 | 0.76 | 0.52 | -0.03 | 0.22 | -0.13 | 0.21 | -0.37 |
| 1989 | -1.26 | -1.74 | -1.55 | -1.27 | -1.18 | -1.19 | -0.96 | -0.72 | -1.11 | -0.69 | -0.16 | -0.38 |
| 1990 | -0.87 | -1.31 | -1.26 | -1.13 | -1.02 | -0.53 | -0.61 | -0.43 | -0.38 | -0.06 | 1.13 | 2.25 |
| 1991 | 0.85 | 0.12 | -0.31 | -0.3 | -0.38 | -0.11 | -0.15 | -0.72 | -1.26 | -0.91 | -0.29 | -1.2 |
| 1992 | -0.81 | -0.77 | -1.48 | -1.17 | -1.09 | -0.98 | -0.87 | -0.75 | -0.62 | -0.79 | -1.07 | -0.72 |
| 1993 | -0.48 | -1 | -0.8 | -0.88 | -0.93 | -0.82 | -0.77 | -0.42 | -0.25 | -0.28 | 0.67 | 0.86 |
| 1994 | 0.23 | 0.61 | 0.33 | 0.26 | 0.07 | 0 | -0.16 | -0.46 | -0.63 | -0.47 | -0.72 | -0.17 |
| 1995 | -0.62 | -0.72 | -0.56 | -0.63 | -0.56 | -0.49 | -0.32 | -0.64 | -0.94 | -0.87 | -0.88 | 0.03 |
| 1996 | 0.44 | -0.19 | -0.45 | -0.46 | -0.41 | -0.44 | -0.24 | 0.07 | -0.53 | -1.18 | -0.29 | -0.19 |
| 1997 | 0.38 | 1.06 | 0.75 | 0.76 | 0.57 | 0.52 | 0.6 | 0.76 | 1.21 | 1.05 | 0.48 | 0.28 |
| 1998 | -0.78 | -0.63 | -0.81 | -0.59 | -0.92 | -0.98 | -0.83 | -1.05 | -0.82 | -0.19 | -0.15 | -0.61 |
| 1999 | -0.36 | 0.29 | 0.8 | 1.15 | 1.23 | 1.28 | 1.23 | 1.11 | 1.52 | 2 | 1.46 | -0.2 |
| 2000 | -0.68 | -0.74 | -0.9 | -1.08 | -1.01 | -0.96 | -1.35 | -1.11 | -0.84 | -1 | -0.87 | -0.44 |
| 2001 | 1.29 | 1.92 | 1.72 | 1.53 | 1.56 | 1.62 | 1.53 | 1.54 | 1.64 | 1.02 | -0.21 | -0.62 |
| 2002 | -1.02 | -0.33 | 0.65 | 0.87 | 0.86 | 0.88 | 1.04 | 1.2 | 1.19 | 2.04 | 1.98 | 1.03 |
| 2003 | 0.08 | -0.4 | -0.22 | -0.65 | -0.51 | -0.44 | -0.58 | -0.74 | -0.5 | -0.73 | -0.58 | -1.28 |
| 2004 | -0.11 | 0.01 | -0.42 | -0.55 | -0.51 | -0.66 | -0.19 | 0.15 | 0.07 | -0.48 | -1.33 | -1.25 |
| 2005 | -1.49 | -0.63 | -0.45 | -0.91 | -1.13 | -1.15 | -0.91 | -0.73 | -0.5 | 0.22 | -0.17 | 0.21 |
| 2006 | 1.19 | 0.85 | 0.99 | 1.05 | 1.08 | 1 | 0.9 | 0.78 | 0.54 | 0.03 | 0.57 | -0.4 |
| 2007 | -2.23 | -2.5 | -0.76 | -0.73 | -0.66 | -0.65 | -0.69 | -0.96 | -0.69 | 0.2 | 0.71 | -1.94 |
| 2008 | -0.92 | -1.41 | -1.49 | -1.72 | -1.66 | -1.7 | -1.47 | -1.49 | -1.42 | -2.26 | -2.21 | -1.4 |
| 2009 | -1.12 | -0.26 | -0.38 | -0.39 | -0.34 | -0.26 | -0.22 | -0.08 | -0.48 | 0.14 | -0.38 | -0.21 |
| 2010 | -0.18 | -0.13 | -0.81 | -0.79 | -0.57 | -0.51 | -0.71 | -0.93 | -0.91 | -0.95 | -1.54 | -0.25 |
| 2011 | -0.7 | -0.25 | -0.09 | -0.07 | 0.04 | -0.08 | -0.06 | 0.05 | 0 | 0.35 | -0.04 | 0.39 |
| 2012 | 0.33 | 0.51 | 0.56 | 0.47 | 0.52 | 0.46 | 0.54 | 0.46 | 0.06 | 0.01 | -0.32 | 0.11 |
| 2013 | 0.25 | 0.05 | -0.27 | -0.49 | -0.21 | 0.17 | 0.17 | 0.24 | -0.27 | -0.31 | -0.03 | 1.1 |
| 2014 | 1.15 | 0.02 | -0.31 | -0.31 | -0.37 | -0.29 | -0.45 | -0.38 | -0.48 | -0.56 | 0.04 | -0.18 |
| 2015 | 0.64 | 0.31 | 0.2 | 0.97 | 0.85 | 0.62 | 0.57 | 0.96 | 1.14 | 0.96 | 1.13 | 1.39 |
| 2016 | -1.55 | -0.14 | -0.75 | -0.56 | -0.78 | -0.73 | -0.82 | -0.73 | -0.64 | 0.29 | -1.44 | -1.41 |
| Máximo | 1.98 | 2.38 | 3.30 | 3.17 | 3.09 | 2.92 | 2.93 | 2.77 | 2.49 | 2.52 | 2.23 | 3.26 |
| Mínimo | -2.23 | -2.50 | -1.88 | -1.73 | -1.67 | -2.14 | -2.69 | -3.02 | -2.78 | -2.26 | -2.21 | -1.94 |

Tabla 8

Valores de SPI Estación Desaguadero – Escala de Tiempo: 12 meses

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1972 | -0.37 | -0.93 | -0.09 | -0.27 | -0.27 | -0.28 | -0.25 | -0.26 | -0.1 | 0.08 | -0.16 | 0.23 |
| 1973 | 0.91 | 1.24 | 0.97 | 1.07 | 1.12 | 1.12 | 1.16 | 1.24 | 1.3 | 1.24 | 1.13 | 0.76 |
| 1974 | 0.11 | 0.38 | -0.07 | 0.06 | 0.01 | 0.02 | -0.05 | 0.3 | 0.08 | -0.02 | 0.04 | 0.16 |
| 1975 | 0.14 | -0.04 | -0.14 | -0.45 | -0.28 | -0.14 | -0.14 | -0.57 | -0.47 | -0.41 | -0.43 | -0.11 |
| 1976 | -0.21 | -0.98 | -0.36 | -0.27 | -0.39 | -0.57 | -0.46 | -0.09 | 0.23 | 0.08 | 0.03 | -0.45 |
| 1977 | -1.22 | -0.48 | 0 | -0.06 | -0.1 | -0.11 | -0.16 | -0.58 | -1.03 | -0.52 | 0.01 | 0.45 |
| 1978 | 1.34 | 0.53 | 0.39 | 0.37 | 0.37 | 0.37 | 0.38 | 0.42 | 0.59 | 0.3 | 0.46 | 0.2 |
| 1979 | 0 | 0.05 | 0.52 | 0.6 | 0.62 | 0.62 | 0.58 | 0.53 | 0.32 | 0.38 | 0.15 | 0.4 |
| 1980 | -0.32 | -0.6 | -0.55 | -0.67 | -0.65 | -0.66 | -0.67 | -0.49 | -0.33 | -0.25 | -0.62 | -1.18 |
| 1981 | -0.44 | 0.59 | -0.09 | 0.53 | 0.51 | 0.51 | 0.51 | 0.47 | 0.5 | 0.5 | 0.63 | 1.07 |
| 1982 | 1.51 | 0.82 | 0.48 | 0.21 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.11 | 0.34 | 0.57 | 0.68 | 0.21 |
| 1983 | -1.51 | -1.74 | -1.76 | -1.86 | -1.82 | -1.82 | -1.77 | -1.73 | -2.17 | -2.84 | -3.1 | -2.05 |
| 1984 | 0.49 | 1.72 | 2.52 | 2.35 | 2.51 | 2.61 | 2.57 | 2.52 | 2.4 | 2.54 | 2.66 | 2.57 |
| 1985 | 1.34 | 1.66 | 0.94 | 1.26 | 1.1 | 1.11 | 1.1 | 1.2 | 1.42 | 1.07 | 1.37 | 2.02 |
| 1986 | 2.38 | 2.53 | 3.71 | 3.19 | 3.14 | 3.1 | 3.09 | 3.01 | 2.79 | 2.7 | 2.25 | 2.44 |
| 1987 | 3.09 | 2.59 | 0.4 | 0.27 | 0.26 | 0.37 | 0.5 | 0.49 | 0.48 | 0.74 | 1.01 | 0.47 |
| 1988 | -0.17 | -0.32 | 0.77 | 0.94 | 0.94 | 0.85 | 0.7 | 0.68 | 0.6 | 0.31 | -0.4 | 0 |
| 1989 | -0.64 | -0.66 | -1.33 | -1.32 | -1.36 | -1.38 | -1.24 | -1.21 | -1.19 | -0.98 | -0.69 | -1.18 |
| 1990 | -1.07 | -1.22 | -1.22 | -1.1 | -1.05 | -0.6 | -0.72 | -0.53 | -0.53 | -0.52 | -0.02 | 0.34 |
| 1991 | 0.12 | 0.02 | 0.21 | 0.05 | 0.05 | -0.14 | -0.12 | -0.31 | -0.33 | -0.42 | -0.88 | -1.63 |
| 1992 | -1.13 | -0.74 | -1.26 | -0.96 | -1 | -1.27 | -1.24 | -1.06 | -1.02 | -0.94 | -0.93 | -0.91 |
| 1993 | -0.73 | -1.39 | -0.71 | -0.95 | -0.9 | -0.93 | -0.94 | -0.77 | -0.57 | -0.33 | -0.01 | 0.1 |
| 1994 | -0.43 | 0.38 | 0.15 | 0.19 | 0.2 | 0.19 | 0.21 | -0.08 | -0.22 | -0.52 | -0.44 | -0.33 |
| 1995 | -0.35 | -1.02 | -0.7 | -0.66 | -0.72 | -0.75 | -0.75 | -0.71 | -0.58 | -0.56 | -0.81 | -0.52 |
| 1996 | 0.06 | -0.38 | -0.69 | -0.59 | -0.55 | -0.56 | -0.54 | -0.22 | -0.19 | -0.11 | 0.04 | -0.71 |
| 1997 | -0.63 | 0.53 | 0.61 | 0.68 | 0.72 | 0.73 | 0.71 | 0.71 | 0.91 | 0.86 | 0.82 | 0.75 |
| 1998 | -0.01 | -0.72 | -0.77 | -0.63 | -0.72 | -0.45 | -0.45 | -0.82 | -1.19 | -0.99 | -0.91 | -1.1 |
| 1999 | -0.35 | -0.01 | 1.05 | 1.24 | 1.28 | 1.09 | 1.08 | 1.08 | 1.1 | 1.3 | 0.98 | 1.11 |
| 2000 | 1.09 | 0.7 | -0.43 | -1.12 | -1.19 | -1.15 | -1.14 | -1.12 | -1.14 | -1.29 | -0.84 | -0.48 |
| 2001 | 0.34 | 1.2 | 1.49 | 1.46 | 1.47 | 1.48 | 1.53 | 1.61 | 1.66 | 1.47 | 1.21 | 1.29 |
| 2002 | 0.09 | -0.37 | 0.48 | 0.88 | 0.92 | 0.99 | 1.1 | 1 | 0.84 | 0.92 | 1.12 | 1.1 |
| 2003 | 1.46 | 0.99 | 0.26 | -0.33 | -0.32 | -0.45 | -0.69 | -0.67 | -0.42 | -0.68 | -0.88 | -0.76 |
| 2004 | -0.45 | -0.03 | -0.7 | -0.59 | -0.66 | -0.68 | -0.35 | -0.12 | -0.23 | -0.25 | -0.31 | -0.6 |
| 2005 | -1.51 | -1.42 | -0.76 | -0.69 | -0.69 | -0.7 | -1.03 | -1.33 | -1.17 | -0.82 | -0.44 | -0.06 |
| 2006 | 1 | 0.54 | 0.73 | 0.92 | 0.92 | 0.94 | 0.93 | 0.93 | 0.81 | 0.79 | 0.83 | 0.44 |
| 2007 | -1.15 | -1.67 | -0.72 | -0.83 | -0.83 | -0.86 | -0.78 | -0.76 | -0.67 | -0.91 | -1.11 | -1.25 |
| 2008 | -0.14 | -0.23 | -1.67 | -1.77 | -1.76 | -1.77 | -1.83 | -1.83 | -1.91 | -1.65 | -1.72 | -1.27 |
| 2009 | -1.92 | -0.95 | -0.75 | -0.5 | -0.49 | -0.52 | -0.5 | -0.51 | -0.46 | -0.23 | 0.07 | -0.19 |
| 2010 | 0.08 | -0.47 | -1 | -0.9 | -0.75 | -0.76 | -0.76 | -0.76 | -0.54 | -0.63 | -0.87 | -0.9 |
| 2011 | -1.27 | -0.99 | -0.11 | -0.06 | -0.13 | -0.14 | -0.05 | -0.05 | -0.09 | -0.23 | 0 | 0.2 |
| 2012 | 0.58 | 0.49 | 0.5 | 0.48 | 0.43 | 0.44 | 0.37 | 0.38 | 0.24 | 0.31 | 0.27 | 0.35 |
| 2013 | 0.44 | 0.07 | -0.37 | -0.59 | -0.36 | -0.06 | -0.07 | 0.06 | 0.06 | 0.21 | 0.24 | 0.16 |
| 2014 | 0.11 | -0.47 | -0.11 | 0.1 | -0.09 | -0.41 | -0.42 | -0.36 | -0.02 | -0.06 | -0.28 | -0.71 |
| 2015 | -0.29 | 0.14 | 0.07 | 0.87 | 0.85 | 0.86 | 0.92 | 0.98 | 0.8 | 0.76 | 0.78 | 0.78 |
| 2016 | -0.4 | 0.6 | 0.07 | -0.6 | -0.58 | -0.48 | -0.55 | -0.84 | -0.9 | -0.93 | -0.93 | -1.25 |
| Máximo | 3.09 | 2.59 | 3.71 | 3.19 | 3.14 | 3.10 | 3.09 | 3.01 | 2.79 | 2.70 | 2.66 | 2.57 |
| Mínimo | -1.92 | -1.74 | -1.76 | -1.86 | -1.82 | -1.82 | -1.83 | -1.83 | -2.17 | -2.84 | -3.10 | -2.05 |

Tabla 9

Valores de SPI Estación Hlave – Escala de Tiempo: 01 mes

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1971 | | 1.08 | -1.2 | 0.25 | -0.47 | 0.84 | -0.42 | 0.57 | -2.01 | -0.72 | 0.68 | 0.56 |
| 1972 | 0.78 | -0.17 | -0.28 | -0.72 | -1.01 | -0.49 | 0.35 | -0.5 | 0.32 | -0.89 | -0.23 | 0.74 |
| 1973 | 1.26 | 0.23 | 0.75 | 1.14 | 0.66 | -0.49 | 0.66 | 0.56 | 0.73 | -0.16 | -0.39 | -0.67 |
| 1974 | 0.58 | 1.77 | -0.77 | 0.3 | -1.01 | 0.36 | -0.43 | 2.86 | -0.55 | 0.09 | -0.73 | -0.23 |
| 1975 | -0.09 | 0.79 | 0.6 | -0.65 | 1.89 | 1.61 | -0.43 | -0.02 | 0.74 | 0.99 | -1.07 | 1.69 |
| 1976 | 0.94 | 0.27 | -0.04 | -0.56 | 0.63 | 0.25 | -0.28 | 1.53 | 1.38 | -2.01 | -1.31 | 0.01 |
| 1977 | -1.45 | 0.35 | 1.41 | -2.24 | -0.58 | -0.49 | 1.06 | -0.71 | 1.18 | 0.26 | 1.14 | -0.01 |
| 1978 | 0.58 | -0.04 | -0.36 | -0.65 | -1.01 | -0.49 | 0.23 | 0.08 | 0.35 | -1.42 | 1.37 | -2.31 |
| 1979 | 0.43 | -0.89 | -0.31 | -1.39 | -0.7 | -0.3 | -0.29 | 0.96 | -0.22 | 0.4 | 0.1 | -0.2 |
| 1980 | -0.85 | -1.83 | 1.58 | -0.84 | -0.62 | -0.26 | 2.51 | 0.35 | 1.23 | 2.01 | 2.31 | -1.82 |
| 1981 | 0.61 | 1.03 | 0.62 | 0.46 | -0.04 | 0.02 | 1.14 | -0.44 | 0.55 | -0.24 | -0.53 | -0.24 |
| 1982 | -2.3 | 0.19 | 0.4 | 0.36 | -0.37 | -0.36 | -0.43 | -0.68 | 1.09 | 0.88 | 0.55 | -3 |
| 1983 | -1.03 | -1.31 | -0.61 | 0.74 | -0.06 | 0.31 | -0.43 | -0.57 | 0.72 | -0.22 | -0.63 | 0.43 |
| 1984 | 0.96 | 1.73 | 0.92 | -0.41 | 0.95 | 0.78 | -0.01 | 0.15 | -1.67 | 1.78 | 0.71 | -0.72 |
| 1985 | -0.52 | 1.76 | 0.54 | 0.84 | 1.58 | 1.46 | -0.43 | 0.08 | 1.33 | 0.61 | 2.07 | 1.47 |
| 1986 | -0.08 | 1.52 | 1.06 | 1.66 | 0.1 | -0.49 | 0.04 | -0.52 | 0.02 | -1.01 | 0.2 | 0.89 |
| 1987 | 0.79 | -0.89 | -0.58 | -0.36 | -0.62 | 0.65 | 1.27 | -0.47 | 0.02 | 0.5 | 0.94 | -1.77 |
| 1988 | -0.14 | -1.53 | 0.82 | 1.48 | 0.76 | -0.22 | -0.14 | -1.22 | 0 | 0.15 | -1.07 | -0.12 |
| 1989 | 0.63 | -0.28 | 0.5 | 1.29 | -0.87 | 0.32 | 0.48 | -0.05 | 0.42 | -0.99 | -0.59 | -0.59 |
| 1990 | -0.25 | -1.98 | -0.78 | 0.3 | 1.39 | 2.74 | -0.43 | 0.32 | -0.75 | 1.09 | 1.09 | 0.81 |
| 1991 | -1.77 | -0.99 | 0.16 | 0.35 | 1.14 | 2.13 | 0.35 | -0.56 | -0.28 | 0.48 | -0.62 | -0.29 |
| 1992 | -0.24 | -0.71 | -1.6 | -1.67 | -1.01 | 0.05 | -0.22 | 1.76 | -1.36 | 0.24 | 0.44 | -0.74 |
| 1993 | 0.33 | -2.06 | 0.29 | 0.73 | -0.53 | -0.06 | -0.43 | 1.48 | 0.01 | -0.42 | 0.39 | 0.3 |
| 1994 | -0.61 | -0.07 | -0.06 | 0.55 | 0.83 | -0.49 | -0.43 | -1.22 | -0.97 | -1.24 | 0.06 | 0.66 |
| 1995 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1996 | 1 | 0.15 | -1.44 | -0.28 | -0.43 | -0.49 | 0.43 | 0.99 | -0.41 | -1.35 | 0.85 | 0.6 |
| 1997 | 1.45 | 0.78 | 0.29 | 0.62 | -0.55 | -0.49 | -0.43 | 1.92 | 1.9 | -0.25 | 0.97 | -0.6 |
| 1998 | -1.23 | -0.29 | -0.89 | 0.6 | -1.01 | 1.01 | -0.43 | -1.2 | -1.04 | 0.32 | 0.23 | -0.86 |
| 1999 | -1.03 | 0.32 | 1.34 | 1.26 | 0.84 | -0.16 | -0.21 | -0.57 | 0.05 | 2.35 | -0.6 | -0.31 |
| 2000 | 1.26 | 0.42 | 0.42 | -1.15 | 0 | 0.4 | 0.61 | -0.31 | -1.23 | 0.68 | -2.19 | 0.55 |
| 2001 | 1.57 | 1.23 | 0.73 | 0.15 | -0.34 | -0.36 | 1.02 | 0.73 | -0.4 | 0.87 | -0.08 | 0.51 |
| 2002 | -1 | 1.34 | 1.38 | 2.36 | 1.19 | 1.33 | 2.39 | 0.31 | -0.5 | 1.2 | 0.81 | 0.52 |
| 2003 | 0 | -0.91 | 0.84 | -1.14 | 1.36 | -0.19 | -0.43 | 0 | 1.03 | -1 | -0.6 | 0.22 |
| 2004 | 1.43 | 0.02 | -0.94 | -0.84 | 0.51 | 0.05 | 1.44 | 1.26 | -0.19 | -1.96 | -0.43 | -0.29 |
| 2005 | -0.69 | 0.17 | -0.41 | -0.63 | 0.35 | -0.49 | -0.43 | -1.22 | 0.26 | 0.89 | 0.4 | 0.2 |
| 2006 | 1.92 | -0.89 | 0.46 | -0.31 | -0.23 | 0.25 | -0.43 | -0.1 | 0.32 | -0.33 | 1.07 | 0.17 |
| 2007 | -1.32 | -1.31 | 1.24 | 0.75 | -0.34 | 0.13 | 0.48 | -0.42 | 0.76 | -0.24 | -0.17 | 0.18 |
| 2008 | 0.99 | -0.6 | -0.6 | -0.98 | -0.47 | 0.02 | 0.43 | -0.65 | -1.57 | 0.74 | -2.4 | 1.05 |
| 2009 | -1.07 | -0.07 | -0.35 | 0.54 | -1.01 | -0.49 | 0.52 | -1.22 | 0.73 | 0.1 | 1.72 | -0.43 |
| 2010 | 0.61 | -0.21 | -0.68 | 0.09 | 1.9 | -0.49 | -0.43 | -0.12 | -1.61 | 0.25 | -1.16 | 0.78 |
| 2011 | 0.19 | 0.48 | 0.63 | -1.98 | -0.11 | -0.49 | 0.74 | -1.22 | 0.14 | -0.48 | -0.68 | 0.83 |
| 2012 | -0.87 | 1.4 | 0.92 | 0.14 | -1.01 | -0.02 | -0.43 | -0.53 | -0.39 | -1.52 | 0.21 | 2.18 |
| 2013 | -0.39 | 0.3 | -1.29 | -1.22 | 1.76 | 1.27 | 0.43 | -0.3 | -1.34 | 0.5 | -0.55 | 1.38 |
| 2014 | 0.58 | -0.94 | -1.39 | -0.89 | -0.91 | -0.49 | 0.03 | 0.94 | 2.28 | -0.09 | -0.51 | -1.49 |
| 2015 | -0.73 | 0.06 | 0.76 | 1.3 | 0.62 | -0.49 | 0.33 | -0.08 | 0.55 | -0.05 | -0.83 | -0.16 |
| 2016 | -1.24 | 0.62 | -3.57 | 0.68 | -0.2 | 0.15 | 0.77 | -0.58 | -1.36 | -0.03 | -1.13 | 0.51 |
| Máximo | 1.92 | 1.77 | 1.58 | 2.36 | 1.90 | 2.74 | 2.51 | 2.86 | 2.28 | 2.35 | 2.31 | 2.18 |
| Mínimo | -2.30 | -2.06 | -3.57 | -2.24 | -1.01 | -0.49 | -0.43 | -1.22 | -2.01 | -2.01 | -2.40 | -3.00 |

Tabla 10
Valores de SPI Estación llave – Escala de Tiempo: 03 meses

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1971 | 0 | 0 | | 0.11 | -1.04 | 0.17 | -0.25 | 0.33 | -0.87 | -1.22 | -0.29 | 0.44 |
| 1972 | 0.94 | 0.51 | 0.05 | -0.65 | -0.76 | -1.07 | -0.75 | -0.7 | -0.12 | -0.86 | -0.68 | -0.06 |
| 1973 | 1.03 | 1.07 | 1.15 | 0.82 | 1.05 | 0.92 | 0.34 | 0.31 | 0.74 | 0.36 | -0.25 | -1.26 |
| 1974 | -0.24 | 1.13 | 1.01 | 0.84 | -0.74 | 0.01 | -1.07 | 2.36 | 1.61 | 1.6 | -0.97 | -0.93 |
| 1975 | -0.67 | 0.22 | 0.6 | 0.59 | 0.56 | 0.76 | 1.7 | 0.57 | 0.25 | 0.87 | 0.09 | 1.32 |
| 1976 | 1.28 | 1.41 | 0.52 | -0.17 | -0.31 | -0.37 | 0 | 1.02 | 1.59 | 0.91 | -0.63 | -1.64 |
| 1977 | -1.61 | -0.61 | 0.39 | 0.8 | 0.83 | -2.34 | 0.07 | -0.23 | 0.87 | 0.61 | 1.31 | 0.7 |
| 1978 | 0.8 | 0.2 | -0.05 | -0.59 | -0.82 | -1.01 | -0.91 | -0.34 | 0.08 | -0.83 | 0.81 | -0.44 |
| 1979 | 0.27 | -0.9 | -0.56 | -1.26 | -0.96 | -1.64 | -1.52 | 0.33 | 0.1 | 0.32 | -0.12 | -0.29 |
| 1980 | -0.89 | -1.58 | -0.13 | 0.18 | 1.16 | -1.11 | 1.29 | 1.35 | 1.72 | 2.08 | 3.01 | 2.09 |
| 1981 | 1.31 | 0.4 | 1.15 | 1 | 0.58 | 0.2 | 0.37 | 0.02 | 0.4 | -0.24 | -0.47 | -1 |
| 1982 | -2.09 | -1.16 | -0.86 | 0.3 | 0.31 | 0.03 | -1.39 | -1.42 | 0.43 | 0.93 | 1 | -0.74 |
| 1983 | -1.55 | -2.28 | -1.93 | -1.02 | -0.3 | 0.49 | -0.59 | -0.99 | 0.06 | -0.1 | -0.4 | -0.37 |
| 1984 | 0.53 | 1.63 | 1.97 | 1.5 | 0.71 | 0.05 | 0.63 | 0.08 | -1.08 | 0.77 | 0.91 | 0.61 |
| 1985 | -0.54 | 0.58 | 1.06 | 1.56 | 0.9 | 1.35 | 1.39 | 0.48 | 0.87 | 1.13 | 2.37 | 2.8 |
| 1986 | 1.91 | 1.48 | 1.41 | 1.95 | 1.49 | 1.28 | -0.47 | -0.96 | -0.51 | -1.23 | -0.51 | 0.33 |
| 1987 | 0.91 | 0.39 | -0.44 | -1.22 | -0.89 | -0.43 | 0.58 | 0.35 | 0.05 | -0.12 | 0.73 | -0.27 |
| 1988 | -0.41 | -1.54 | -0.4 | 0.26 | 1.27 | 1.25 | 0.02 | -1.5 | -0.8 | -0.57 | -0.83 | -0.92 |
| 1989 | -0.1 | 0.06 | 0.35 | 0.45 | 0.8 | 0.91 | -0.27 | -0.1 | 0.17 | -0.63 | -0.89 | -1.66 |
| 1990 | -0.95 | -1.42 | -1.77 | -1.64 | -0.37 | 1.64 | 2.31 | 1.81 | -0.74 | 0.34 | 0.97 | 1.56 |
| 1991 | -0.02 | -1.03 | -1.59 | -0.51 | 0.29 | 1.23 | 1.83 | 1.1 | -0.66 | -0.33 | -0.57 | -0.74 |
| 1992 | -0.79 | -0.76 | -1.53 | -1.96 | -2.37 | -1.84 | -1.25 | 1.22 | 0.47 | 0.52 | -0.14 | -0.46 |
| 1993 | -0.11 | -1.07 | -0.66 | -0.66 | 0.37 | 0.37 | -1.36 | 0.88 | 0.62 | 0.34 | -0.14 | 0.04 |
| 1994 | -0.27 | -0.34 | -0.63 | -0.08 | 0.15 | 0.48 | -0.06 | -1.7 | -2.1 | -2.51 | -1.08 | -0.05 |
| 1995 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1996 | 0 | 0 | -0.05 | -0.88 | -1.53 | -0.58 | -0.47 | 0.59 | 0.22 | -0.71 | -0.04 | 0.51 |
| 1997 | 1.52 | 1.41 | 1.31 | 0.68 | 0.31 | 0.24 | -1.68 | 1.31 | 2.21 | 2.12 | 1.44 | -0.02 |
| 1998 | -0.72 | -1.21 | -1.59 | -0.66 | -0.65 | 0.48 | -0.17 | -0.55 | -2.17 | -0.94 | -0.25 | -0.68 |
| 1999 | -1.27 | -0.78 | 0.46 | 1.33 | 1.62 | 1.08 | 0.07 | -1.12 | -0.58 | 1.53 | 0.82 | 0.47 |
| 2000 | 0.42 | 0.76 | 1.06 | 0.15 | -0.08 | -0.98 | 0.16 | -0.14 | -0.95 | -0.41 | -1.08 | -0.12 |
| 2001 | 0.94 | 1.7 | 1.89 | 1.13 | 0.55 | -0.16 | 0.11 | 0.64 | 0.26 | 0.46 | -0.05 | 0.41 |
| 2002 | -0.6 | 0.51 | 1.15 | 2.3 | 2.2 | 2.33 | 2.15 | 1.71 | 0.71 | 0.5 | 0.81 | 1.16 |
| 2003 | 0.48 | -0.3 | -0.07 | -0.27 | 0.57 | -0.38 | 0.46 | -0.71 | 0.55 | 0.03 | -0.42 | -0.83 |
| 2004 | 0.8 | 0.86 | 0.36 | -0.91 | -1.22 | -0.66 | 0.82 | 1.32 | 0.86 | -0.57 | -1.54 | -1.55 |
| 2005 | -1.07 | -0.52 | -0.73 | -0.47 | -0.71 | -0.64 | -0.55 | -1.7 | -0.59 | 0.24 | 0.52 | 0.46 |
| 2006 | 1.48 | 0.83 | 0.97 | -0.43 | 0.14 | -0.46 | -0.77 | -0.63 | -0.19 | -0.38 | 0.7 | 0.58 |
| 2007 | -0.27 | -1.42 | -0.53 | 0.4 | 1.24 | 0.43 | -0.22 | -0.42 | 0.35 | -0.04 | -0.13 | -0.4 |
| 2008 | 0.54 | 0.28 | -0.16 | -1.2 | -1.12 | -1.15 | -0.37 | -0.64 | -1.41 | -0.5 | -1.08 | 0.43 |
| 2009 | -0.57 | -0.11 | -1.06 | -0.26 | -0.29 | 0.13 | -0.56 | -0.92 | 0.19 | 0 | 1.64 | 1.06 |
| 2010 | 1.09 | -0.03 | -0.28 | -0.69 | -0.23 | 0.61 | 0.94 | -0.88 | -1.57 | -0.82 | -1.3 | 0.03 |
| 2011 | 0.1 | 0.62 | 0.58 | 0.26 | 0.01 | -1.86 | -0.05 | -0.7 | -0.28 | -0.94 | -0.92 | -0.04 |
| 2012 | -0.48 | 0.75 | 0.89 | 1.36 | 0.69 | -0.22 | -1.76 | -1.18 | -1.08 | -1.95 | -0.81 | 1.68 |
| 2013 | 1.19 | 1.12 | -0.85 | -0.91 | -1.14 | 0.32 | 1.58 | 0.39 | -1.1 | -0.61 | -0.78 | 0.92 |
| 2014 | 0.88 | 0.54 | -0.95 | -1.87 | -1.85 | -1.22 | -1.16 | 0.4 | 2.14 | 2.05 | 0.93 | -1.89 |
| 2015 | -1.68 | -0.99 | -0.05 | 0.79 | 1.11 | 1.05 | 0.11 | -0.41 | 0.22 | 0 | -0.52 | -0.97 |
| 2016 | -1.49 | -0.4 | -1.46 | -0.49 | -1.49 | 0.39 | 0.07 | -0.29 | -1.02 | -1.24 | -1.46 | -0.36 |
| Máximo | 1.91 | 1.70 | 1.97 | 2.30 | 2.20 | 2.33 | 2.31 | 2.36 | 2.21 | 2.12 | 3.01 | 2.80 |
| Mínimo | -2.09 | -2.28 | -1.93 | -1.96 | -2.37 | -2.34 | -1.76 | -1.70 | -2.17 | -2.51 | -1.54 | -1.89 |

Tabla 11
Valores de SPI Estación llave – Escala de Tiempo: 06 meses

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1971 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.25 | 0.33 | -0.87 | -1.22 | -0.29 | 0.44 |
| 1972 | 0.94 | 0.51 | 0.05 | -0.65 | -0.76 | -1.07 | -0.75 | -0.7 | -0.12 | -0.86 | -0.68 | -0.06 |
| 1973 | 1.03 | 1.07 | 1.15 | 0.82 | 1.05 | 0.92 | 0.34 | 0.31 | 0.74 | 0.36 | -0.25 | -1.26 |
| 1974 | -0.24 | 1.13 | 1.01 | 0.84 | -0.74 | 0.01 | -1.07 | 2.36 | 1.61 | 1.6 | -0.97 | -0.93 |
| 1975 | -0.67 | 0.22 | 0.6 | 0.59 | 0.56 | 0.76 | 1.7 | 0.57 | 0.25 | 0.87 | 0.09 | 1.32 |
| 1976 | 1.28 | 1.41 | 0.52 | -0.17 | -0.31 | -0.37 | 0 | 1.02 | 1.59 | 0.91 | -0.63 | -1.64 |
| 1977 | -1.61 | -0.61 | 0.39 | 0.8 | 0.83 | -2.34 | 0.07 | -0.23 | 0.87 | 0.61 | 1.31 | 0.7 |
| 1978 | 0.8 | 0.2 | -0.05 | -0.59 | -0.82 | -1.01 | -0.91 | -0.34 | 0.08 | -0.83 | 0.81 | -0.44 |
| 1979 | 0.27 | -0.9 | -0.56 | -1.26 | -0.96 | -1.64 | -1.52 | 0.33 | 0.1 | 0.32 | -0.12 | -0.29 |
| 1980 | -0.89 | -1.58 | -0.13 | 0.18 | 1.16 | -1.11 | 1.29 | 1.35 | 1.72 | 2.08 | 3.01 | 2.09 |
| 1981 | 1.31 | 0.4 | 1.15 | 1 | 0.58 | 0.2 | 0.37 | 0.02 | 0.4 | -0.24 | -0.47 | -1 |
| 1982 | -2.09 | -1.16 | -0.86 | 0.3 | 0.31 | 0.03 | -1.39 | -1.42 | 0.43 | 0.93 | 1 | -0.74 |
| 1983 | -1.55 | -2.28 | -1.93 | -1.02 | -0.3 | 0.49 | -0.59 | -0.99 | 0.06 | -0.1 | -0.4 | -0.37 |
| 1984 | 0.53 | 1.63 | 1.97 | 1.5 | 0.71 | 0.05 | 0.63 | 0.08 | -1.08 | 0.77 | 0.91 | 0.61 |
| 1985 | -0.54 | 0.58 | 1.06 | 1.56 | 0.9 | 1.35 | 1.39 | 0.48 | 0.87 | 1.13 | 2.37 | 2.8 |
| 1986 | 1.91 | 1.48 | 1.41 | 1.95 | 1.49 | 1.28 | -0.47 | -0.96 | -0.51 | -1.23 | -0.51 | 0.33 |
| 1987 | 0.91 | 0.39 | -0.44 | -1.22 | -0.89 | -0.43 | 0.58 | 0.35 | 0.05 | -0.12 | 0.73 | -0.27 |
| 1988 | -0.41 | -1.54 | -0.4 | 0.26 | 1.27 | 1.25 | 0.02 | -1.5 | -0.8 | -0.57 | -0.83 | -0.92 |
| 1989 | -0.1 | 0.06 | 0.35 | 0.45 | 0.8 | 0.91 | -0.27 | -0.1 | 0.17 | -0.63 | -0.89 | -1.66 |
| 1990 | -0.95 | -1.42 | -1.77 | -1.64 | -0.37 | 1.64 | 2.31 | 1.81 | -0.74 | 0.34 | 0.97 | 1.56 |
| 1991 | -0.02 | -1.03 | -1.59 | -0.51 | 0.29 | 1.23 | 1.83 | 1.1 | -0.66 | -0.33 | -0.57 | -0.74 |
| 1992 | -0.79 | -0.76 | -1.53 | -1.96 | -2.37 | -1.84 | -1.25 | 1.22 | 0.47 | 0.52 | -0.14 | -0.46 |
| 1993 | -0.11 | -1.07 | -0.66 | -0.66 | 0.37 | 0.37 | -1.36 | 0.88 | 0.62 | 0.34 | -0.14 | 0.04 |
| 1994 | -0.27 | -0.34 | -0.63 | -0.08 | 0.15 | 0.48 | -0.06 | -1.7 | -2.1 | -2.51 | -1.08 | -0.05 |
| 1995 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1996 | 0 | 0 | -0.05 | -0.88 | -1.53 | -0.58 | -0.47 | 0.59 | 0.22 | -0.71 | -0.04 | 0.51 |
| 1997 | 1.52 | 1.41 | 1.31 | 0.68 | 0.31 | 0.24 | -1.68 | 1.31 | 2.21 | 2.12 | 1.44 | -0.02 |
| 1998 | -0.72 | -1.21 | -1.59 | -0.66 | -0.65 | 0.48 | -0.17 | -0.55 | -2.17 | -0.94 | -0.25 | -0.68 |
| 1999 | -1.27 | -0.78 | 0.46 | 1.33 | 1.62 | 1.08 | 0.07 | -1.12 | -0.58 | 1.53 | 0.82 | 0.47 |
| 2000 | 0.42 | 0.76 | 1.06 | 0.15 | -0.08 | -0.98 | 0.16 | -0.14 | -0.95 | -0.41 | -1.08 | -0.12 |
| 2001 | 0.94 | 1.7 | 1.89 | 1.13 | 0.55 | -0.16 | 0.11 | 0.64 | 0.26 | 0.46 | -0.05 | 0.41 |
| 2002 | -0.6 | 0.51 | 1.15 | 2.3 | 2.2 | 2.33 | 2.15 | 1.71 | 0.71 | 0.5 | 0.81 | 1.16 |
| 2003 | 0.48 | -0.3 | -0.07 | -0.27 | 0.57 | -0.38 | 0.46 | -0.71 | 0.55 | 0.03 | -0.42 | -0.83 |
| 2004 | 0.8 | 0.86 | 0.36 | -0.91 | -1.22 | -0.66 | 0.82 | 1.32 | 0.86 | -0.57 | -1.54 | -1.55 |
| 2005 | -1.07 | -0.52 | -0.73 | -0.47 | -0.71 | -0.64 | -0.55 | -1.7 | -0.59 | 0.24 | 0.52 | 0.46 |
| 2006 | 1.48 | 0.83 | 0.97 | -0.43 | 0.14 | -0.46 | -0.77 | -0.63 | -0.19 | -0.38 | 0.7 | 0.58 |
| 2007 | -0.27 | -1.42 | -0.53 | 0.4 | 1.24 | 0.43 | -0.22 | -0.42 | 0.35 | -0.04 | -0.13 | -0.4 |
| 2008 | 0.54 | 0.28 | -0.16 | -1.2 | -1.12 | -1.15 | -0.37 | -0.64 | -1.41 | -0.5 | -1.08 | 0.43 |
| 2009 | -0.57 | -0.11 | -1.06 | -0.26 | -0.29 | 0.13 | -0.56 | -0.92 | 0.19 | 0 | 1.64 | 1.06 |
| 2010 | 1.09 | -0.03 | -0.28 | -0.69 | -0.23 | 0.61 | 0.94 | -0.88 | -1.57 | -0.82 | -1.3 | 0.03 |
| 2011 | 0.1 | 0.62 | 0.58 | 0.26 | 0.01 | -1.86 | -0.05 | -0.7 | -0.28 | -0.94 | -0.92 | -0.04 |
| 2012 | -0.48 | 0.75 | 0.89 | 1.36 | 0.69 | -0.22 | -1.76 | -1.18 | -1.08 | -1.95 | -0.81 | 1.68 |
| 2013 | 1.19 | 1.12 | -0.85 | -0.91 | -1.14 | 0.32 | 1.58 | 0.39 | -1.1 | -0.61 | -0.78 | 0.92 |
| 2014 | 0.88 | 0.54 | -0.95 | -1.87 | -1.85 | -1.22 | -1.16 | 0.4 | 2.14 | 2.05 | 0.93 | -1.89 |
| 2015 | -1.68 | -0.99 | -0.05 | 0.79 | 1.11 | 1.05 | 0.11 | -0.41 | 0.22 | 0 | -0.52 | -0.97 |
| 2016 | -1.49 | -0.4 | -1.46 | -0.49 | -1.49 | 0.39 | 0.07 | -0.29 | -1.02 | -1.24 | -1.46 | -0.36 |
| Máximo | 1.9 | 1.7 | 2.0 | 2.3 | 2.2 | 2.3 | 2.3 | 2.4 | 2.2 | 2.1 | 3.0 | 2.8 |
| Mínimo | -2.1 | -2.3 | -1.9 | -2.0 | -2.4 | -2.3 | -1.8 | -1.7 | -2.2 | -2.5 | -1.5 | -1.9 |

Tabla 12

Valores de SPI Estación llave – Escala de Tiempo: 09 meses

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1971 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.34 | -0.92 | -0.04 |
| 1972 | 0.42 | 0.26 | -0.03 | -0.15 | -0.23 | -0.08 | 0.05 | -0.16 | -0.35 | -1.04 | -1.18 | -0.77 |
| 1973 | 0.54 | 0.56 | 0.78 | 0.97 | 1.04 | 1.02 | 1.2 | 1.38 | 1.37 | 0.79 | 0.62 | -0.22 |
| 1974 | -0.18 | 0.89 | 0.46 | 0.43 | 0.36 | 0.28 | 0.3 | 1.05 | 1.27 | 1.11 | -0.24 | 0.03 |
| 1975 | -0.13 | 0.34 | 0.49 | 0.37 | -0.02 | 0.23 | 0.22 | 0.44 | 0.71 | 1.03 | 0.44 | 1.42 |
| 1976 | 1.74 | 1.34 | 0.96 | 0.85 | 0.89 | 0.81 | 0.67 | 1.13 | 0.75 | 0.07 | -0.4 | -0.58 |
| 1977 | -1.15 | -0.79 | 0.1 | -0.14 | -0.38 | -0.7 | -0.39 | -0.15 | 0.13 | 0.82 | 1.16 | 0.24 |
| 1978 | 0.84 | 0.67 | 0.38 | 0.17 | 0.2 | -0.02 | -0.04 | -0.43 | -0.39 | -0.99 | -0.21 | -1.01 |
| 1979 | -0.24 | -0.6 | -0.75 | -0.97 | -0.98 | -1.03 | -0.89 | -1.39 | -0.95 | -1.21 | -0.77 | -1.03 |
| 1980 | -1 | -1.61 | -0.34 | -0.47 | -0.61 | -0.56 | -0.33 | -0.25 | 0.12 | 1.06 | 2.71 | 2.18 |
| 1981 | 2.14 | 2.24 | 2.2 | 1.98 | 1.94 | 1.77 | 1.53 | 0.51 | 1.06 | 0.82 | 0.09 | -0.73 |
| 1982 | -2.05 | -1.48 | -1.14 | -1.13 | -1.08 | -1.18 | -1.2 | -1.07 | -0.76 | 0.37 | 0.5 | -0.62 |
| 1983 | -1.25 | -1.66 | -1.82 | -1.53 | -1.44 | -1.69 | -2.01 | -2.32 | -1.58 | -1.11 | -0.73 | -0.24 |
| 1984 | 0.26 | 1.21 | 1.42 | 1.32 | 1.4 | 1.37 | 1.45 | 1.66 | 1.55 | 1.58 | 0.89 | 0.02 |
| 1985 | -0.21 | 0.83 | 0.86 | 0.98 | 1.1 | 1.34 | 1.04 | 0.92 | 1.48 | 1.87 | 1.97 | 3.27 |
| 1986 | 2.34 | 2.52 | 2.54 | 2.79 | 2.76 | 2.58 | 2.59 | 1.89 | 1.47 | 1.49 | 0.74 | 0.65 |
| 1987 | 0.37 | -0.11 | -0.42 | -0.5 | -0.46 | -0.4 | -0.16 | -0.18 | -0.63 | -1.08 | -0.17 | -0.65 |
| 1988 | -0.47 | -1.04 | -0.55 | -0.25 | -0.13 | -0.12 | -0.2 | -0.58 | -0.16 | -0.01 | 0.38 | -0.39 |
| 1989 | -0.44 | -0.61 | -0.34 | -0.01 | 0.04 | 0.08 | 0.11 | 0.36 | 0.52 | 0.11 | 0.1 | -0.78 |
| 1990 | -1.33 | -1.94 | -2.19 | -2.08 | -1.85 | -1.38 | -1.29 | -1.05 | -1.02 | -0.59 | 0.68 | 1.88 |
| 1991 | 0.63 | -0.07 | -0.53 | -0.44 | -0.35 | 0.03 | -0.15 | -0.59 | -1.12 | -0.19 | 0.09 | -0.24 |
| 1992 | -0.46 | -0.88 | -1.82 | -2.07 | -2.01 | -1.95 | -2.17 | -1.53 | -1.73 | -1.65 | -1.12 | -1.01 |
| 1993 | -0.18 | -0.92 | -0.73 | -0.54 | -0.85 | -0.71 | -0.79 | -0.62 | -0.41 | -0.68 | 0.26 | 0.28 |
| 1994 | -0.41 | -0.37 | -0.44 | -0.3 | -0.45 | -0.43 | -0.4 | -0.54 | -0.84 | -0.71 | -0.75 | -0.5 |
| 1995 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1996 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.27 | -1.18 | -0.95 | 0.07 |
| 1997 | 1.12 | 1.3 | 1.21 | 1.24 | 1.11 | 1.18 | 1.34 | 1.45 | 1.82 | 1.17 | 1.19 | 1.2 |
| 1998 | 0.11 | -0.05 | -0.47 | -0.31 | -0.68 | -1.13 | -1.14 | -1.65 | -1.7 | -1 | -0.84 | -1.08 |
| 1999 | -1.74 | -1.13 | -0.28 | 0.05 | 0.19 | 0.31 | 0.27 | 0.24 | 0.54 | 1.59 | 1.41 | 0.62 |
| 2000 | 0.88 | 0.83 | 0.85 | 0.67 | 0.71 | 0.75 | 0.28 | 0.45 | 0.49 | -0.06 | -0.73 | -1.11 |
| 2001 | 0.67 | 1.18 | 1.29 | 1.22 | 1.23 | 1.34 | 1.36 | 1.71 | 1.63 | 1.09 | 0.38 | 0.16 |
| 2002 | -0.51 | 0.41 | 1.04 | 1.55 | 1.55 | 1.71 | 1.85 | 1.98 | 1.95 | 2.55 | 2.28 | 2.47 |
| 2003 | 1.05 | 0.37 | 0.56 | 0.12 | 0.22 | 0.3 | 0.07 | -0.16 | -0.14 | -0.26 | -0.01 | -0.83 |
| 2004 | 0.71 | 0.43 | -0.03 | -0.16 | -0.11 | -0.29 | -0.03 | 0.35 | 0.28 | -0.92 | -1.26 | -1.26 |
| 2005 | -1.16 | -0.9 | -1.07 | -1.33 | -1.49 | -1.45 | -1.27 | -1.18 | -1.1 | -0.51 | -0.52 | -0.29 |
| 2006 | 1.33 | 0.72 | 0.77 | 0.69 | 0.75 | 0.75 | 0.61 | 0.57 | 0.62 | -0.7 | 0.26 | 0.02 |
| 2007 | -0.65 | -1.14 | -0.3 | -0.11 | -0.1 | -0.12 | -0.03 | -0.43 | -0.36 | 0.22 | 0.72 | -0.17 |
| 2008 | 0.33 | -0.02 | -0.35 | -0.55 | -0.51 | -0.63 | -0.58 | -0.52 | -0.79 | -1.39 | -1.65 | -0.69 |
| 2009 | -0.94 | -0.79 | -0.95 | -0.84 | -0.79 | -0.65 | -0.78 | -0.52 | -0.97 | -0.4 | 0.61 | 0.86 |
| 2010 | 0.86 | 0.61 | 0.23 | 0.18 | 0.45 | 0.35 | 0.34 | -0.41 | -0.43 | -0.77 | -1.07 | -0.28 |
| 2011 | -0.11 | -0.11 | 0.15 | -0.07 | -0.05 | 0.09 | 0.11 | 0.31 | 0.03 | -0.11 | -0.68 | -1.01 |
| 2012 | -0.94 | 0.16 | 0.54 | 0.48 | 0.52 | 0.53 | 0.6 | 0.77 | 0.46 | 0.73 | -0.1 | 0.97 |
| 2013 | 0.48 | 0.54 | -0.02 | -0.19 | 0.05 | 0.23 | 0.43 | 0.43 | -1.01 | -0.68 | -1.24 | 0.45 |
| 2014 | 0.9 | 0.13 | -0.55 | -0.74 | -0.71 | -0.58 | -0.68 | -0.35 | -0.34 | -0.71 | -0.44 | -0.5 |
| 2015 | -0.62 | -0.46 | -0.07 | 0.24 | 0.17 | -0.46 | -0.43 | -0.25 | 0.25 | 0.64 | 0.46 | -0.21 |
| 2016 | -1.51 | -0.86 | -1.65 | -1.44 | -1.41 | -1.5 | -1.47 | -1.27 | -1.49 | -0.88 | -2.03 | -0.67 |
| Máximo | 2.34 | 2.52 | 2.54 | 2.79 | 2.76 | 2.58 | 2.59 | 1.98 | 1.95 | 2.55 | 2.71 | 3.27 |
| Mínimo | -2.05 | -1.94 | -2.19 | -2.08 | -2.01 | -1.95 | -2.17 | -2.32 | -1.73 | -1.65 | -2.03 | -1.26 |

Tabla 13

Valores de SPI Estación llave – Escala de tiempo: 12 meses

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1972 | 0.28 | -0.29 | -0.05 | -0.21 | -0.22 | -0.29 | -0.25 | -0.34 | -0.15 | -0.18 | -0.42 | -0.37 |
| 1973 | -0.1 | 0.06 | 0.54 | 0.87 | 0.94 | 0.94 | 0.96 | 1.04 | 1.07 | 1.19 | 1.12 | 0.76 |
| 1974 | 0.39 | 1.14 | 0.66 | 0.43 | 0.36 | 0.38 | 0.32 | 0.82 | 0.64 | 0.69 | 0.63 | 0.76 |
| 1975 | 0.44 | -0.11 | 0.43 | 0.26 | 0.48 | 0.61 | 0.61 | 0.04 | 0.22 | 0.39 | 0.35 | 1.13 |
| 1976 | 1.43 | 1.25 | 1.1 | 1.07 | 0.93 | 0.8 | 0.8 | 1 | 1.11 | 0.82 | 0.78 | 0.09 |
| 1977 | -0.88 | -0.84 | -0.04 | -0.18 | -0.25 | -0.27 | -0.17 | -0.45 | -0.49 | -0.26 | 0.36 | 0.37 |
| 1978 | 0.99 | 0.86 | 0.02 | 0.14 | 0.13 | 0.13 | 0.06 | 0.12 | -0.05 | -0.26 | -0.1 | 0 |
| 1979 | -0.55 | -0.6 | -0.92 | -1.03 | -1.08 | -1.08 | -1.08 | -1.1 | -0.95 | -1.01 | -0.81 | -1.33 |
| 1980 | -1.51 | -1.8 | -0.69 | -0.6 | -0.6 | -0.6 | -0.29 | -0.37 | -0.07 | 0.3 | 1.28 | 1.07 |
| 1981 | 1.47 | 2.25 | 2.01 | 2.1 | 2.11 | 2.12 | 1.97 | 1.9 | 1.72 | 1.39 | 0.25 | 0.54 |
| 1982 | -0.41 | -0.86 | -1.13 | -1.11 | -1.13 | -1.14 | -1.26 | -1.26 | -1.06 | -0.89 | -0.53 | -0.99 |
| 1983 | -0.59 | -1.15 | -1.86 | -1.66 | -1.65 | -1.62 | -1.62 | -1.58 | -1.63 | -1.98 | -2.24 | -1.51 |
| 1984 | -0.5 | 0.78 | 1.48 | 1.23 | 1.29 | 1.33 | 1.33 | 1.37 | 1.13 | 1.52 | 1.73 | 1.53 |
| 1985 | 0.89 | 0.92 | 0.81 | 1.01 | 1.07 | 1.15 | 1.13 | 1.12 | 1.41 | 1.23 | 1.77 | 2.48 |
| 1986 | 2.43 | 2.34 | 2.83 | 2.9 | 2.79 | 2.71 | 2.71 | 2.65 | 2.38 | 2.31 | 1.52 | 1.35 |
| 1987 | 1.56 | 0.68 | -0.04 | -0.58 | -0.61 | -0.56 | -0.45 | -0.44 | -0.42 | -0.23 | 0.07 | -0.69 |
| 1988 | -1.12 | -1.31 | -0.72 | -0.21 | -0.13 | -0.17 | -0.28 | -0.3 | -0.29 | -0.37 | -0.86 | -0.53 |
| 1989 | -0.16 | 0.2 | 0.02 | -0.05 | -0.13 | -0.11 | -0.08 | -0.01 | 0.06 | -0.08 | 0 | -0.13 |
| 1990 | -0.52 | -1.02 | -1.84 | -2.13 | -1.92 | -1.4 | -1.45 | -1.38 | -1.5 | -1.18 | -0.52 | -0.05 |
| 1991 | -0.53 | -0.3 | 0.02 | 0.03 | -0.01 | -0.16 | -0.12 | -0.18 | -0.13 | -0.28 | -0.78 | -1.29 |
| 1992 | -0.69 | -0.6 | -1.35 | -1.63 | -1.79 | -2.17 | -2.2 | -1.72 | -1.76 | -1.9 | -1.45 | -1.67 |
| 1993 | -1.28 | -1.68 | -1.12 | -0.66 | -0.65 | -0.66 | -0.66 | -0.72 | -0.57 | -0.71 | -0.66 | -0.37 |
| 1994 | -0.75 | -0.18 | -0.4 | -0.43 | -0.34 | -0.35 | -0.35 | -0.64 | -0.71 | -0.84 | -0.88 | -0.76 |
| 1995 | 0.89 | 0.92 | 0.81 | 1.01 | 1.07 | 1.15 | 1.13 | 1.12 | 1.41 | 1.23 | 1.77 | 2.48 |
| 1996 | -0.88 | -0.47 | -0.22 | -0.22 | -0.23 | -0.18 | -0.19 | -0.09 | -0.09 | -0.49 | -0.52 | -0.05 |
| 1997 | 0.19 | 0.48 | 1.05 | 1.16 | 1.16 | 1.16 | 1.12 | 1.28 | 1.65 | 1.8 | 1.76 | 1.53 |
| 1998 | 0.46 | 0.03 | -0.46 | -0.45 | -0.46 | -0.37 | -0.37 | -0.77 | -1.4 | -1.36 | -1.6 | -1.75 |
| 1999 | -1.58 | -1.27 | -0.2 | 0 | 0.09 | 0.01 | 0.02 | 0.05 | 0.15 | 0.64 | 0.47 | 0.61 |
| 2000 | 1.38 | 1.43 | 1.1 | 0.63 | 0.57 | 0.6 | 0.64 | 0.65 | 0.54 | 0.13 | 0.04 | 0.33 |
| 2001 | 0.46 | 0.84 | 1.08 | 1.19 | 1.18 | 1.16 | 1.18 | 1.27 | 1.28 | 1.36 | 1.47 | 1.52 |
| 2002 | 0.45 | 0.52 | 0.95 | 1.51 | 1.6 | 1.71 | 1.84 | 1.78 | 1.72 | 1.85 | 1.98 | 2.08 |
| 2003 | 2.2 | 1.48 | 1.34 | 0.49 | 0.51 | 0.4 | 0.13 | 0.11 | 0.35 | 0.02 | -0.34 | -0.49 |
| 2004 | 0.23 | 0.54 | -0.18 | -0.14 | -0.23 | -0.23 | -0.08 | 0.1 | -0.12 | -0.21 | -0.15 | -0.33 |
| 2005 | -1.4 | -1.33 | -1.3 | -1.21 | -1.23 | -1.25 | -1.41 | -1.69 | -1.55 | -1.18 | -0.86 | -0.72 |
| 2006 | 0.55 | 0.21 | 0.59 | 0.61 | 0.57 | 0.59 | 0.59 | 0.64 | 0.64 | 0.46 | 0.7 | 0.72 |
| 2007 | -0.76 | -0.88 | -0.47 | -0.22 | -0.22 | -0.23 | -0.18 | -0.19 | -0.09 | -0.09 | -0.49 | -0.52 |
| 2008 | 0.4 | 0.59 | -0.28 | -0.61 | -0.61 | -0.62 | -0.62 | -0.62 | -0.86 | -0.72 | -0.86 | -0.5 |
| 2009 | -1.43 | -1.2 | -1.26 | -0.91 | -0.92 | -0.94 | -0.93 | -0.93 | -0.63 | -0.79 | 0.25 | -0.3 |
| 2010 | 0.33 | 0.29 | 0.2 | 0.09 | 0.32 | 0.32 | 0.27 | 0.32 | 0.09 | 0.11 | -0.82 | -0.39 |
| 2011 | -0.57 | -0.27 | 0.26 | 0.02 | -0.19 | -0.19 | -0.12 | -0.16 | -0.02 | -0.13 | -0.05 | -0.04 |
| 2012 | -0.45 | 0.05 | 0.21 | 0.43 | 0.4 | 0.41 | 0.35 | 0.38 | 0.31 | 0.22 | 0.4 | 1.11 |
| 2013 | 1.17 | 0.69 | -0.13 | -0.32 | -0.11 | 0 | 0.05 | 0.07 | 0.01 | 0.24 | 0.1 | -0.41 |
| 2014 | 0.02 | -0.43 | -0.52 | -0.47 | -0.7 | -0.83 | -0.86 | -0.68 | 0.09 | -0.01 | 0.02 | -0.99 |
| 2015 | -1.57 | -1.15 | -0.36 | 0.12 | 0.19 | 0.19 | 0.21 | 0.09 | -0.44 | -0.46 | -0.46 | -0.18 |
| 2016 | -0.34 | -0.08 | -1.28 | -1.45 | -1.51 | -1.5 | -1.45 | -1.47 | -1.66 | -1.75 | -1.66 | -1.44 |
| Máximo | 2.43 | 2.34 | 2.83 | 2.90 | 2.79 | 2.71 | 2.71 | 2.65 | 2.38 | 2.31 | 1.98 | 2.48 |
| Mínimo | -1.6 | -1.8 | -1.9 | -2.1 | -1.9 | -2.2 | -2.2 | -1.7 | -1.8 | -2.0 | -2.2 | -1.8 |

Tabla 14
Valores de SPI Estación Capazo – Escala de tiempo: 01 mes

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 1971 | | 1.31 | 0.45 | -0.07 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.14 | 0.08 | -0.43 | 0.79 | 0.28 |
| 1972 | -0.17 | -0.48 | 0.9 | -0.54 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.14 | 0.88 | 0.77 | 0.38 | -0.33 |
| 1973 | 0.9 | 0.12 | -1.14 | -0.92 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 1.01 | 1.58 | -0.43 | -0.58 | -0.92 |
| 1974 | 1.64 | 0.87 | -2.17 | -0.14 | 0.49 | 0.67 | 0.76 | 2.98 | 0.08 | -0.43 | -0.13 | -1.18 |
| 1975 | -0.1 | 0.9 | 1.34 | -0.68 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.14 | 1.68 | -0.43 | -0.92 | 1.71 |
| 1976 | 1.46 | -0.3 | -0.41 | -0.92 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.77 | 0.81 | -0.43 | -0.92 | -1.27 |
| 1977 | -1.13 | 1.38 | 0.99 | -0.92 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.14 | 0.44 | -0.43 | 1.05 | 0.38 |
| 1978 | 1.23 | -0.7 | 1.1 | 1.41 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.75 | 0.08 | -0.43 | 1.77 | 1.01 |
| 1979 | 0.87 | -0.76 | 0.73 | -0.92 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.14 | 0.08 | 0.79 | 0.04 | 0.51 |
| 1980 | -0.55 | -0.58 | 2.24 | 0.79 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.94 | 0.08 | 1.43 | -0.92 | -0.22 |
| 1981 | -0.39 | 1.61 | 1.36 | 0.05 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.14 | 0.08 | -0.43 | -0.2 | 1.14 |
| 1982 | 0.87 | 1.15 | -0.51 | -0.49 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.14 | 0.18 | 1.14 | 1.1 | -0.8 |
| 1983 | -1.96 | -1.97 | -1.02 | -0.92 | 0.49 | 0.62 | 1.11 | 0.14 | 0.08 | 0.24 | -0.92 | -0.37 |
| 1984 | 1.2 | 1.42 | 0.03 | -0.92 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.14 | 0.08 | 2.25 | 1.44 | 1.21 |
| 1985 | 0.37 | 0.62 | 0.41 | -0.34 | 0.49 | 1.1 | 0.76 | 0.14 | 0.08 | -0.43 | 1.57 | 1.82 |
| 1986 | 0.88 | 1.47 | 1.54 | -0.21 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.49 | 0.76 | -0.43 | -0.92 | 0.55 |
| 1987 | 1.12 | -0.21 | -0.77 | -0.65 | 0.49 | 0.62 | 2.21 | 0.14 | 0.08 | -0.43 | 0.33 | 0.09 |
| 1988 | 0.21 | -1.22 | 0.97 | 0.41 | 0.8 | 0.62 | 0.76 | 0.14 | 0.08 | -0.09 | -0.92 | -0.51 |
| 1989 | -2.9 | 0.51 | 1.25 | 2.37 | 0.49 | 1.06 | 0.76 | 0.14 | 0.08 | -0.43 | -0.9 | -1.57 |
| 1990 | -0.23 | -1.71 | -0.3 | 0.02 | 0.49 | 2.32 | 0.76 | 0.14 | 0.08 | 0.9 | 1.61 | 1.22 |
| 1991 | 0.38 | -0.47 | 0.78 | 0.58 | 1.05 | 1.74 | 0.76 | 0.14 | 0.08 | 0.45 | -0.16 | -0.61 |
| 1992 | 1.25 | -2.39 | -1.8 | -0.89 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.62 | 0.08 | 0.66 | 0.79 | 1.11 |
| 1993 | 1.15 | 0.01 | -0.12 | -0.01 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 1.73 | 0.08 | 0.49 | 1.35 | 1.44 |
| 1994 | 1 | 1.47 | -1.08 | 1.19 | 1.62 | 0.62 | 0.76 | 0.24 | 0.51 | -0.17 | 0.46 | 0.95 |
| 1995 | -2.9 | 0.51 | 1.25 | 2.37 | 0.49 | 1.06 | 0.76 | 0.14 | 0.08 | -0.43 | -0.9 | -1.57 |
| 1996 | 0.12 | -0.37 | -0.87 | 0.11 | 0.92 | 0.62 | 0.76 | 0.45 | 0.08 | -0.41 | 0.51 | -0.87 |
| 1997 | 0.5 | 0.8 | -0.56 | -0.25 | 2.44 | 0.62 | 0.76 | 1.3 | 3.05 | -0.07 | 0.23 | -0.68 |
| 1998 | 0.31 | -0.61 | -1.23 | -0.36 | 0.49 | 0.77 | 0.76 | 0.2 | 0.08 | -0.4 | 0.5 | -1.43 |
| 1999 | -1.45 | 0.67 | 1.33 | 1.19 | 0.51 | 0.62 | 0.76 | 0.4 | 0.33 | 0.73 | -0.92 | -0.73 |
| 2000 | 0.25 | 0.15 | 0.7 | -0.11 | 1 | 0.62 | 0.76 | 0.14 | 0.23 | 0.74 | -0.76 | -0.14 |
| 2001 | 1.22 | 1.42 | 0.65 | 0.69 | 0.49 | 0.83 | 0.76 | 0.41 | 0.15 | 0.08 | -0.26 | -0.8 |
| 2002 | -1.28 | 0.49 | 0.9 | 1.4 | 1.39 | 1.1 | 1.53 | 0.4 | 0.08 | 1.25 | 0.83 | 0.63 |
| 2003 | -0.86 | -0.57 | -0.07 | -0.92 | 1.29 | 0.62 | 1.21 | 0.14 | 0.08 | 1.98 | -0.7 | -0.3 |
| 2004 | 0.07 | -0.72 | -0.37 | -0.26 | 0.49 | 2.15 | 2.3 | 1.61 | 0.3 | -0.43 | -0.92 | -0.64 |
| 2005 | -0.78 | 0.79 | -0.61 | -0.2 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.14 | 0.74 | 0.07 | 0.15 | 0.63 |
| 2006 | 0.49 | -0.25 | 0.69 | 0.19 | 0.64 | 0.62 | 0.76 | 0.14 | 0.08 | 0.43 | 0.43 | 0.33 |
| 2007 | -0.5 | -0.24 | 0.14 | 0.04 | 0.76 | 0.62 | 0.93 | 0.14 | 0.66 | 0.04 | 0.55 | -0.06 |
| 2008 | 0.01 | -0.49 | -0.51 | -0.85 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.73 | 0.08 | -0.43 | -0.86 | 0.67 |
| 2009 | -1.38 | -0.66 | -0.41 | 1.6 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.14 | 1.46 | -0.26 | 1.58 | -0.33 |
| 2010 | -0.57 | -0.67 | -0.74 | 0.29 | 0.65 | 0.62 | 0.76 | 0.14 | 0.08 | 1.02 | -0.64 | 0.92 |
| 2011 | -0.41 | 0.41 | -0.62 | 0.6 | 0.98 | 0.74 | 1.13 | 0.14 | 0.93 | -0.43 | 0.21 | 1.08 |
| 2012 | -0.14 | 0.44 | -0.31 | 0.93 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.14 | 0.86 | 0.42 | 0.59 | 0.98 |
| 2013 | -0.01 | -0.24 | -0.73 | -0.92 | 1.85 | 1.29 | 0.99 | 0.41 | 0.08 | 0.5 | -0.36 | 0.31 |
| 2014 | -0.14 | -2.41 | -1.79 | 0.99 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 1.25 | 0.85 | 1.48 | 0.46 | -1.11 |
| 2015 | -0.38 | -0.23 | 0.79 | 1.7 | 0.49 | 0.62 | 0.79 | 0.45 | 0.65 | 0.45 | -0.18 | -3.13 |
| 2016 | -1.91 | 0.44 | -1.23 | 1.1 | 0.49 | 0.89 | 1.14 | 0.14 | 0.28 | -0.24 | -0.54 | -0.63 |
| Máximo | 1.64 | 1.61 | 2.24 | 2.37 | 2.44 | 2.32 | 2.30 | 2.98 | 3.05 | 2.25 | 1.77 | 1.82 |
| Mínimo | -2.9 | -2.41 | -2.17 | -0.92 | 0.49 | 0.62 | 0.76 | 0.14 | 0.08 | -0.43 | -0.92 | -3.13 |

Tabla 15

Valores de SPI Estación Capazo - Escala de tiempo: 03 meses

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1971 | 0 | 0 | 0 | 0.93 | 0.28 | -0.26 | -0.14 | -0.43 | -0.69 | -1.22 | 0.33 | 0.28 |
| 1972 | 0.08 | -0.42 | 0.02 | 0.12 | 0.63 | -0.72 | -0.14 | -0.43 | 0.04 | 0.54 | 0.59 | -0.08 |
| 1973 | 0.46 | 0.37 | 0.08 | -0.74 | -1.58 | -1.11 | -0.14 | 0.44 | 1.15 | 0.46 | -0.45 | -1.39 |
| 1974 | 0.77 | 1.19 | 0.95 | -0.17 | -1.82 | -0.3 | -0.01 | 2.34 | 2.71 | 1.97 | -0.7 | -1.36 |
| 1975 | -0.67 | 0.02 | 1.08 | 1.13 | 1.05 | -0.86 | -0.14 | -0.43 | 0.64 | -0.04 | -0.6 | 1.13 |
| 1976 | 1.6 | 1.48 | 0.53 | -0.73 | -0.8 | -1.11 | -0.14 | 0.19 | 0.53 | -0.15 | -1.27 | -1.89 |
| 1977 | -1.66 | -0.08 | 0.78 | 1.18 | 0.66 | -1.11 | -0.14 | -0.43 | -0.33 | -0.98 | 0.64 | 0.49 |
| 1978 | 1.1 | 0.52 | 0.96 | 0.61 | 1.33 | 1.17 | -0.14 | 0.17 | 0.14 | -0.54 | 1.31 | 1.35 |
| 1979 | 1.36 | 0.54 | 0.44 | -0.2 | 0.38 | -1.11 | -0.14 | -0.43 | -0.69 | 0.32 | 0.24 | 0.42 |
| 1980 | -0.22 | -0.56 | 0.97 | 1.4 | 2.2 | 0.58 | -0.14 | 0.36 | 0.39 | 1.4 | 0.37 | -0.06 |
| 1981 | -0.66 | 0.65 | 1.42 | 1.64 | 1.19 | -0.14 | -0.14 | -0.43 | -0.69 | -1.22 | -0.8 | 0.68 |
| 1982 | 0.97 | 1.49 | 0.85 | 0.36 | -0.77 | -0.67 | -0.14 | -0.43 | -0.57 | 0.78 | 1.22 | 0.22 |
| 1983 | -1.18 | -2.76 | -2.99 | -2.16 | -1.45 | -1.11 | 0.38 | 0.01 | -0.07 | -0.4 | -0.94 | -0.77 |
| 1984 | 0.51 | 1.33 | 1.41 | 0.72 | -0.34 | -1.11 | -0.14 | -0.43 | -0.69 | 2.07 | 2.07 | 1.95 |
| 1985 | 1.07 | 0.94 | 0.58 | 0.41 | 0.18 | -0.1 | 0.66 | 0.32 | -0.69 | -1.22 | 1.11 | 1.87 |
| 1986 | 1.71 | 2.01 | 2 | 1.64 | 1.33 | -0.39 | -0.14 | -0.09 | 0.22 | -0.46 | -1.32 | -0.02 |
| 1987 | 0.79 | 0.7 | 0.18 | -0.8 | -1.07 | -0.83 | 1.36 | 1.14 | 1.32 | -1.22 | -0.16 | -0.09 |
| 1988 | 0.11 | -0.55 | 0.03 | 0.06 | 0.91 | 0.28 | 0.2 | -0.43 | -0.69 | -0.85 | -1.49 | -1.02 |
| 1989 | -0.1 | 0.06 | 0.35 | 0.45 | 0.8 | 0.91 | -0.27 | -0.1 | 0.17 | -0.63 | -0.89 | -1.66 |
| 1990 | -1 | -1.66 | -1.28 | -1.22 | -0.39 | 1.29 | 2.02 | 1.9 | -0.69 | 0.46 | 1.5 | 1.61 |
| 1991 | 1.14 | 0.45 | 0.26 | 0.23 | 0.81 | 1.18 | 1.52 | 1.19 | -0.69 | -0.12 | -0.16 | -0.64 |
| 1992 | 0.56 | -0.22 | -0.58 | -2.91 | -2.24 | -1.07 | -0.14 | 0.04 | -0.03 | 0.39 | 0.72 | 1.13 |
| 1993 | 1.3 | 1.07 | 0.52 | -0.22 | -0.24 | -0.19 | -0.14 | 1.15 | 1.34 | 1.12 | 1.12 | 1.58 |
| 1994 | 1.51 | 1.89 | 1.01 | 0.78 | -0.17 | 1.16 | 0.68 | -0.35 | -0.19 | -0.63 | 0.14 | 0.72 |
| 1995 | -1.44 | -0.81 | 0.06 | 0.98 | 1.22 | 1.47 | 1.37 | 0.96 | 0.65 | 0.97 | 1.08 | 0.95 |
| 1996 | -1 | -1 | -0.7 | -0.79 | -0.76 | 0.03 | 0.28 | -0.14 | -0.26 | -0.92 | 0.04 | -0.7 |
| 1997 | 0.04 | 0.36 | 0.36 | 0.1 | -0.37 | 0.33 | 1.11 | 0.73 | 2.15 | 1.53 | 0.77 | -0.68 |
| 1998 | -0.13 | -0.54 | -0.79 | -1.23 | -1.36 | -0.44 | 0.18 | -0.17 | -0.62 | -1.18 | 0.04 | -1.02 |
| 1999 | -1.49 | -0.88 | 0.45 | 1.29 | 1.45 | 0.96 | -0.09 | -0.19 | -0.16 | 0.41 | -0.28 | -0.83 |
| 2000 | -0.38 | -0.19 | 0.41 | 0.34 | 0.55 | -0.14 | 0.33 | -0.43 | -0.52 | 0.3 | -0.23 | -0.33 |
| 2001 | 0.6 | 1.4 | 1.67 | 1.22 | 0.68 | 0.56 | 0.28 | 0.07 | -0.27 | -0.41 | -0.51 | -0.99 |
| 2002 | -1.44 | -0.81 | 0.06 | 0.98 | 1.22 | 1.47 | 1.37 | 0.96 | 0.65 | 0.97 | 1.08 | 0.95 |
| 2003 | -0.08 | -0.64 | -1.06 | -0.7 | -0.35 | -0.72 | 0.81 | 0.13 | 0.09 | 1.76 | 0.93 | 0.26 |
| 2004 | -0.34 | -0.63 | -0.71 | -0.85 | -0.55 | 1.01 | 2.45 | 2.85 | 2.26 | 0.57 | -1.96 | -1.24 |
| 2005 | -1.14 | -0.3 | -0.36 | 0.08 | -0.75 | -0.38 | -0.14 | -0.43 | -0.08 | -0.29 | 0.01 | 0.38 |
| 2006 | 0.51 | 0.28 | 0.36 | 0.19 | 0.59 | 0.03 | 0.07 | -0.43 | -0.69 | -0.14 | 0.31 | 0.31 |
| 2007 | -0.2 | -0.46 | -0.56 | -0.21 | 0.04 | -0.07 | 0.33 | -0.21 | 0.05 | -0.37 | 0.32 | -0.03 |
| 2008 | -0.03 | -0.46 | -0.7 | -0.9 | -0.88 | -1.03 | -0.14 | 0.15 | 0.13 | -0.55 | -2.3 | 0.1 |
| 2009 | -0.68 | -0.89 | -1.58 | -0.21 | 0.31 | 1.35 | -0.14 | -0.43 | 0.48 | -0.11 | 1.32 | 0.39 |
| 2010 | -0.08 | -1.05 | -1.3 | -0.88 | -0.61 | 0.13 | 0.08 | -0.43 | -0.69 | 0.61 | 0.07 | 0.7 |
| 2011 | 0.01 | 0.28 | -0.46 | -0.03 | -0.33 | 0.54 | 0.69 | 0.13 | 0.44 | -0.6 | -0.07 | 0.73 |
| 2012 | 0.39 | 0.51 | -0.17 | 0.2 | 0 | 0.71 | -0.14 | -0.43 | 0.02 | 0.15 | 0.56 | 0.9 |
| 2013 | 0.49 | 0.17 | -0.67 | -0.86 | -0.86 | 0.17 | 1.4 | 0.8 | -0.03 | 0.07 | -0.26 | 0.05 |
| 2014 | -0.16 | -1 | -1.98 | -1.77 | -0.75 | 0.77 | -0.14 | 0.68 | 1.04 | 1.74 | 1.08 | -0.09 |
| 2015 | -0.7 | -0.94 | -0.05 | 0.67 | 1.19 | 1.44 | -0.06 | -0.12 | 0.13 | 0.23 | -0.05 | -1.7 |
| 2016 | -2.45 | -1.41 | -1.32 | -0.04 | -0.45 | 0.97 | 0.66 | 0.32 | 0.09 | -0.92 | -1.02 | -1.06 |
| Máximo | 1.71 | 2.01 | 2.00 | 1.64 | 2.20 | 1.47 | 2.45 | 2.85 | 2.71 | 2.07 | 2.07 | 1.95 |
| Mínimo | -2.45 | -2.76 | -2.99 | -2.91 | -2.24 | -1.11 | -0.27 | -0.43 | -0.69 | -1.22 | -2.30 | -1.89 |

Tabla 16

Valores de SPI Estación Capazo - Escala de tiempo: 06 meses

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1971 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.12 | 0.12 | -0.67 | -1.7 | -0.05 | 0.12 |
| 1972 | -0.1 | -0.42 | 0.03 | 0 | -0.1 | -0.17 | 0.05 | 0.5 | -0.86 | 0.18 | 0.26 | -0.18 |
| 1973 | 0.48 | 0.42 | -0.08 | -0.29 | -0.3 | -0.16 | -0.84 | -1.55 | -0.29 | 0.11 | -0.45 | -1.03 |
| 1974 | 0.77 | 1.03 | 0.35 | 0.36 | 0.47 | 0.84 | -0.24 | -0.36 | 1.33 | 1.59 | 1.02 | -0.07 |
| 1975 | -0.17 | -0.2 | 0.48 | 0.43 | 0.5 | 0.91 | 1.1 | 0.97 | -0.55 | -0.41 | -1.15 | 1.19 |
| 1976 | 1.56 | 1.31 | 0.89 | 0.83 | 0.95 | 0.31 | -0.83 | -0.92 | -0.86 | -0.52 | -1.26 | -1.74 |
| 1977 | -1.73 | -0.36 | 0.11 | 0.03 | 0.17 | 0.58 | 1.14 | 0.53 | -1.57 | -1.44 | 0.32 | 0.38 |
| 1978 | 0.98 | 0.58 | 0.93 | 1.2 | 1.06 | 1.15 | 0.55 | 1.33 | 1.03 | -0.94 | 1.21 | 1.35 |
| 1979 | 1.27 | 0.83 | 0.95 | 0.88 | 0.53 | 0.22 | -0.28 | 0.23 | -1.7 | -0.04 | -0.16 | 0.28 |
| 1980 | -0.22 | -0.58 | 0.92 | 0.95 | 0.99 | 1.02 | 1.37 | 2.29 | 0.53 | 1.03 | 0.27 | -0.09 |
| 1981 | -0.36 | 0.64 | 1.13 | 0.96 | 1.08 | 1.35 | 1.62 | 1.12 | -0.53 | -1.7 | -1.38 | 0.56 |
| 1982 | 0.82 | 1.3 | 0.92 | 0.9 | 0.97 | 0.7 | 0.3 | -1.03 | -1.13 | 0.42 | 0.99 | 0.07 |
| 1983 | -1.02 | -1.92 | -2.2 | -2.67 | -3.18 | -3.38 | -2.2 | -1.64 | -1.38 | -0.47 | -1.21 | -0.92 |
| 1984 | 0.4 | 1.13 | 0.92 | 0.81 | 0.94 | 1.24 | 0.67 | -0.56 | -1.7 | 1.68 | 1.98 | 1.94 |
| 1985 | 1.39 | 1.53 | 1.42 | 1.03 | 0.79 | 0.49 | 0.42 | 0.13 | -0.49 | -0.72 | 1.04 | 1.86 |
| 1986 | 1.6 | 2.16 | 2.47 | 2.48 | 2.25 | 1.92 | 1.62 | 1.3 | -0.44 | -0.85 | -1.63 | -0.09 |
| 1987 | 0.69 | 0.45 | 0.04 | -0.01 | 0.13 | -0.01 | -0.6 | -0.75 | 0.02 | 0.28 | 0.27 | 0.14 |
| 1988 | -0.07 | -0.68 | -0.12 | -0.02 | -0.01 | 0.02 | 0 | 0.82 | -0.06 | -1.05 | -2.21 | -1.29 |
| 1989 | -2.47 | -1.47 | -0.46 | 0.21 | 0.34 | 0.67 | 1.52 | 1.89 | 1.96 | -0.8 | -1.55 | -2.57 |
| 1990 | -1.23 | -2.05 | -1.96 | -1.89 | -1.7 | -0.86 | -0.68 | 0.18 | 1.02 | 1.67 | 2.09 | 1.58 |
| 1991 | 1.15 | 0.83 | 0.98 | 0.96 | 0.69 | 0.5 | 0.41 | 0.99 | 0.91 | 0.88 | 0.32 | -0.88 |
| 1992 | 0.49 | -0.35 | -0.89 | -1.07 | -0.98 | -0.84 | -3.07 | -2.37 | -1.29 | 0.03 | 0.52 | 1.09 |
| 1993 | 1.3 | 1.14 | 0.88 | 0.81 | 0.73 | 0.42 | -0.3 | -0.03 | 0.4 | 0.75 | 1.37 | 1.77 |
| 1994 | 1.61 | 2.05 | 1.52 | 1.66 | 1.51 | 1.21 | 0.79 | -0.37 | 0.95 | -0.32 | -0.25 | 0.64 |
| 1995 | -1.56 | -1.01 | -0.41 | -0.09 | 0.04 | 0.41 | 1.11 | 1.35 | 1.45 | 1.38 | 1.24 | 1 |
| 1996 | 0.59 | 1.27 | 1.29 | 1.31 | 1.41 | 1.72 | 1.2 | 0.62 | 0.32 | -0.57 | -0.77 | -1.19 |
| 1997 | -0.12 | 0.27 | -0.04 | -0.05 | 0.04 | 0.36 | 0.19 | -0.32 | 1.25 | 1.62 | 0.84 | 0.01 |
| 1998 | 0.15 | -0.37 | -1.09 | -1.13 | -1.12 | -0.96 | -1.32 | -1.62 | -0.87 | -1.4 | -0.31 | -1.29 |
| 1999 | -1.73 | -0.94 | -0.05 | 0.21 | 0.18 | 0.61 | 1.25 | 1.42 | 0.75 | 0.06 | -0.67 | -1 |
| 2000 | -0.37 | -0.34 | -0.03 | -0.14 | 0.03 | 0.32 | 0.31 | 0.41 | -0.49 | 0.11 | -0.71 | -0.52 |
| 2001 | 0.59 | 1.27 | 1.29 | 1.31 | 1.41 | 1.72 | 1.2 | 0.62 | 0.32 | -0.57 | -0.77 | -1.19 |
| 2002 | -1.56 | -1.01 | -0.41 | -0.09 | 0.04 | 0.41 | 1.11 | 1.35 | 1.45 | 1.38 | 1.24 | 1 |
| 2003 | 0.04 | -0.33 | -0.41 | -0.74 | -0.84 | -1.29 | -0.66 | -0.47 | -0.83 | 1.66 | 0.78 | 0.18 |
| 2004 | 0.03 | -0.39 | -0.58 | -1.07 | -0.92 | -0.48 | -0.19 | 0.61 | 1.75 | 2.15 | 1.3 | -0.29 |
| 2005 | -1.05 | -0.61 | -0.88 | -0.87 | -0.7 | -0.51 | 0.01 | -1.01 | -0.59 | -0.67 | -0.42 | 0.29 |
| 2006 | 0.42 | 0.19 | 0.37 | 0.39 | 0.43 | 0.3 | 0.13 | 0.46 | -0.34 | -0.45 | -0.07 | 0.15 |
| 2007 | -0.28 | -0.46 | -0.43 | -0.47 | -0.48 | -0.65 | -0.25 | -0.12 | -0.23 | -0.48 | 0 | -0.13 |
| 2008 | -0.14 | -0.46 | -0.72 | -0.84 | -0.9 | -0.96 | -1 | -1.01 | -1.11 | -0.95 | -1.69 | 0.03 |
| 2009 | -0.82 | -1.24 | -1.34 | -0.83 | -0.67 | -1.09 | -0.29 | 0.15 | 1.29 | -0.48 | 1.11 | 0.39 |
| 2010 | -0.16 | -0.56 | -0.95 | -0.87 | -1.32 | -1.33 | -0.97 | -0.87 | -0.23 | 0.3 | -0.36 | 0.58 |
| 2011 | 0.06 | 0.2 | -0.13 | -0.17 | -0.02 | -0.4 | -0.02 | -0.45 | 0.51 | -0.3 | -0.29 | 0.74 |
| 2012 | 0.27 | 0.4 | 0.11 | 0.3 | 0.33 | -0.07 | 0.13 | -0.19 | 0.54 | -0.21 | 0.22 | 0.85 |
| 2013 | 0.45 | 0.22 | -0.17 | -0.33 | -0.31 | -0.71 | -0.64 | -0.74 | -0.01 | 0.85 | -0.04 | -0.05 |
| 2014 | -0.2 | -1.15 | -1.67 | -1.45 | -1.33 | -1.72 | -1.9 | -0.69 | 0.96 | 1.36 | 1.12 | 0.05 |
| 2015 | -0.27 | -0.59 | -0.2 | -0.04 | -0.07 | 0.29 | 0.62 | 1.15 | 1.3 | -0.12 | -0.38 | -1.78 |
| 2016 | -2.31 | -1.49 | -1.9 | -1.62 | -1.53 | -1.05 | -0.04 | -0.52 | 0.82 | -0.53 | -0.98 | -1.18 |
| Máximo | 1.6 | 2.2 | 2.5 | 2.5 | 2.3 | 1.9 | 1.6 | 2.3 | 2.0 | 2.2 | 2.1 | 1.9 |
| Mínimo | -2.5 | -2.1 | -2.2 | -2.7 | -3.2 | -3.4 | -3.1 | -2.4 | -1.7 | -1.7 | -2.2 | -2.6 |

Tabla 17

Valores de SPI Estación Capazo - Escala de tiempo: 09 meses

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1971 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.77 | 0.09 | -0.13 |
| 1972 | -0.16 | -0.5 | -0.03 | -0.14 | -0.12 | -0.13 | -0.06 | -0.18 | -0.2 | 0.07 | 0.57 | -0.61 |
| 1973 | 0.42 | 0.34 | -0.11 | -0.26 | -0.24 | -0.29 | -0.35 | -0.31 | -0.06 | -0.83 | -1.8 | -1.72 |
| 1974 | 0.71 | 1.02 | 0.43 | 0.37 | 0.33 | 0.25 | 0.32 | 0.82 | 1.21 | 0.18 | -0.75 | -0.36 |
| 1975 | -0.23 | 0.25 | 0.82 | 0.72 | 0.33 | 0.33 | 0.39 | 0.44 | 0.93 | 1.08 | 0.66 | 0.91 |
| 1976 | 1.5 | 1.24 | 0.91 | 0.79 | 0.81 | 0.74 | 0.8 | 0.93 | 0.32 | -0.95 | -1.47 | -2.56 |
| 1977 | -1.8 | -0.39 | 0.12 | -0.03 | -0.05 | -0.1 | -0.03 | 0.1 | 0.52 | 1.06 | 0.62 | -0.07 |
| 1978 | 0.92 | 0.5 | 0.89 | 1.11 | 1.13 | 1.12 | 1.18 | 1.05 | 1.12 | 0.46 | 1.67 | 1.7 |
| 1979 | 1.22 | 0.79 | 0.93 | 0.81 | 0.8 | 0.8 | 0.86 | 0.46 | 0.15 | -0.3 | 0.16 | -0.19 |
| 1980 | -0.29 | -0.67 | 0.86 | 0.95 | 0.97 | 0.97 | 0.92 | 0.99 | 1.01 | 1.58 | 2.26 | 0.01 |
| 1981 | -0.43 | 0.62 | 1.13 | 1.11 | 1.08 | 1.09 | 0.93 | 1.03 | 1.28 | 1.56 | 0.79 | 0.38 |
| 1982 | 0.76 | 1.23 | 0.87 | 0.79 | 0.81 | 0.81 | 0.87 | 0.91 | 0.63 | 0.37 | -0.23 | -0.32 |
| 1983 | -1.09 | -2.02 | -2.28 | -2.5 | -2.49 | -2.54 | -2.77 | -3.28 | -3.39 | -2.4 | -2.12 | -1.6 |
| 1984 | 0.37 | 1.08 | 0.89 | 0.75 | 0.77 | 0.77 | 0.78 | 0.88 | 1.17 | 1.05 | 0.76 | 1.74 |
| 1985 | 1.34 | 1.46 | 1.37 | 1.31 | 1.34 | 1.39 | 1.05 | 0.78 | 0.42 | 0.26 | 0.52 | 1.81 |
| 1986 | 1.6 | 2.14 | 2.43 | 2.41 | 2.44 | 2.46 | 2.5 | 2.25 | 1.89 | 1.6 | 0.93 | -0.41 |
| 1987 | 0.63 | 0.39 | 0.02 | -0.1 | -0.1 | -0.14 | 0.1 | 0.23 | 0.11 | -0.84 | -0.94 | -0.28 |
| 1988 | 0.09 | -0.54 | -0.01 | -0.16 | -0.13 | -0.14 | -0.07 | -0.09 | -0.05 | -0.16 | 0.39 | -1.24 |
| 1989 | -2.5 | -1.57 | -0.53 | 0.1 | 0.12 | 0.16 | 0.2 | 0.32 | 0.6 | 1.45 | 1.54 | -0.04 |
| 1990 | -1.2 | -2.05 | -2.05 | -2.08 | -2.07 | -1.58 | -1.5 | -1.32 | -0.94 | -0.67 | 0.82 | 1.98 |
| 1991 | 1.4 | 1.07 | 0.92 | 0.97 | 1.02 | 1.17 | 1.11 | 0.79 | 0.42 | 0.35 | 0.78 | -0.25 |
| 1992 | 0.65 | -0.21 | -0.96 | -1.14 | -1.12 | -1.15 | -1.17 | -1.05 | -0.88 | -2.82 | -1.35 | 0.76 |
| 1993 | 1.24 | 1.09 | 0.85 | 0.82 | 0.82 | 0.82 | 0.78 | 0.82 | 0.53 | -0.13 | 0.4 | 1.7 |
| 1994 | 1.56 | 2.11 | 1.6 | 1.76 | 1.7 | 1.71 | 1.7 | 1.48 | 1.16 | 0.7 | -0.45 | 1.01 |
| 1995 | 1.4 | 1.07 | 0.92 | 0.97 | 1.02 | 1.17 | 1.11 | 0.79 | 0.42 | 0.35 | 0.78 | -0.25 |
| 1996 | -0.43 | -0.41 | -0.08 | -0.13 | -0.1 | -0.13 | -0.18 | -0.05 | 0.25 | 0.3 | 0.17 | -0.77 |
| 1997 | -0.16 | 0.21 | -0.09 | -0.17 | -0.04 | -0.05 | 0.02 | 0.07 | 0.63 | 0.44 | -0.05 | -0.01 |
| 1998 | 0.24 | -0.32 | -0.76 | -0.86 | -0.97 | -1.27 | -1.21 | -1.21 | -1.04 | -1.61 | -1.54 | -1.7 |
| 1999 | -1.77 | -1.01 | -0.11 | 0.09 | 0.11 | 0.1 | 0.16 | 0.12 | 0.56 | 1.3 | 1.21 | -0.51 |
| 2000 | -0.43 | -0.41 | -0.08 | -0.13 | -0.1 | -0.13 | -0.18 | -0.05 | 0.25 | 0.3 | 0.17 | -0.77 |
| 2001 | 0.55 | 1.2 | 1.24 | 1.31 | 1.33 | 1.35 | 1.31 | 1.4 | 1.67 | 1.16 | 0.31 | -0.95 |
| 2002 | -1.59 | -1.05 | -0.46 | -0.18 | -0.13 | -0.08 | 0.02 | 0.11 | 0.43 | 1.23 | 1.57 | 1.51 |
| 2003 | 0.2 | -0.24 | -0.39 | -0.63 | -0.58 | -0.6 | -0.73 | -0.89 | -1.31 | -0.26 | -0.07 | -0.21 |
| 2004 | 0.07 | -0.43 | -0.61 | -0.74 | -0.72 | -0.41 | -0.58 | -0.28 | -0.12 | -0.16 | 0.14 | 0.1 |
| 2005 | -0.34 | 0.08 | -0.54 | -0.83 | -1 | -1.04 | -0.96 | -0.8 | -0.56 | -0.1 | -1.08 | 0.01 |
| 2006 | 0.36 | 0.11 | 0.34 | 0.33 | 0.35 | 0.32 | 0.35 | 0.36 | 0.23 | 0.04 | 0.4 | 0 |
| 2007 | -0.33 | -0.55 | -0.5 | -0.54 | -0.5 | -0.52 | -0.52 | -0.56 | -0.68 | -0.38 | -0.13 | -0.33 |
| 2008 | -0.17 | -0.53 | -0.75 | -0.93 | -0.91 | -0.96 | -0.92 | -0.95 | -0.98 | -1.2 | -1.67 | -0.46 |
| 2009 | -0.88 | -1.27 | -1.37 | -0.94 | -0.97 | -1 | -0.92 | -0.77 | -1.07 | -0.39 | 0.67 | 0.89 |
| 2010 | -0.23 | -0.65 | -0.94 | -0.93 | -0.91 | -1.02 | -0.95 | -1.43 | -1.42 | -0.92 | -0.92 | 0.49 |
| 2011 | 0 | 0.12 | -0.2 | -0.13 | -0.09 | -0.09 | -0.17 | -0.06 | -0.39 | -0.17 | -0.62 | 0.81 |
| 2012 | 0.28 | 0.36 | 0.11 | 0.21 | 0.24 | 0.19 | 0.26 | 0.26 | -0.11 | 0.09 | -0.06 | 1 |
| 2013 | 0.39 | 0.14 | -0.2 | -0.36 | -0.26 | -0.21 | -0.2 | -0.26 | -0.74 | -0.72 | -0.98 | -0.14 |
| 2014 | -0.03 | -1.06 | -1.7 | -1.49 | -1.49 | -1.53 | -1.56 | -1.31 | -1.57 | -1.25 | -0.12 | 0.25 |
| 2015 | -0.34 | -0.54 | -0.13 | 0.22 | 0.14 | 0.1 | -0.1 | -0.13 | 0.26 | 0.61 | 0.97 | -0.55 |
| 2016 | -2.38 | -1.55 | -1.92 | -1.63 | -1.64 | -1.67 | -1.65 | -1.57 | -1.07 | -0.21 | -1 | -0.62 |
| Máximo | 1.60 | 2.14 | 2.43 | 2.41 | 2.44 | 2.46 | 2.50 | 2.25 | 1.89 | 1.60 | 2.26 | 1.98 |
| Mínimo | -2.50 | -2.05 | -2.28 | -2.50 | -2.49 | -2.54 | -2.77 | -3.28 | -3.39 | -2.82 | -2.12 | -2.56 |

Tabla 18

Valores de SPI Estación Capazo – Escala de tiempo: 12 meses

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 1972 | 0.52 | -0.43 | -0.14 | -0.19 | -0.19 | -0.2 | -0.2 | -0.2 | -0.16 | -0.03 | -0.11 | -0.3 |
| 1973 | 0.28 | 0.51 | -0.29 | -0.32 | -0.32 | -0.33 | -0.33 | -0.25 | -0.2 | -0.33 | -0.45 | -0.59 |
| 1974 | -0.01 | 0.36 | 0.26 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.69 | 0.62 | 0.62 | 0.65 | 0.64 |
| 1975 | -0.42 | -0.47 | 0.78 | 0.69 | 0.68 | 0.69 | 0.69 | 0.26 | 0.34 | 0.34 | 0.28 | 1.24 |
| 1976 | 1.84 | 1.54 | 0.81 | 0.75 | 0.75 | 0.76 | 0.75 | 0.79 | 0.74 | 0.74 | 0.73 | -0.31 |
| 1977 | -1.95 | -0.85 | -0.09 | -0.08 | -0.08 | -0.09 | -0.09 | -0.13 | -0.15 | -0.15 | 0.17 | 0.58 |
| 1978 | 1.45 | 0.67 | 0.77 | 1.08 | 1.07 | 1.08 | 1.08 | 1.12 | 1.1 | 1.1 | 1.26 | 1.52 |
| 1979 | 1.25 | 1.33 | 1.18 | 0.78 | 0.77 | 0.78 | 0.78 | 0.74 | 0.74 | 0.85 | 0.43 | 0.23 |
| 1980 | -0.49 | -0.5 | 0.74 | 0.92 | 0.91 | 0.92 | 0.92 | 0.97 | 0.97 | 1.07 | 0.97 | 0.79 |
| 1981 | 0.79 | 1.81 | 1.25 | 1.08 | 1.07 | 1.09 | 1.09 | 1.04 | 1.03 | 0.81 | 0.85 | 1.33 |
| 1982 | 1.72 | 1.6 | 0.85 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.92 | 1.11 | 0.56 |
| 1983 | -0.54 | -2.34 | -2.65 | -2.62 | -2.59 | -2.64 | -2.59 | -2.59 | -2.57 | -2.85 | -3.46 | -3.27 |
| 1984 | -0.95 | 0.45 | 0.77 | 0.74 | 0.73 | 0.74 | 0.71 | 0.71 | 0.71 | 1.08 | 1.39 | 1.9 |
| 1985 | 1.42 | 1.11 | 1.3 | 1.29 | 1.28 | 1.34 | 1.34 | 1.34 | 1.33 | 0.94 | 0.95 | 1.29 |
| 1986 | 1.43 | 1.96 | 2.56 | 2.45 | 2.43 | 2.43 | 2.43 | 2.44 | 2.44 | 2.44 | 2.05 | 1.61 |
| 1987 | 1.63 | 0.99 | -0.11 | -0.15 | -0.15 | -0.16 | 0.02 | 0 | -0.03 | -0.03 | 0.12 | -0.03 |
| 1988 | -0.59 | -1.08 | -0.19 | -0.04 | -0.02 | -0.03 | -0.21 | -0.21 | -0.21 | -0.18 | -0.32 | -0.5 |
| 1989 | -1.51 | -0.8 | -0.58 | 0.06 | 0.05 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.09 | 0.07 | 0.08 | -0.08 |
| 1990 | 0.52 | -0.22 | -1.22 | -2.1 | -2.08 | -1.67 | -1.67 | -1.67 | -1.66 | -1.45 | -0.77 | 0.15 |
| 1991 | 0.41 | 0.72 | 1.2 | 1.22 | 1.23 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.06 | 0.68 | 0.06 |
| 1992 | 0.54 | 0.16 | -0.74 | -0.95 | -0.97 | -1.23 | -1.23 | -1.19 | -1.18 | -1.14 | -0.88 | -0.16 |
| 1993 | -0.22 | 0.35 | 0.73 | 0.78 | 0.78 | 0.79 | 0.79 | 0.91 | 0.91 | 0.89 | 1 | 1.18 |
| 1994 | 1.03 | 1.79 | 1.64 | 1.75 | 1.78 | 1.8 | 1.8 | 1.67 | 1.67 | 1.62 | 1.41 | 1.23 |
| 1995 | 0.07 | -0.6 | -0.43 | -0.22 | -0.17 | -0.14 | -0.06 | -0.06 | -0.06 | 0.12 | 0.31 | 0.73 |
| 1996 | -99 | -99 | -99 | -99 | -99 | -99 | -99 | -99 | -99 | -99 | -99 | -1.11 |
| 1997 | -0.8 | -0.25 | -0.16 | -0.2 | -0.09 | -0.1 | -0.1 | -0.01 | 0.21 | 0.23 | 0.18 | 0.24 |
| 1998 | 0.13 | -0.6 | -0.8 | -0.78 | -0.92 | -0.93 | -0.93 | -1.06 | -1.34 | -1.37 | -1.24 | -1.42 |
| 1999 | -2.35 | -1.65 | -0.26 | 0.05 | 0.05 | 0.03 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.17 | 0 | 0.13 |
| 2000 | 0.68 | 0.47 | 0.07 | -0.19 | -0.17 | -0.17 | -0.17 | -0.19 | -0.19 | -0.19 | -0.16 | 0 |
| 2001 | 0.54 | 1.23 | 1.25 | 1.3 | 1.28 | 1.31 | 1.31 | 1.32 | 1.31 | 1.24 | 1.24 | 1.15 |
| 2002 | 0.07 | -0.6 | -0.43 | -0.22 | -0.17 | -0.14 | -0.06 | -0.06 | -0.06 | 0.12 | 0.31 | 0.73 |
| 2003 | 0.8 | 0.42 | -0.07 | -0.5 | -0.5 | -0.57 | -0.62 | -0.63 | -0.63 | -0.41 | -0.65 | -1.05 |
| 2004 | -0.55 | -0.69 | -0.84 | -0.72 | -0.76 | -0.44 | -0.28 | -0.11 | -0.1 | -0.54 | -0.52 | -0.62 |
| 2005 | -0.98 | -0.29 | -0.38 | -0.36 | -0.35 | -0.69 | -0.92 | -1.11 | -1.08 | -1.03 | -0.85 | -0.38 |
| 2006 | 0.21 | -0.34 | 0.24 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.28 | 0.26 | 0.3 | 0.34 | 0.24 |
| 2007 | -0.22 | -0.27 | -0.6 | -0.6 | -0.58 | -0.6 | -0.58 | -0.58 | -0.55 | -0.6 | -0.54 | -0.69 |
| 2008 | -0.41 | -0.59 | -0.89 | -0.98 | -0.98 | -1 | -1.02 | -0.97 | -0.99 | -1.03 | -1.21 | -0.87 |
| 2009 | -1.45 | -1.71 | -1.71 | -1.02 | -1.01 | -1.03 | -1.03 | -1.08 | -0.98 | -0.97 | -0.38 | -0.78 |
| 2010 | -0.45 | -0.53 | -0.66 | -1.01 | -0.99 | -1.01 | -1.01 | -1.01 | -1.09 | -0.89 | -1.44 | -0.84 |
| 2011 | -0.71 | -0.29 | -0.25 | -0.18 | -0.16 | -0.16 | -0.13 | -0.13 | -0.09 | -0.27 | -0.14 | -0.05 |
| 2012 | 0.07 | 0.05 | 0.16 | 0.22 | 0.2 | 0.19 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.23 | 0.3 | 0.27 |
| 2013 | 0.31 | 0 | -0.12 | -0.42 | -0.33 | -0.25 | -0.23 | -0.21 | -0.25 | -0.24 | -0.38 | -0.7 |
| 2014 | -0.73 | -1.51 | -1.83 | -1.33 | -1.42 | -1.57 | -1.6 | -1.47 | -1.42 | -1.17 | -0.96 | -1.45 |
| 2015 | -1.5 | -0.97 | -0.03 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.17 | 0.09 | 0.08 | -0.12 | -0.21 | -0.34 |
| 2016 | -0.81 | -0.55 | -1.54 | -1.72 | -1.71 | -1.7 | -1.66 | -1.68 | -1.69 | -1.79 | -1.78 | -1.46 |
| Máximo | 1.84 | 1.96 | 2.56 | 2.45 | 2.43 | 2.43 | 2.43 | 2.44 | 2.44 | 2.44 | 2.05 | 1.90 |
| Mínimo | -99.0 | -99.0 | -99.0 | -99.0 | -99.0 | -99.0 | -99.0 | -99.0 | -99.0 | -99.0 | -99.0 | -3.3 |

Tabla 19
Valores de SPI Estación Juli-Escala de tiempo: 01 mes

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1971 | 0 | 1.08 | -1.2 | 0.25 | -0.47 | 0.84 | -0.42 | 0.57 | -2.01 | -0.72 | 0.68 | 0.56 |
| 1972 | 0.78 | -0.17 | -0.28 | -0.72 | -1.01 | -0.49 | 0.35 | -0.5 | 0.32 | -0.89 | -0.23 | 0.74 |
| 1973 | 1.26 | 0.23 | 0.75 | 1.14 | 0.66 | -0.49 | 0.66 | 0.56 | 0.73 | -0.16 | -0.39 | -0.67 |
| 1974 | 0.58 | 1.77 | -0.77 | 0.3 | -1.01 | 0.36 | -0.43 | 2.86 | -0.55 | 0.09 | -0.73 | -0.23 |
| 1975 | -0.09 | 0.79 | 0.6 | -0.65 | 1.89 | 1.61 | -0.43 | -0.02 | 0.74 | 0.99 | -1.07 | 1.69 |
| 1976 | 0.94 | 0.27 | -0.04 | -0.56 | 0.63 | 0.25 | -0.28 | 1.53 | 1.38 | -2.01 | -1.31 | 0.01 |
| 1977 | -1.45 | 0.35 | 1.41 | -2.24 | -0.58 | -0.49 | 1.06 | -0.71 | 1.18 | 0.26 | 1.14 | -0.01 |
| 1978 | 0.58 | -0.04 | -0.36 | -0.65 | -1.01 | -0.49 | 0.23 | 0.08 | 0.35 | -1.42 | 1.37 | -2.31 |
| 1979 | 0.43 | -0.89 | -0.31 | -1.39 | -0.7 | -0.3 | -0.29 | 0.96 | -0.22 | 0.4 | 0.1 | -0.2 |
| 1980 | -0.85 | -1.83 | 1.58 | -0.84 | -0.62 | -0.26 | 2.51 | 0.35 | 1.23 | 2.01 | 2.31 | -1.82 |
| 1981 | 0.61 | 1.03 | 0.62 | 0.46 | -0.04 | 0.02 | 1.14 | -0.44 | 0.55 | -0.24 | -0.53 | -0.24 |
| 1982 | -2.3 | 0.19 | 0.4 | 0.36 | -0.37 | -0.36 | -0.43 | -0.68 | 1.09 | 0.88 | 0.55 | -3 |
| 1983 | -1.03 | -1.31 | -0.61 | 0.74 | -0.06 | 0.31 | -0.43 | -0.57 | 0.72 | -0.22 | -0.63 | 0.43 |
| 1984 | 0.96 | 1.73 | 0.92 | -0.41 | 0.95 | 0.78 | -0.01 | 0.15 | -1.67 | 1.78 | 0.71 | -0.72 |
| 1985 | -0.52 | 1.76 | 0.54 | 0.84 | 1.58 | 1.46 | -0.43 | 0.08 | 1.33 | 0.61 | 2.07 | 1.47 |
| 1986 | -0.08 | 1.52 | 1.06 | 1.66 | 0.1 | -0.49 | 0.04 | -0.52 | 0.02 | -1.01 | 0.2 | 0.89 |
| 1987 | 0.79 | -0.89 | -0.58 | -0.36 | -0.62 | 0.65 | 1.27 | -0.47 | 0.02 | 0.5 | 0.94 | -1.77 |
| 1988 | -0.14 | -1.53 | 0.82 | 1.48 | 0.76 | -0.22 | -0.14 | -1.22 | 0 | 0.15 | -1.07 | -0.12 |
| 1989 | 0.63 | -0.28 | 0.5 | 1.29 | -0.87 | 0.32 | 0.48 | -0.05 | 0.42 | -0.99 | -0.59 | -0.59 |
| 1990 | -0.25 | -1.98 | -0.78 | 0.3 | 1.39 | 2.74 | -0.43 | 0.32 | -0.75 | 1.09 | 1.09 | 0.81 |
| 1991 | -1.77 | -0.99 | 0.16 | 0.35 | 1.14 | 2.13 | 0.35 | -0.56 | -0.28 | 0.48 | -0.62 | -0.29 |
| 1992 | -0.24 | -0.71 | -1.6 | -1.67 | -1.01 | 0.05 | -0.22 | 1.76 | -1.36 | 0.24 | 0.44 | -0.74 |
| 1993 | 0.33 | -2.06 | 0.29 | 0.73 | -0.53 | -0.06 | -0.43 | 1.48 | 0.01 | -0.42 | 0.39 | 0.3 |
| 1994 | -0.61 | -0.07 | -0.06 | 0.55 | 0.83 | -0.49 | -0.43 | -1.22 | -0.97 | -1.24 | 0.06 | 0.66 |
| 1995 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1996 | 1 | 0.15 | -1.44 | -0.28 | -0.43 | -0.49 | 0.43 | 0.99 | -0.41 | -1.35 | 0.85 | 0.6 |
| 1997 | 1.45 | 0.78 | 0.29 | 0.62 | -0.55 | -0.49 | -0.43 | 1.92 | 1.9 | -0.25 | 0.97 | -0.6 |
| 1998 | -1.23 | -0.29 | -0.89 | 0.6 | -1.01 | 1.01 | -0.43 | -1.2 | -1.04 | 0.32 | 0.23 | -0.86 |
| 1999 | -1.03 | 0.32 | 1.34 | 1.26 | 0.84 | -0.16 | -0.21 | -0.57 | 0.05 | 2.35 | -0.6 | -0.31 |
| 2000 | 1.26 | 0.42 | 0.42 | -1.15 | 0 | 0.4 | 0.61 | -0.31 | -1.23 | 0.68 | -2.19 | 0.55 |
| 2001 | 1.57 | 1.23 | 0.73 | 0.15 | -0.34 | -0.36 | 1.02 | 0.73 | -0.4 | 0.87 | -0.08 | 0.51 |
| 2002 | -1 | 1.34 | 1.38 | 2.36 | 1.19 | 1.33 | 2.39 | 0.31 | -0.5 | 1.2 | 0.81 | 0.52 |
| 2003 | 0 | -0.91 | 0.84 | -1.14 | 1.36 | -0.19 | -0.43 | 0 | 1.03 | -1 | -0.6 | 0.22 |
| 2004 | 1.43 | 0.02 | -0.94 | -0.84 | 0.51 | 0.05 | 1.44 | 1.26 | -0.19 | -1.96 | -0.43 | -0.29 |
| 2005 | -0.69 | 0.17 | -0.41 | -0.63 | 0.35 | -0.49 | -0.43 | -1.22 | 0.26 | 0.89 | 0.4 | 0.2 |
| 2006 | 1.92 | -0.89 | 0.46 | -0.31 | -0.23 | 0.25 | -0.43 | -0.1 | 0.32 | -0.33 | 1.07 | 0.17 |
| 2007 | -1.32 | -1.31 | 1.24 | 0.75 | -0.34 | 0.13 | 0.48 | -0.42 | 0.76 | -0.24 | -0.17 | 0.18 |
| 2008 | 0.99 | -0.6 | -0.6 | -0.98 | -0.47 | 0.02 | 0.43 | -0.65 | -1.57 | 0.74 | -2.4 | 1.05 |
| 2009 | -1.07 | -0.07 | -0.35 | 0.54 | -1.01 | -0.49 | 0.52 | -1.22 | 0.73 | 0.1 | 1.72 | -0.43 |
| 2010 | 0.61 | -0.21 | -0.68 | 0.09 | 1.9 | -0.49 | -0.43 | -0.12 | -1.61 | 0.25 | -1.16 | 0.78 |
| 2011 | 0.19 | 0.48 | 0.63 | -1.98 | -0.11 | -0.49 | 0.74 | -1.22 | 0.14 | -0.48 | -0.68 | 0.83 |
| 2012 | -0.87 | 1.4 | 0.92 | 0.14 | -1.01 | -0.02 | -0.43 | -0.53 | -0.39 | -1.52 | 0.21 | 2.18 |
| 2013 | -0.39 | 0.3 | -1.29 | -1.22 | 1.76 | 1.27 | 0.43 | -0.3 | -1.34 | 0.5 | -0.55 | 1.38 |
| 2014 | 0.58 | -0.94 | -1.39 | -0.89 | -0.91 | -0.49 | 0.03 | 0.94 | 2.28 | -0.09 | -0.51 | -1.49 |
| 2015 | -0.73 | 0.06 | 0.76 | 1.3 | 0.62 | -0.49 | 0.33 | -0.08 | 0.55 | -0.05 | -0.83 | -0.16 |
| 2016 | -1.24 | 0.62 | -3.57 | 0.68 | -0.2 | 0.15 | 0.77 | -0.58 | -1.36 | -0.03 | -1.13 | 0.51 |
| Máximo | 1.92 | 1.77 | 1.58 | 2.36 | 1.90 | 2.74 | 2.51 | 2.86 | 2.28 | 2.35 | 2.31 | 2.18 |
| Mínimo | -2.30 | -2.06 | -3.57 | -2.24 | -1.01 | -0.49 | -0.43 | -1.22 | -2.01 | -2.01 | -2.40 | -3.00 |

Tabla 20

Valores de SPI Estación Juli-Escala de tiempo: 03 meses

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1971 | 0 | 0 | 0 | 0.11 | -1.04 | 0.17 | -0.25 | 0.33 | -0.87 | -1.22 | -0.29 | 0.44 |
| 1972 | 0.94 | 0.51 | 0.05 | -0.65 | -0.76 | -1.07 | -0.75 | -0.7 | -0.12 | -0.86 | -0.68 | -0.06 |
| 1973 | 1.03 | 1.07 | 1.15 | 0.82 | 1.05 | 0.92 | 0.34 | 0.31 | 0.74 | 0.36 | -0.25 | -1.26 |
| 1974 | -0.24 | 1.13 | 1.01 | 0.84 | -0.74 | 0.01 | -1.07 | 2.36 | 1.61 | 1.6 | -0.97 | -0.93 |
| 1975 | -0.67 | 0.22 | 0.6 | 0.59 | 0.56 | 0.76 | 1.7 | 0.57 | 0.25 | 0.87 | 0.09 | 1.32 |
| 1976 | 1.28 | 1.41 | 0.52 | -0.17 | -0.31 | -0.37 | 0 | 1.02 | 1.59 | 0.91 | -0.63 | -1.64 |
| 1977 | -1.61 | -0.61 | 0.39 | 0.8 | 0.83 | -2.34 | 0.07 | -0.23 | 0.87 | 0.61 | 1.31 | 0.7 |
| 1978 | 0.8 | 0.2 | -0.05 | -0.59 | -0.82 | -1.01 | -0.91 | -0.34 | 0.08 | -0.83 | 0.81 | -0.44 |
| 1979 | 0.27 | -0.9 | -0.56 | -1.26 | -0.96 | -1.64 | -1.52 | 0.33 | 0.1 | 0.32 | -0.12 | -0.29 |
| 1980 | -0.89 | -1.58 | -0.13 | 0.18 | 1.16 | -1.11 | 1.29 | 1.35 | 1.72 | 2.08 | 3.01 | 2.09 |
| 1981 | 1.31 | 0.4 | 1.15 | 1 | 0.58 | 0.2 | 0.37 | 0.02 | 0.4 | -0.24 | -0.47 | -1 |
| 1982 | -2.09 | -1.16 | -0.86 | 0.3 | 0.31 | 0.03 | -1.39 | -1.42 | 0.43 | 0.93 | 1 | -0.74 |
| 1983 | -1.55 | -2.28 | -1.93 | -1.02 | -0.3 | 0.49 | -0.59 | -0.99 | 0.06 | -0.1 | -0.4 | -0.37 |
| 1984 | 0.53 | 1.63 | 1.97 | 1.5 | 0.71 | 0.05 | 0.63 | 0.08 | -1.08 | 0.77 | 0.91 | 0.61 |
| 1985 | -0.54 | 0.58 | 1.06 | 1.56 | 0.9 | 1.35 | 1.39 | 0.48 | 0.87 | 1.13 | 2.37 | 2.8 |
| 1986 | 1.91 | 1.48 | 1.41 | 1.95 | 1.49 | 1.28 | -0.47 | -0.96 | -0.51 | -1.23 | -0.51 | 0.33 |
| 1987 | 0.91 | 0.39 | -0.44 | -1.22 | -0.89 | -0.43 | 0.58 | 0.35 | 0.05 | -0.12 | 0.73 | -0.27 |
| 1988 | -0.41 | -1.54 | -0.4 | 0.26 | 1.27 | 1.25 | 0.02 | -1.5 | -0.8 | -0.57 | -0.83 | -0.92 |
| 1989 | -0.1 | 0.06 | 0.35 | 0.45 | 0.8 | 0.91 | -0.27 | -0.1 | 0.17 | -0.63 | -0.89 | -1.66 |
| 1990 | -0.95 | -1.42 | -1.77 | -1.64 | -0.37 | 1.64 | 2.31 | 1.81 | -0.74 | 0.34 | 0.97 | 1.56 |
| 1991 | -0.02 | -1.03 | -1.59 | -0.51 | 0.29 | 1.23 | 1.83 | 1.1 | -0.66 | -0.33 | -0.57 | -0.74 |
| 1992 | -0.79 | -0.76 | -1.53 | -1.96 | -2.37 | -1.84 | -1.25 | 1.22 | 0.47 | 0.52 | -0.14 | -0.46 |
| 1993 | -0.11 | -1.07 | -0.66 | -0.66 | 0.37 | 0.37 | -1.36 | 0.88 | 0.62 | 0.34 | -0.14 | 0.04 |
| 1994 | -0.27 | -0.34 | -0.63 | -0.08 | 0.15 | 0.48 | -0.06 | -1.7 | -2.1 | -2.51 | -1.08 | -0.05 |
| 1995 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1996 | 0 | 0 | -0.05 | -0.88 | -1.53 | -0.58 | -0.47 | 0.59 | 0.22 | -0.71 | -0.04 | 0.51 |
| 1997 | 1.52 | 1.41 | 1.31 | 0.68 | 0.31 | 0.24 | -1.68 | 1.31 | 2.21 | 2.12 | 1.44 | -0.02 |
| 1998 | -0.72 | -1.21 | -1.59 | -0.66 | -0.65 | 0.48 | -0.17 | -0.55 | -2.17 | -0.94 | -0.25 | -0.68 |
| 1999 | -1.27 | -0.78 | 0.46 | 1.33 | 1.62 | 1.08 | 0.07 | -1.12 | -0.58 | 1.53 | 0.82 | 0.47 |
| 2000 | 0.42 | 0.76 | 1.06 | 0.15 | -0.08 | -0.98 | 0.16 | -0.14 | -0.95 | -0.41 | -1.08 | -0.12 |
| 2001 | 0.94 | 1.7 | 1.89 | 1.13 | 0.55 | -0.16 | 0.11 | 0.64 | 0.26 | 0.46 | -0.05 | 0.41 |
| 2002 | -0.6 | 0.51 | 1.15 | 2.3 | 2.2 | 2.33 | 2.15 | 1.71 | 0.71 | 0.5 | 0.81 | 1.16 |
| 2003 | 0.48 | -0.3 | -0.07 | -0.27 | 0.57 | -0.38 | 0.46 | -0.71 | 0.55 | 0.03 | -0.42 | -0.83 |
| 2004 | 0.8 | 0.86 | 0.36 | -0.91 | -1.22 | -0.66 | 0.82 | 1.32 | 0.86 | -0.57 | -1.54 | -1.55 |
| 2005 | -1.07 | -0.52 | -0.73 | -0.47 | -0.71 | -0.64 | -0.55 | -1.7 | -0.59 | 0.24 | 0.52 | 0.46 |
| 2006 | 1.48 | 0.83 | 0.97 | -0.43 | 0.14 | -0.46 | -0.77 | -0.63 | -0.19 | -0.38 | 0.7 | 0.58 |
| 2007 | -0.27 | -1.42 | -0.53 | 0.4 | 1.24 | 0.43 | -0.22 | -0.42 | 0.35 | -0.04 | -0.13 | -0.4 |
| 2008 | 0.54 | 0.28 | -0.16 | -1.2 | -1.12 | -1.15 | -0.37 | -0.64 | -1.41 | -0.5 | -1.08 | 0.43 |
| 2009 | -0.57 | -0.11 | -1.06 | -0.26 | -0.29 | 0.13 | -0.56 | -0.92 | 0.19 | 0 | 1.64 | 1.06 |
| 2010 | 1.09 | -0.03 | -0.28 | -0.69 | -0.23 | 0.61 | 0.94 | -0.88 | -1.57 | -0.82 | -1.3 | 0.03 |
| 2011 | 0.1 | 0.62 | 0.58 | 0.26 | 0.01 | -1.86 | -0.05 | -0.7 | -0.28 | -0.94 | -0.92 | -0.04 |
| 2012 | -0.48 | 0.75 | 0.89 | 1.36 | 0.69 | -0.22 | -1.76 | -1.18 | -1.08 | -1.95 | -0.81 | 1.68 |
| 2013 | 1.19 | 1.12 | -0.85 | -0.91 | -1.14 | 0.32 | 1.58 | 0.39 | -1.1 | -0.61 | -0.78 | 0.92 |
| 2014 | 0.88 | 0.54 | -0.95 | -1.87 | -1.85 | -1.22 | -1.16 | 0.4 | 2.14 | 2.05 | 0.93 | -1.89 |
| 2015 | -1.68 | -0.99 | -0.05 | 0.79 | 1.11 | 1.05 | 0.11 | -0.41 | 0.22 | 0 | -0.52 | -0.97 |
| 2016 | -1.49 | -0.4 | -1.46 | -0.49 | -1.49 | 0.39 | 0.07 | -0.29 | -1.02 | -1.24 | -1.46 | -0.36 |
| Máximo | 1.91 | 1.70 | 1.97 | 2.30 | 2.20 | 2.33 | 2.31 | 2.36 | 2.21 | 2.12 | 3.01 | 2.80 |
| Mínimo | -2.09 | -2.28 | -1.93 | -1.96 | -2.37 | -2.34 | -1.76 | -1.70 | -2.17 | -2.51 | -1.54 | -1.89 |

Tabla 21

Valores de SPI Estación Juli-Escala de Tiempo: 06 meses

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1971 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.25 | 0.33 | -0.87 | -1.22 | -0.29 | 0.44 |
| 1972 | 0.94 | 0.51 | 0.05 | -0.65 | -0.76 | -1.07 | -0.75 | -0.7 | -0.12 | -0.86 | -0.68 | -0.06 |
| 1973 | 1.03 | 1.07 | 1.15 | 0.82 | 1.05 | 0.92 | 0.34 | 0.31 | 0.74 | 0.36 | -0.25 | -1.26 |
| 1974 | -0.24 | 1.13 | 1.01 | 0.84 | -0.74 | 0.01 | -1.07 | 2.36 | 1.61 | 1.6 | -0.97 | -0.93 |
| 1975 | -0.67 | 0.22 | 0.6 | 0.59 | 0.56 | 0.76 | 1.7 | 0.57 | 0.25 | 0.87 | 0.09 | 1.32 |
| 1976 | 1.28 | 1.41 | 0.52 | -0.17 | -0.31 | -0.37 | 0 | 1.02 | 1.59 | 0.91 | -0.63 | -1.64 |
| 1977 | -1.61 | -0.61 | 0.39 | 0.8 | 0.83 | -2.34 | 0.07 | -0.23 | 0.87 | 0.61 | 1.31 | 0.7 |
| 1978 | 0.8 | 0.2 | -0.05 | -0.59 | -0.82 | -1.01 | -0.91 | -0.34 | 0.08 | -0.83 | 0.81 | -0.44 |
| 1979 | 0.27 | -0.9 | -0.56 | -1.26 | -0.96 | -1.64 | -1.52 | 0.33 | 0.1 | 0.32 | -0.12 | -0.29 |
| 1980 | -0.89 | -1.58 | -0.13 | 0.18 | 1.16 | -1.11 | 1.29 | 1.35 | 1.72 | 2.08 | 3.01 | 2.09 |
| 1981 | 1.31 | 0.4 | 1.15 | 1 | 0.58 | 0.2 | 0.37 | 0.02 | 0.4 | -0.24 | -0.47 | -1 |
| 1982 | -2.09 | -1.16 | -0.86 | 0.3 | 0.31 | 0.03 | -1.39 | -1.42 | 0.43 | 0.93 | 1 | -0.74 |
| 1983 | -1.55 | -2.28 | -1.93 | -1.02 | -0.3 | 0.49 | -0.59 | -0.99 | 0.06 | -0.1 | -0.4 | -0.37 |
| 1984 | 0.53 | 1.63 | 1.97 | 1.5 | 0.71 | 0.05 | 0.63 | 0.08 | -1.08 | 0.77 | 0.91 | 0.61 |
| 1985 | -0.54 | 0.58 | 1.06 | 1.56 | 0.9 | 1.35 | 1.39 | 0.48 | 0.87 | 1.13 | 2.37 | 2.8 |
| 1986 | 1.91 | 1.48 | 1.41 | 1.95 | 1.49 | 1.28 | -0.47 | -0.96 | -0.51 | -1.23 | -0.51 | 0.33 |
| 1987 | 0.91 | 0.39 | -0.44 | -1.22 | -0.89 | -0.43 | 0.58 | 0.35 | 0.05 | -0.12 | 0.73 | -0.27 |
| 1988 | -0.41 | -1.54 | -0.4 | 0.26 | 1.27 | 1.25 | 0.02 | -1.5 | -0.8 | -0.57 | -0.83 | -0.92 |
| 1989 | -0.1 | 0.06 | 0.35 | 0.45 | 0.8 | 0.91 | -0.27 | -0.1 | 0.17 | -0.63 | -0.89 | -1.66 |
| 1990 | -0.95 | -1.42 | -1.77 | -1.64 | -0.37 | 1.64 | 2.31 | 1.81 | -0.74 | 0.34 | 0.97 | 1.56 |
| 1991 | -0.02 | -1.03 | -1.59 | -0.51 | 0.29 | 1.23 | 1.83 | 1.1 | -0.66 | -0.33 | -0.57 | -0.74 |
| 1992 | -0.79 | -0.76 | -1.53 | -1.96 | -2.37 | -1.84 | -1.25 | 1.22 | 0.47 | 0.52 | -0.14 | -0.46 |
| 1993 | -0.11 | -1.07 | -0.66 | -0.66 | 0.37 | 0.37 | -1.36 | 0.88 | 0.62 | 0.34 | -0.14 | 0.04 |
| 1994 | -0.27 | -0.34 | -0.63 | -0.08 | 0.15 | 0.48 | -0.06 | -1.7 | -2.1 | -2.51 | -1.08 | -0.05 |
| 1995 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1996 | 0 | 0 | -0.05 | -0.88 | -1.53 | -0.58 | -0.47 | 0.59 | 0.22 | -0.71 | -0.04 | 0.51 |
| 1997 | 1.52 | 1.41 | 1.31 | 0.68 | 0.31 | 0.24 | -1.68 | 1.31 | 2.21 | 2.12 | 1.44 | -0.02 |
| 1998 | -0.72 | -1.21 | -1.59 | -0.66 | -0.65 | 0.48 | -0.17 | -0.55 | -2.17 | -0.94 | -0.25 | -0.68 |
| 1999 | -1.27 | -0.78 | 0.46 | 1.33 | 1.62 | 1.08 | 0.07 | -1.12 | -0.58 | 1.53 | 0.82 | 0.47 |
| 2000 | 0.42 | 0.76 | 1.06 | 0.15 | -0.08 | -0.98 | 0.16 | -0.14 | -0.95 | -0.41 | -1.08 | -0.12 |
| 2001 | 0.94 | 1.7 | 1.89 | 1.13 | 0.55 | -0.16 | 0.11 | 0.64 | 0.26 | 0.46 | -0.05 | 0.41 |
| 2002 | -0.6 | 0.51 | 1.15 | 2.3 | 2.2 | 2.33 | 2.15 | 1.71 | 0.71 | 0.5 | 0.81 | 1.16 |
| 2003 | 0.48 | -0.3 | -0.07 | -0.27 | 0.57 | -0.38 | 0.46 | -0.71 | 0.55 | 0.03 | -0.42 | -0.83 |
| 2004 | 0.8 | 0.86 | 0.36 | -0.91 | -1.22 | -0.66 | 0.82 | 1.32 | 0.86 | -0.57 | -1.54 | -1.55 |
| 2005 | -1.07 | -0.52 | -0.73 | -0.47 | -0.71 | -0.64 | -0.55 | -1.7 | -0.59 | 0.24 | 0.52 | 0.46 |
| 2006 | 1.48 | 0.83 | 0.97 | -0.43 | 0.14 | -0.46 | -0.77 | -0.63 | -0.19 | -0.38 | 0.7 | 0.58 |
| 2007 | -0.27 | -1.42 | -0.53 | 0.4 | 1.24 | 0.43 | -0.22 | -0.42 | 0.35 | -0.04 | -0.13 | -0.4 |
| 2008 | 0.54 | 0.28 | -0.16 | -1.2 | -1.12 | -1.15 | -0.37 | -0.64 | -1.41 | -0.5 | -1.08 | 0.43 |
| 2009 | -0.57 | -0.11 | -1.06 | -0.26 | -0.29 | 0.13 | -0.56 | -0.92 | 0.19 | 0 | 1.64 | 1.06 |
| 2010 | 1.09 | -0.03 | -0.28 | -0.69 | -0.23 | 0.61 | 0.94 | -0.88 | -1.57 | -0.82 | -1.3 | 0.03 |
| 2011 | 0.1 | 0.62 | 0.58 | 0.26 | 0.01 | -1.86 | -0.05 | -0.7 | -0.28 | -0.94 | -0.92 | -0.04 |
| 2012 | -0.48 | 0.75 | 0.89 | 1.36 | 0.69 | -0.22 | -1.76 | -1.18 | -1.08 | -1.95 | -0.81 | 1.68 |
| 2013 | 1.19 | 1.12 | -0.85 | -0.91 | -1.14 | 0.32 | 1.58 | 0.39 | -1.1 | -0.61 | -0.78 | 0.92 |
| 2014 | 0.88 | 0.54 | -0.95 | -1.87 | -1.85 | -1.22 | -1.16 | 0.4 | 2.14 | 2.05 | 0.93 | -1.89 |
| 2015 | -1.68 | -0.99 | -0.05 | 0.79 | 1.11 | 1.05 | 0.11 | -0.41 | 0.22 | 0 | -0.52 | -0.97 |
| 2016 | -1.49 | -0.4 | -1.46 | -0.49 | -1.49 | 0.39 | 0.07 | -0.29 | -1.02 | -1.24 | -1.46 | -0.36 |
| Máximo | 1.91 | 1.7 | 1.97 | 2.3 | 2.2 | 2.33 | 2.31 | 2.36 | 2.21 | 2.12 | 3.01 | 2.8 |
| Mínimo | -2.09 | -2.28 | -1.93 | -1.96 | -2.37 | -2.34 | -1.76 | -1.7 | -2.17 | -2.51 | -1.54 | -1.89 |

Tabla 22

Valores de SPI Estación Juli-Escala de Tiempo: 09 meses

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1971 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.34 | -0.92 | -0.04 |
| 1972 | 0.42 | 0.26 | -0.03 | -0.15 | -0.23 | -0.08 | 0.05 | -0.16 | -0.35 | -1.04 | -1.18 | -0.77 |
| 1973 | 0.54 | 0.56 | 0.78 | 0.97 | 1.04 | 1.02 | 1.2 | 1.38 | 1.37 | 0.79 | 0.62 | -0.22 |
| 1974 | -0.18 | 0.89 | 0.46 | 0.43 | 0.36 | 0.28 | 0.3 | 1.05 | 1.27 | 1.11 | -0.24 | 0.03 |
| 1975 | -0.13 | 0.34 | 0.49 | 0.37 | -0.02 | 0.23 | 0.22 | 0.44 | 0.71 | 1.03 | 0.44 | 1.42 |
| 1976 | 1.74 | 1.34 | 0.96 | 0.85 | 0.89 | 0.81 | 0.67 | 1.13 | 0.75 | 0.07 | -0.4 | -0.58 |
| 1977 | -1.15 | -0.79 | 0.1 | -0.14 | -0.38 | -0.7 | -0.39 | -0.15 | 0.13 | 0.82 | 1.16 | 0.24 |
| 1978 | 0.84 | 0.67 | 0.38 | 0.17 | 0.2 | -0.02 | -0.04 | -0.43 | -0.39 | -0.99 | -0.21 | -1.01 |
| 1979 | -0.24 | -0.6 | -0.75 | -0.97 | -0.98 | -1.03 | -0.89 | -1.39 | -0.95 | -1.21 | -0.77 | -1.03 |
| 1980 | -1 | -1.61 | -0.34 | -0.47 | -0.61 | -0.56 | -0.33 | -0.25 | 0.12 | 1.06 | 2.71 | 2.18 |
| 1981 | 2.14 | 2.24 | 2.2 | 1.98 | 1.94 | 1.77 | 1.53 | 0.51 | 1.06 | 0.82 | 0.09 | -0.73 |
| 1982 | -2.05 | -1.48 | -1.14 | -1.13 | -1.08 | -1.18 | -1.2 | -1.07 | -0.76 | 0.37 | 0.5 | -0.62 |
| 1983 | -1.25 | -1.66 | -1.82 | -1.53 | -1.44 | -1.69 | -2.01 | -2.32 | -1.58 | -1.11 | -0.73 | -0.24 |
| 1984 | 0.26 | 1.21 | 1.42 | 1.32 | 1.4 | 1.37 | 1.45 | 1.66 | 1.55 | 1.58 | 0.89 | 0.02 |
| 1985 | -0.21 | 0.83 | 0.86 | 0.98 | 1.1 | 1.34 | 1.04 | 0.92 | 1.48 | 1.87 | 1.97 | 3.27 |
| 1986 | 2.34 | 2.52 | 2.54 | 2.79 | 2.76 | 2.58 | 2.59 | 1.89 | 1.47 | 1.49 | 0.74 | 0.65 |
| 1987 | 0.37 | -0.11 | -0.42 | -0.5 | -0.46 | -0.4 | -0.16 | -0.18 | -0.63 | -1.08 | -0.17 | -0.65 |
| 1988 | -0.47 | -1.04 | -0.55 | -0.25 | -0.13 | -0.12 | -0.2 | -0.58 | -0.16 | -0.01 | 0.38 | -0.39 |
| 1989 | -0.44 | -0.61 | -0.34 | -0.01 | 0.04 | 0.08 | 0.11 | 0.36 | 0.52 | 0.11 | 0.1 | -0.78 |
| 1990 | -1.33 | -1.94 | -2.19 | -2.08 | -1.85 | -1.38 | -1.29 | -1.05 | -1.02 | -0.59 | 0.68 | 1.88 |
| 1991 | 0.63 | -0.07 | -0.53 | -0.44 | -0.35 | 0.03 | -0.15 | -0.59 | -1.12 | -0.19 | 0.09 | -0.24 |
| 1992 | -0.46 | -0.88 | -1.82 | -2.07 | -2.01 | -1.95 | -2.17 | -1.53 | -1.73 | -1.65 | -1.12 | -1.01 |
| 1993 | -0.18 | -0.92 | -0.73 | -0.54 | -0.85 | -0.71 | -0.79 | -0.62 | -0.41 | -0.68 | 0.26 | 0.28 |
| 1994 | -0.41 | -0.37 | -0.44 | -0.3 | -0.45 | -0.43 | -0.4 | -0.54 | -0.84 | -0.71 | -0.75 | -0.5 |
| 1995 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1996 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.27 | -1.18 | -0.95 | 0.07 |
| 1997 | 1.12 | 1.3 | 1.21 | 1.24 | 1.11 | 1.18 | 1.34 | 1.45 | 1.82 | 1.17 | 1.19 | 1.2 |
| 1998 | 0.11 | -0.05 | -0.47 | -0.31 | -0.68 | -1.13 | -1.14 | -1.65 | -1.7 | -1 | -0.84 | -1.08 |
| 1999 | -1.74 | -1.13 | -0.28 | 0.05 | 0.19 | 0.31 | 0.27 | 0.24 | 0.54 | 1.59 | 1.41 | 0.62 |
| 2000 | 0.88 | 0.83 | 0.85 | 0.67 | 0.71 | 0.75 | 0.28 | 0.45 | 0.49 | -0.06 | -0.73 | -1.11 |
| 2001 | 0.67 | 1.18 | 1.29 | 1.22 | 1.23 | 1.34 | 1.36 | 1.71 | 1.63 | 1.09 | 0.38 | 0.16 |
| 2002 | -0.51 | 0.41 | 1.04 | 1.55 | 1.55 | 1.71 | 1.85 | 1.98 | 1.95 | 2.55 | 2.28 | 2.47 |
| 2003 | 1.05 | 0.37 | 0.56 | 0.12 | 0.22 | 0.3 | 0.07 | -0.16 | -0.14 | -0.26 | -0.01 | -0.83 |
| 2004 | 0.71 | 0.43 | -0.03 | -0.16 | -0.11 | -0.29 | -0.03 | 0.35 | 0.28 | -0.92 | -1.26 | -1.26 |
| 2005 | -1.16 | -0.9 | -1.07 | -1.33 | -1.49 | -1.45 | -1.27 | -1.18 | -1.1 | -0.51 | -0.52 | -0.29 |
| 2006 | 1.33 | 0.72 | 0.77 | 0.69 | 0.75 | 0.75 | 0.61 | 0.57 | 0.62 | -0.7 | 0.26 | 0.02 |
| 2007 | -0.65 | -1.14 | -0.3 | -0.11 | -0.1 | -0.12 | -0.03 | -0.43 | -0.36 | 0.22 | 0.72 | -0.17 |
| 2008 | 0.33 | -0.02 | -0.35 | -0.55 | -0.51 | -0.63 | -0.58 | -0.52 | -0.79 | -1.39 | -1.65 | -0.69 |
| 2009 | -0.94 | -0.79 | -0.95 | -0.84 | -0.79 | -0.65 | -0.78 | -0.52 | -0.97 | -0.4 | 0.61 | 0.86 |
| 2010 | 0.86 | 0.61 | 0.23 | 0.18 | 0.45 | 0.35 | 0.34 | -0.41 | -0.43 | -0.77 | -1.07 | -0.28 |
| 2011 | -0.11 | -0.11 | 0.15 | -0.07 | -0.05 | 0.09 | 0.11 | 0.31 | 0.03 | -0.11 | -0.68 | -1.01 |
| 2012 | -0.94 | 0.16 | 0.54 | 0.48 | 0.52 | 0.53 | 0.6 | 0.77 | 0.46 | 0.73 | -0.1 | 0.97 |
| 2013 | 0.48 | 0.54 | -0.02 | -0.19 | 0.05 | 0.23 | 0.43 | 0.43 | -1.01 | -0.68 | -1.24 | 0.45 |
| 2014 | 0.9 | 0.13 | -0.55 | -0.74 | -0.71 | -0.58 | -0.68 | -0.35 | -0.34 | -0.71 | -0.44 | -0.5 |
| 2015 | -0.62 | -0.46 | -0.07 | 0.24 | 0.17 | -0.46 | -0.43 | -0.25 | 0.25 | 0.64 | 0.46 | -0.21 |
| 2016 | -1.51 | -0.86 | -1.65 | -1.44 | -1.41 | -1.5 | -1.47 | -1.27 | -1.49 | -0.88 | -2.03 | -0.67 |
| Máximo | 2.34 | 2.52 | 2.54 | 2.79 | 2.76 | 2.58 | 2.59 | 1.98 | 1.95 | 2.55 | 2.71 | 3.27 |
| Mínimo | -2.05 | -1.94 | -2.19 | -2.08 | -2.01 | -1.95 | -2.17 | -2.32 | -1.73 | -1.65 | -2.03 | -1.26 |

Tabla 23

Valores de SPI Estación Juli-Escala de Tiempo: 12 meses

| Años | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Set | Oct | Nov | Dic |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1971 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.34 | -0.92 | -0.04 |
| 1972 | 0.42 | 0.26 | -0.03 | -0.15 | -0.23 | -0.08 | 0.05 | -0.16 | -0.35 | -1.04 | -1.18 | -0.77 |
| 1973 | 0.54 | 0.56 | 0.78 | 0.97 | 1.04 | 1.02 | 1.2 | 1.38 | 1.37 | 0.79 | 0.62 | -0.22 |
| 1974 | -0.18 | 0.89 | 0.46 | 0.43 | 0.36 | 0.28 | 0.3 | 1.05 | 1.27 | 1.11 | -0.24 | 0.03 |
| 1975 | -0.13 | 0.34 | 0.49 | 0.37 | -0.02 | 0.23 | 0.22 | 0.44 | 0.71 | 1.03 | 0.44 | 1.42 |
| 1976 | 1.74 | 1.34 | 0.96 | 0.85 | 0.89 | 0.81 | 0.67 | 1.13 | 0.75 | 0.07 | -0.4 | -0.58 |
| 1977 | -1.15 | -0.79 | 0.1 | -0.14 | -0.38 | -0.7 | -0.39 | -0.15 | 0.13 | 0.82 | 1.16 | 0.24 |
| 1978 | 0.84 | 0.67 | 0.38 | 0.17 | 0.2 | -0.02 | -0.04 | -0.43 | -0.39 | -0.99 | -0.21 | -1.01 |
| 1979 | -0.24 | -0.6 | -0.75 | -0.97 | -0.98 | -1.03 | -0.89 | -1.39 | -0.95 | -1.21 | -0.77 | -1.03 |
| 1980 | -1 | -1.61 | -0.34 | -0.47 | -0.61 | -0.56 | -0.33 | -0.25 | 0.12 | 1.06 | 2.71 | 2.18 |
| 1981 | 2.14 | 2.24 | 2.2 | 1.98 | 1.94 | 1.77 | 1.53 | 0.51 | 1.06 | 0.82 | 0.09 | -0.73 |
| 1982 | -2.05 | -1.48 | -1.14 | -1.13 | -1.08 | -1.18 | -1.2 | -1.07 | -0.76 | 0.37 | 0.5 | -0.62 |
| 1983 | -1.25 | -1.66 | -1.82 | -1.53 | -1.44 | -1.69 | -2.01 | -2.32 | -1.58 | -1.11 | -0.73 | -0.24 |
| 1984 | 0.26 | 1.21 | 1.42 | 1.32 | 1.4 | 1.37 | 1.45 | 1.66 | 1.55 | 1.58 | 0.89 | 0.02 |
| 1985 | -0.21 | 0.83 | 0.86 | 0.98 | 1.1 | 1.34 | 1.04 | 0.92 | 1.48 | 1.87 | 1.97 | 3.27 |
| 1986 | 2.34 | 2.52 | 2.54 | 2.79 | 2.76 | 2.58 | 2.59 | 1.89 | 1.47 | 1.49 | 0.74 | 0.65 |
| 1987 | 0.37 | -0.11 | -0.42 | -0.5 | -0.46 | -0.4 | -0.16 | -0.18 | -0.63 | -1.08 | -0.17 | -0.65 |
| 1988 | -0.47 | -1.04 | -0.55 | -0.25 | -0.13 | -0.12 | -0.2 | -0.58 | -0.16 | -0.01 | 0.38 | -0.39 |
| 1989 | -0.44 | -0.61 | -0.34 | -0.01 | 0.04 | 0.08 | 0.11 | 0.36 | 0.52 | 0.11 | 0.1 | -0.78 |
| 1990 | -1.33 | -1.94 | -2.19 | -2.08 | -1.85 | -1.38 | -1.29 | -1.05 | -1.02 | -0.59 | 0.68 | 1.88 |
| 1991 | 0.63 | -0.07 | -0.53 | -0.44 | -0.35 | 0.03 | -0.15 | -0.59 | -1.12 | -0.19 | 0.09 | -0.24 |
| 1992 | -0.46 | -0.88 | -1.82 | -2.07 | -2.01 | -1.95 | -2.17 | -1.53 | -1.73 | -1.65 | -1.12 | -1.01 |
| 1993 | -0.18 | -0.92 | -0.73 | -0.54 | -0.85 | -0.71 | -0.79 | -0.62 | -0.41 | -0.68 | 0.26 | 0.28 |
| 1994 | -0.41 | -0.37 | -0.44 | -0.3 | -0.45 | -0.43 | -0.4 | -0.54 | -0.84 | -0.71 | -0.75 | -0.5 |
| 1995 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1996 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.27 | -1.18 | -0.95 | 0.07 |
| 1997 | 1.12 | 1.3 | 1.21 | 1.24 | 1.11 | 1.18 | 1.34 | 1.45 | 1.82 | 1.17 | 1.19 | 1.2 |
| 1998 | 0.11 | -0.05 | -0.47 | -0.31 | -0.68 | -1.13 | -1.14 | -1.65 | -1.7 | -1 | -0.84 | -1.08 |
| 1999 | -1.74 | -1.13 | -0.28 | 0.05 | 0.19 | 0.31 | 0.27 | 0.24 | 0.54 | 1.59 | 1.41 | 0.62 |
| 2000 | 0.88 | 0.83 | 0.85 | 0.67 | 0.71 | 0.75 | 0.28 | 0.45 | 0.49 | -0.06 | -0.73 | -1.11 |
| 2001 | 0.67 | 1.18 | 1.29 | 1.22 | 1.23 | 1.34 | 1.36 | 1.71 | 1.63 | 1.09 | 0.38 | 0.16 |
| 2002 | -0.51 | 0.41 | 1.04 | 1.55 | 1.55 | 1.71 | 1.85 | 1.98 | 1.95 | 2.55 | 2.28 | 2.47 |
| 2003 | 1.05 | 0.37 | 0.56 | 0.12 | 0.22 | 0.3 | 0.07 | -0.16 | -0.14 | -0.26 | -0.01 | -0.83 |
| 2004 | 0.71 | 0.43 | -0.03 | -0.16 | -0.11 | -0.29 | -0.03 | 0.35 | 0.28 | -0.92 | -1.26 | -1.26 |
| 2005 | -1.16 | -0.9 | -1.07 | -1.33 | -1.49 | -1.45 | -1.27 | -1.18 | -1.1 | -0.51 | -0.52 | -0.29 |
| 2006 | 1.33 | 0.72 | 0.77 | 0.69 | 0.75 | 0.75 | 0.61 | 0.57 | 0.62 | -0.7 | 0.26 | 0.02 |
| 2007 | -0.65 | -1.14 | -0.3 | -0.11 | -0.1 | -0.12 | -0.03 | -0.43 | -0.36 | 0.22 | 0.72 | -0.17 |
| 2008 | 0.33 | -0.02 | -0.35 | -0.55 | -0.51 | -0.63 | -0.58 | -0.52 | -0.79 | -1.39 | -1.65 | -0.69 |
| 2009 | -0.94 | -0.79 | -0.95 | -0.84 | -0.79 | -0.65 | -0.78 | -0.52 | -0.97 | -0.4 | 0.61 | 0.86 |
| 2010 | 0.86 | 0.61 | 0.23 | 0.18 | 0.45 | 0.35 | 0.34 | -0.41 | -0.43 | -0.77 | -1.07 | -0.28 |
| 2011 | -0.11 | -0.11 | 0.15 | -0.07 | -0.05 | 0.09 | 0.11 | 0.31 | 0.03 | -0.11 | -0.68 | -1.01 |
| 2012 | -0.94 | 0.16 | 0.54 | 0.48 | 0.52 | 0.53 | 0.6 | 0.77 | 0.46 | 0.73 | -0.1 | 0.97 |
| 2013 | 0.48 | 0.54 | -0.02 | -0.19 | 0.05 | 0.23 | 0.43 | 0.43 | -1.01 | -0.68 | -1.24 | 0.45 |
| 2014 | 0.9 | 0.13 | -0.55 | -0.74 | -0.71 | -0.58 | -0.68 | -0.35 | -0.34 | -0.71 | -0.44 | -0.5 |
| 2015 | -0.62 | -0.46 | -0.07 | 0.24 | 0.17 | -0.46 | -0.43 | -0.25 | 0.25 | 0.64 | 0.46 | -0.21 |
| 2016 | -1.51 | -0.86 | -1.65 | -1.44 | -1.41 | -1.5 | -1.47 | -1.27 | -1.49 | -0.88 | -2.03 | -0.67 |
| Máximo | 2.34 | 2.52 | 2.54 | 2.79 | 2.76 | 2.58 | 2.59 | 1.98 | 1.95 | 2.55 | 2.71 | 3.27 |
| Mínimo | -2.05 | -1.94 | -2.19 | -2.08 | -2.01 | -1.95 | -2.17 | -2.32 | -1.73 | -1.65 | -2.03 | -1.26 |

4.3 Frecuencia de ocurrencia de eventos de sequías meteorológicas

Tabla 24

Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI (N° / %)

| Estación | Rango de valores de SPI | | | | | | | TOTAL |
|-------------|-------------------------|-------------|-------------|--------------|----------------|----------------|---------|-------|
| | > 2.00 | 1.50 a 1.99 | 1.00 a 1.49 | -0.99 a 0.99 | - 1.49 a -1.00 | - 1.99 a -1.50 | < -2.00 | |
| Capazo | 8.0 | 19.0 | 68.0 | 347.0 | 82.0 | 7.0 | 21.0 | 552 |
| | 1.4 | 3.4 | 12.3 | 62.9 | 14.9 | 1.3 | 3.8 | 100 % |
| Pizacoma | 9.0 | 27.0 | 46.0 | 378.0 | 55.0 | 23.0 | 14.0 | 552 |
| | 1.6 | 4.9 | 8.3 | 68.5 | 10.0 | 4.2 | 2.5 | 100 |
| Mazo cruz | 7.0 | 27.0 | 55.0 | 368.0 | 56.0 | 17.0 | 22.0 | 552 |
| | 1.3 | 4.9 | 10.0 | 66.7 | 10.1 | 3.1 | 4.0 | 100 |
| Desaguadero | 6.0 | 24.0 | 54.0 | 346.0 | 69.0 | 37.0 | 16.0 | 552 |
| | 1.1 | 4.3 | 9.8 | 62.7 | 12.5 | 6.7 | 2.9 | 100 |
| Juli | 4.0 | 8.0 | 48.0 | 447.0 | 8.0 | 24.0 | 13.0 | 552 |
| | 0.7 | 1.4 | 8.7 | 81.0 | 1.4 | 4.3 | 2.4 | 100 |
| Ilave | 9.0 | 22.0 | 52.0 | 375.0 | 59.0 | 13.0 | 22.0 | 552 |
| | 1.6 | 4.0 | 9.4 | 67.9 | 10.7 | 2.4 | 4.0 | 100 |
| Laraqueri | 3.0 | 23.0 | 61.0 | 347.0 | 87.0 | 16.0 | 15.0 | 552 |
| | 0.5 | 4.2 | 11.1 | 62.9 | 15.8 | 2.9 | 2.7 | 100 |
| Puno | 8.0 | 21.0 | 52.0 | 363.0 | 65.0 | 28.0 | 15.0 | 552 |
| | 1.4 | 3.8 | 9.4 | 65.8 | 11.8 | 5.1 | 2.7 | 100 |

En la estación Mazo Cruz, ocurrieron 552 eventos en total, de los cuales 56 eventos están en la categoría de moderadamente seco que representa el 10.1 %, 17 eventos corresponden a la categoría muy secos, que representa un 3.1 % y 22 eventos que corresponden a la categoría extremadamente seco, que representa un 4.0 % del total de eventos, estos 22 eventos causan problemas a los cultivos por falta de humedad en el suelo, en consecuencia, disminuye la productividad.

En la estación Desaguadero, ocurrieron 552 eventos en total, de los cuales 69 eventos están en la categoría de moderadamente seco que representa el 12.5 %, 37 eventos corresponden a la categoría muy secos, que representa un 6.7 % y 16 eventos que corresponden a la categoría extremadamente seco, que representa un 2.9 % del total de eventos, estos 16 eventos pueden causar problemas a la actividad agrícola y afectar el desarrollo normal de los cultivos por falta de humedad.

En la estación Juli, ocurrieron 552 eventos, de los cuales 08 eventos están en la categoría de moderadamente seco que representa el 1.4 %, 24 eventos corresponden a la categoría muy secos, que representa un 4.3 % y 13 eventos que corresponden a la categoría

extremadamente seco, que representa un 2.4 % del total de eventos, estos 13 eventos causan problemas a los cultivos por falta de humedad en el suelo y afectan el desarrollo normal de los cultivos por falta de humedad.

En la estación Ilave, en total ocurrieron 552 eventos, de los cuales 59 eventos están en la categoría de moderadamente seco que representa el 10.7 %, 13 eventos corresponden a la categoría muy secos, que representa un 2.4 % y 22 eventos que corresponden a la categoría extremadamente seco, que representa un 4.0 % del total de eventos, estos 22 eventos causan problemas a la actividad agrícola y afectar el desarrollo normal de los cultivos por falta de humedad.

En la estación Laraqueri, ocurrieron 552 eventos en total, de los cuales 87 eventos están en la categoría de moderadamente seco que representa el 15.8 %, 16 eventos corresponden a la categoría muy secos, que representa un 2.9 % y 15 eventos que corresponden a la categoría extremadamente seco, que representa un 2.7 % del total de eventos, estos 15 eventos de sequía extrema pueden causar problemas a la actividad agrícola y afectar el desarrollo normal de los cultivos por falta de humedad.

En la estación Puno, ocurrieron 552 eventos, de los cuales 65 eventos están en la categoría de moderadamente seco que representa el 11.8 %, 28 eventos corresponden a la categoría muy secos, que representa un 5.1 % y 15 eventos que corresponden a la categoría extremadamente seco, que representa un 2.7 % del total de eventos, estos 15 eventos afectan el desarrollo normal de los cultivos por falta de humedad.

En las figuras 12 al 19, se muestran las series de tiempo de Índice de Precipitación Estandariza para las estaciones Desaguadero, Capazo, Juli e Ilave, para un periodo de 46 años (1971 al 2016).

En los gráficos de serie de tiempo de Índice de Precipitación Estandarizada, se puede apreciar la variación temporal de las sequias, de acuerdo a la Tabla 1, valores mensuales de Índice de Precipitación Estandariza (SPI) mayores a 2.0 corresponden a la categoría extremadamente húmeda, valores de 1.50 a 1.99 corresponde a muy húmeda, de 1.0 a 1.49 a moderadamente húmeda, de -0.99 a 0.99 a normal, de -1.49 a -1.00 a moderadamente seco, de -1.99 a -1.50 a muy seco y menor a -2.00 a sequía extrema, esta última categoría va a afectar a la productividad de los cultivos en la cuenca del río Ilave.

En la Figura 12 se puede apreciar que en la estación Desaguadero, ocurrieron 552 eventos en total, de los cuales 82 eventos están en la categoría de moderadamente seco que representa el 14.9 %, 07 eventos corresponden a la categoría muy secos, que representa un 1.3 % y 21 eventos que corresponden a la categoría extremadamente seco, que representa un 3.8 % del total de eventos, estos 21 eventos pueden causar problemas a la actividad agrícola y afectar el desarrollo normal de los cultivos por falta de humedad.

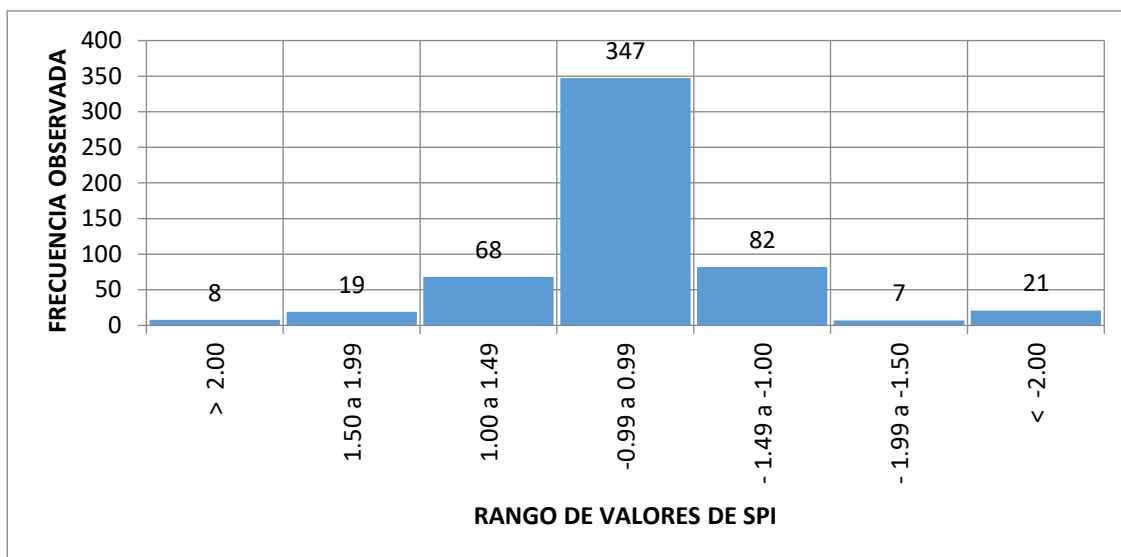


Figura 12. Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI en la Estación Capazo

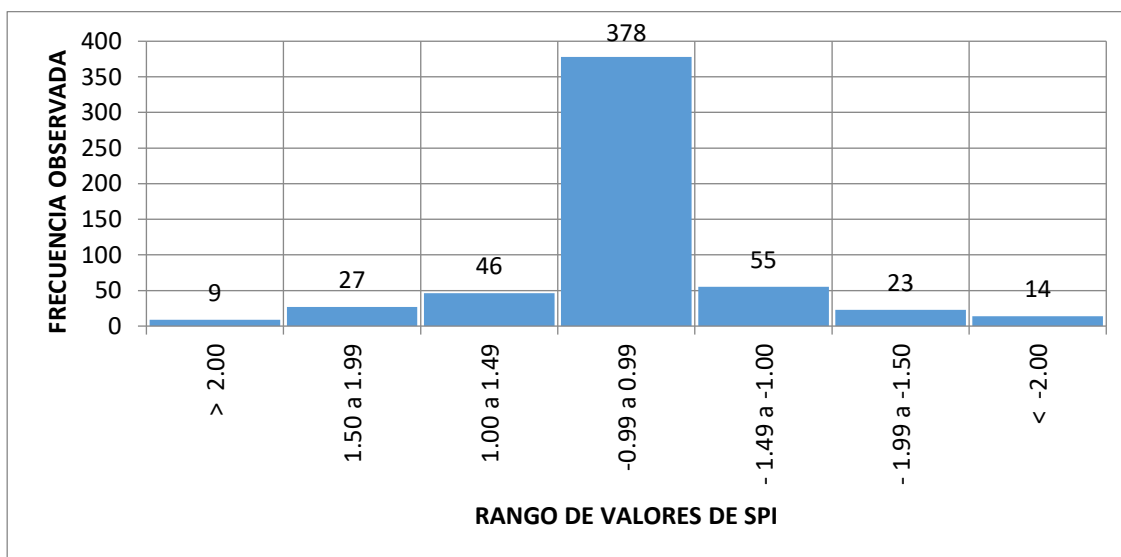


Figura 13. Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI en la Estación Pizacoma

En la Figura 13 En la estación Pizacoma, en total ocurrieron 552 eventos, de los cuales 55 eventos están en la categoría de moderadamente seco que representa el 10.0 %, 23 eventos corresponden a la categoría muy secos, que representa un 4.2 % y 14 eventos que

corresponden a la categoría extremadamente seco, que representa un 2.5 % del total de eventos, estos 14 eventos causan problemas a la actividad agrícola y afectar en la productividad de los cultivos por falta de humedad en el suelo.

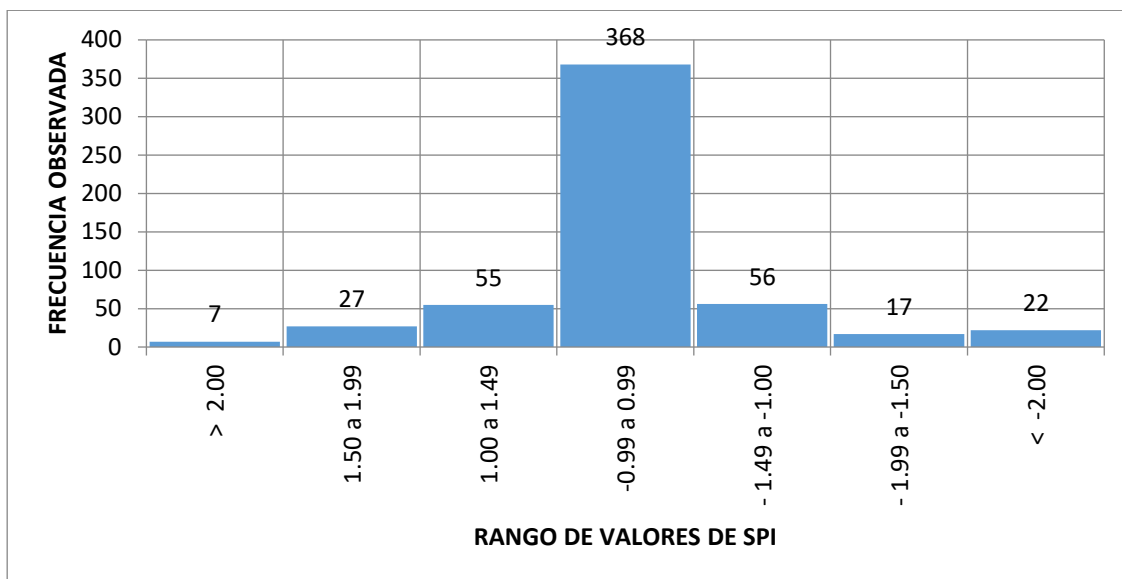


Figura 14. Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI en la Estación Mazo Cruz

En la Figura 14 se puede apreciar que en la estación Desaguadero, ocurrieron 552 eventos en total, de los cuales 82 eventos están en la categoría de moderadamente seco que representa el 14.9 %, 07 eventos corresponden a la categoría muy secos, que representa un 1.3 % y 21 eventos que corresponden a la categoría extremadamente seco, que representa un 3.8 % del total de eventos, estos 21 eventos pueden causar problemas a la actividad agrícola y afectar el desarrollo normal de los cultivos por falta de humedad.

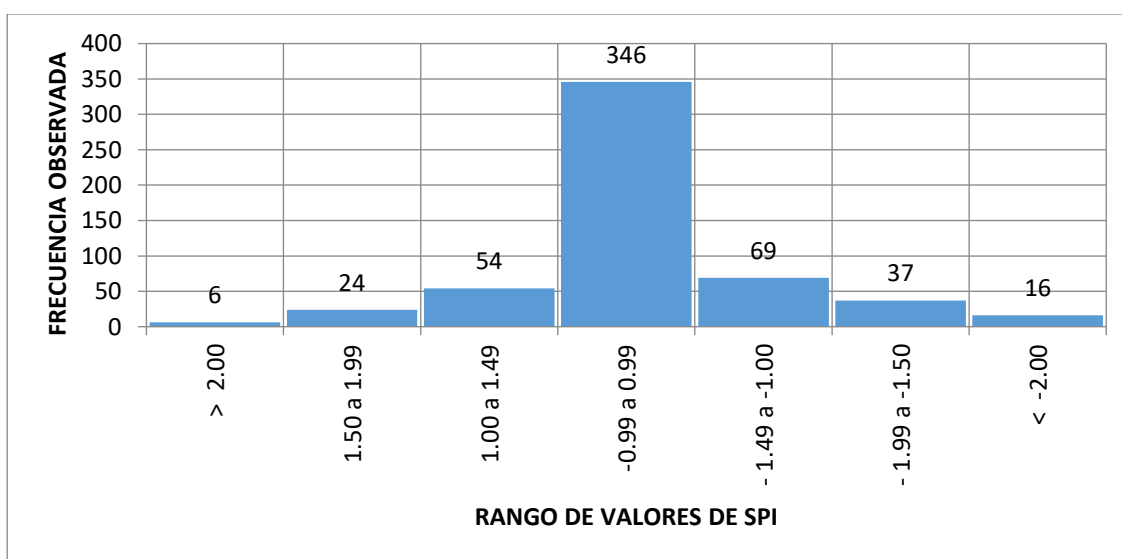


Figura 15. Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI en la Estación Desaguadero

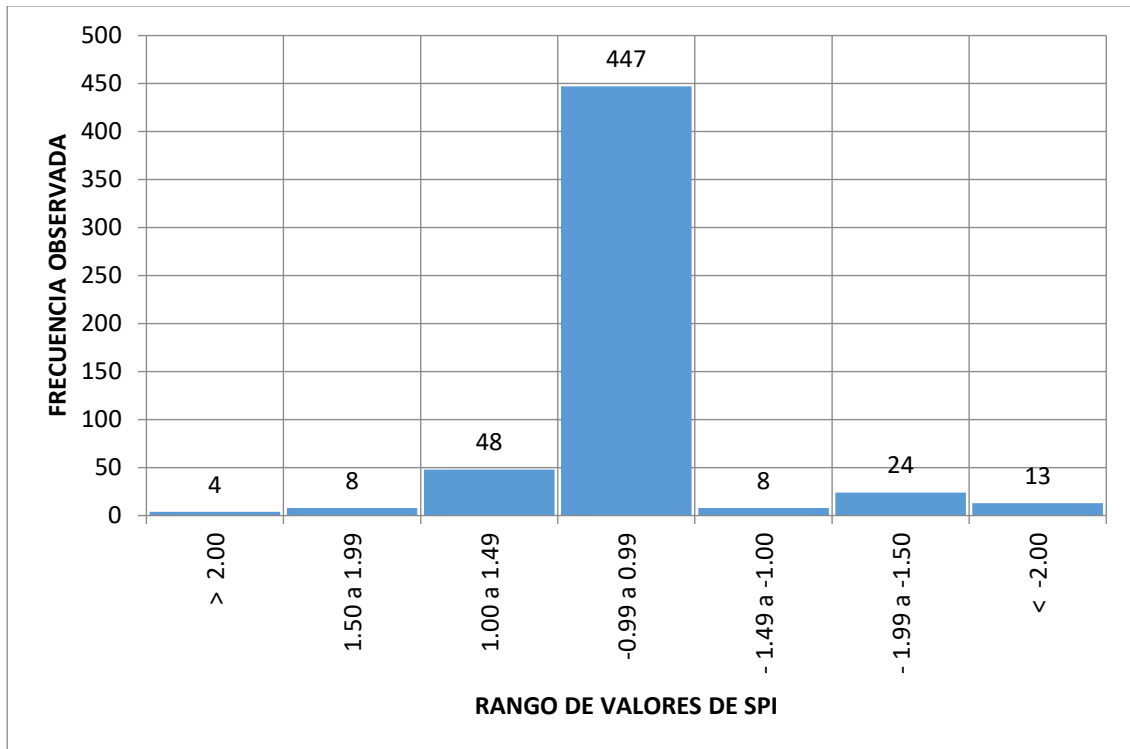


Figura 16. Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI en la Estación Juli

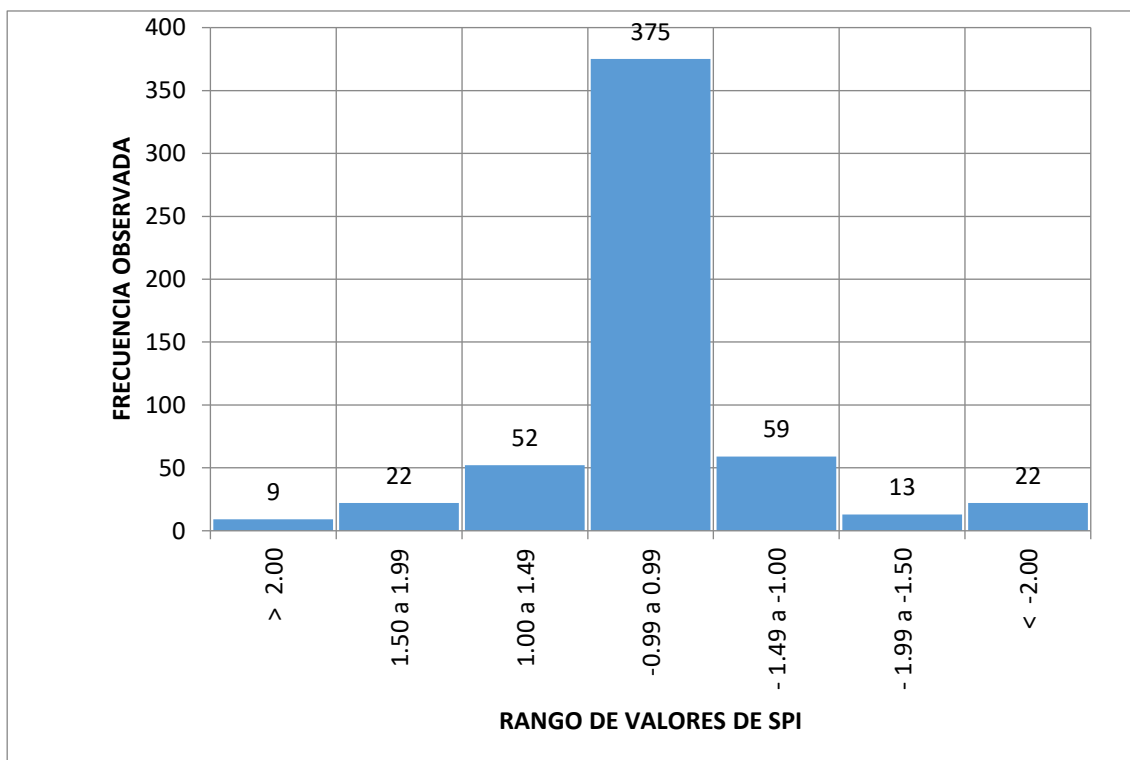


Figura 17. Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI en la Estación Ilave

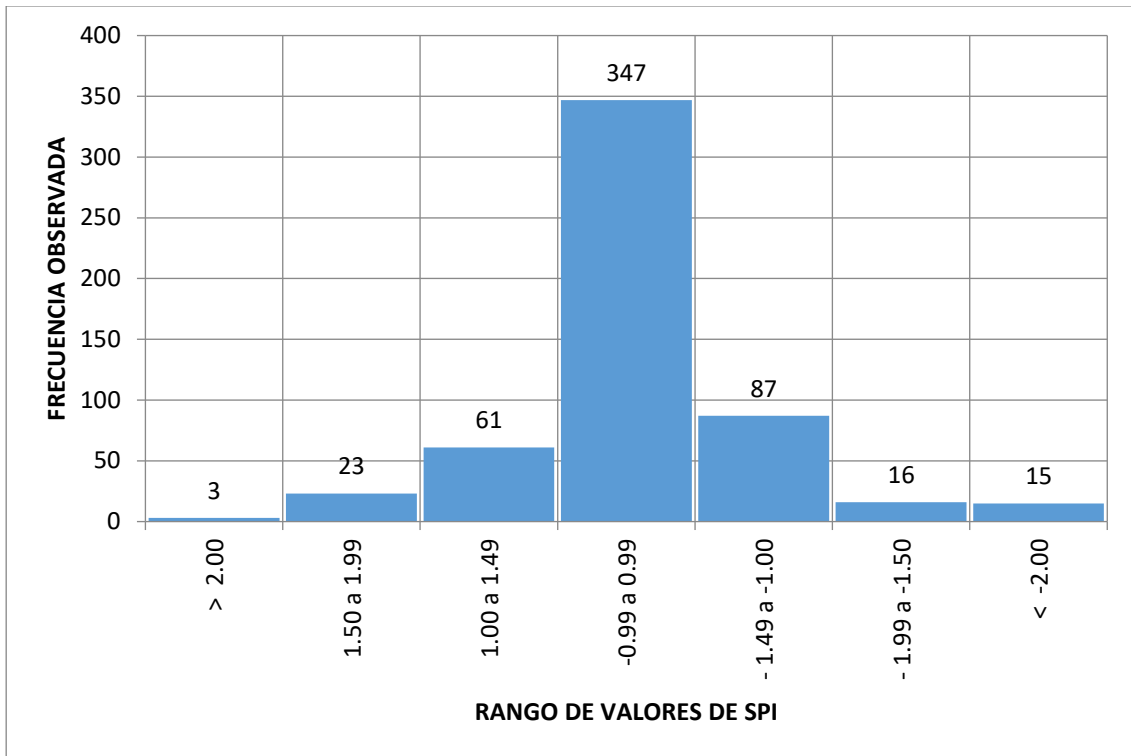


Figura 18. Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI en la Estación Laraqueri

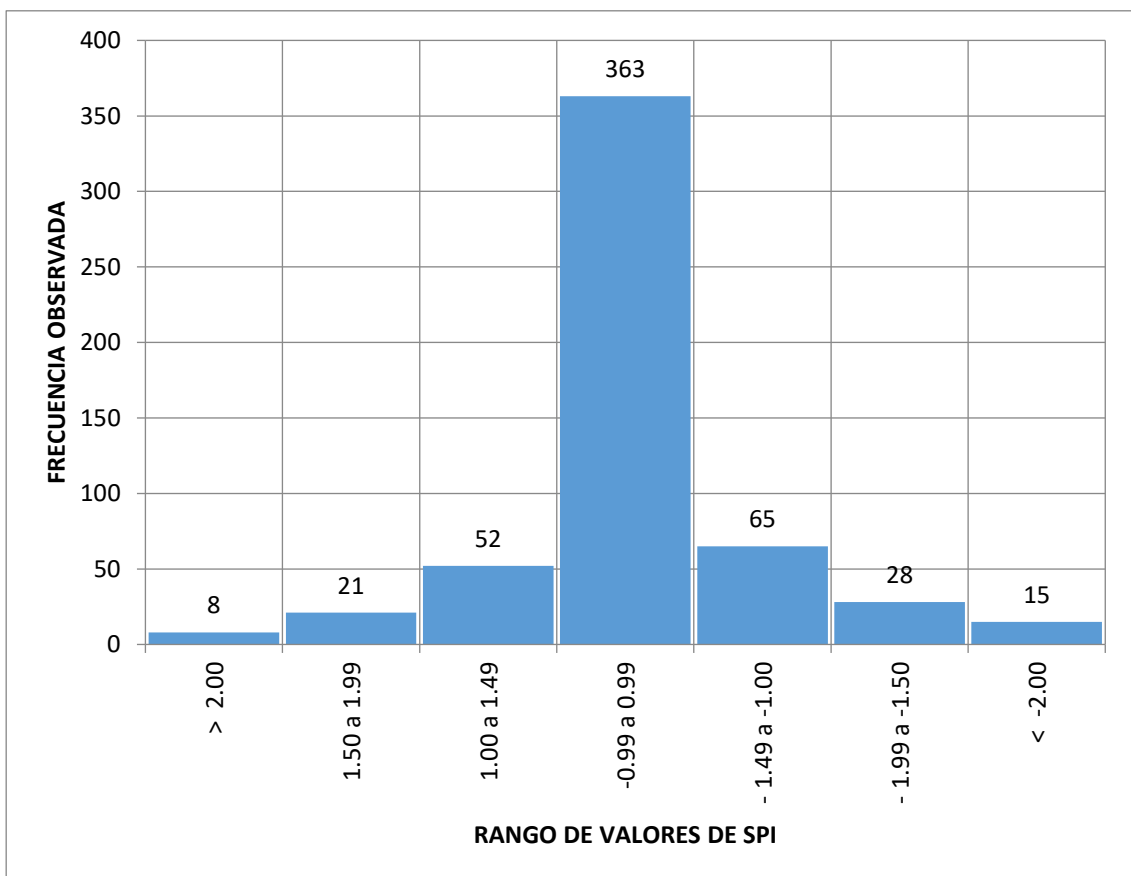


Figura 19. Frecuencia de eventos de sequía según categorías de SPI en la Estación Puno

Considerando los resultados de los valores de Índice de Precipitación Estandarizada mensual para un periodo de 46 años (1971 al 2016), de las estaciones Capazo, Pizacoma, Mazo Cruz, Desaguadero, Juli, Ilave, Laraqueri y Puno (tablas 4 al 23) y las categorías -1.49 a -1.00 moderadamente seco, de -1.99 a -1.50 muy seco y menor a -2.00 sequía extrema (Tabla 1), se ha determinado la ocurrencia de 19 años de sequías meteorológicas en el ámbito de la cuenca del río Ilave (1971, 1976, 1977, 1980, 1982, 1983, 1987, 1988, 1989, 1992, 1995, 1998, 2004, 2005, 2008, 2009, 2010, 2014 y 2016). En la tabla 25 se presentan las ocurrencias de las sequías meteorológicas por estaciones meteorológicas para un periodo de 46 años (1971 a 2016).

Tabla 25

Ocurrencia de sequías meteorológicas en la cuenca del río Ilave, Periodo (1971 – 2016)

| Año | Capazo | Pizacoma | Mazocruz | Desaguadero | Juli | Ilave | Laraqueri | Puno |
|------|--------|----------|----------|-------------|------|-------|-----------|------|
| 1971 | X | X | X | X | X | | | X |
| 1976 | X | X | X | X | | | | |
| 1977 | X | | | | X | X | X | X |
| 1980 | | X | | X | | | X | X |
| 1982 | | X | | X | | X | X | |
| 1983 | X | X | X | | | | X | |
| 1987 | X | | X | X | | | X | X |
| 1988 | X | | X | X | | X | X | X |
| 1989 | X | | X | | | | | X |
| 1992 | X | X | X | | | X | | X |
| 1995 | X | X | | X | | | X | X |
| 1998 | X | X | X | X | | X | X | |
| 2004 | | X | X | X | | | X | |
| 2005 | | | | X | | X | X | X |
| 2008 | | X | X | X | | | X | |
| 2009 | | X | | X | X | X | X | |
| 2010 | | | | X | | X | | X |
| 2014 | X | X | | X | | X | | |
| 2016 | X | X | X | X | | X | X | X |

En las Figuras 20 al 36 se aprecia el comportamiento del SPI observándose que los eventos de sequía ocurridos en las estaciones meteorológicas en estudio

En las Figura 20 al 23 se aprecia que el comportamiento del SPI para 01, 03, 06, 09 y 12 meses observándose que todos los eventos que están dentro del rango de -1.00 a -3.00



son los eventos de sequía que se produjeron en la estación meteorológica Desaguadero, esto causo muchos estragos en la agricultura.

En las Figura 24 al 27 se aprecia que el comportamiento del SPI para 01, 03, 06, 09 y 12 meses observándose que todos los eventos que están dentro del rango de -1.00 a -3.00 son los eventos de sequía que se produjeron en la estación meteorológica Ilave, estos eventos de sequía ocasionaron pérdidas económicas a la agricultura.

En las Figura 28 al 31 se aprecia que el comportamiento del SPI para 01, 03, 06, 09 y 12 meses observándose que todos los eventos que están dentro del rango de -1.00 a -3.00 son los eventos de sequía que se produjeron en la estación meteorológica Capazo, esto causó muchos estragos en la agricultura.

En las Figura 32 al 36 se aprecia que el comportamiento del SPI para 01, 03, 06, 09 y 12 meses observándose que todos los eventos que están dentro del rango de -1.00 a -3.00 son los eventos de sequía que se produjeron en la estación meteorológica Juli, estos eventos de sequía ocasionaron pérdidas económicas a la agricultura.

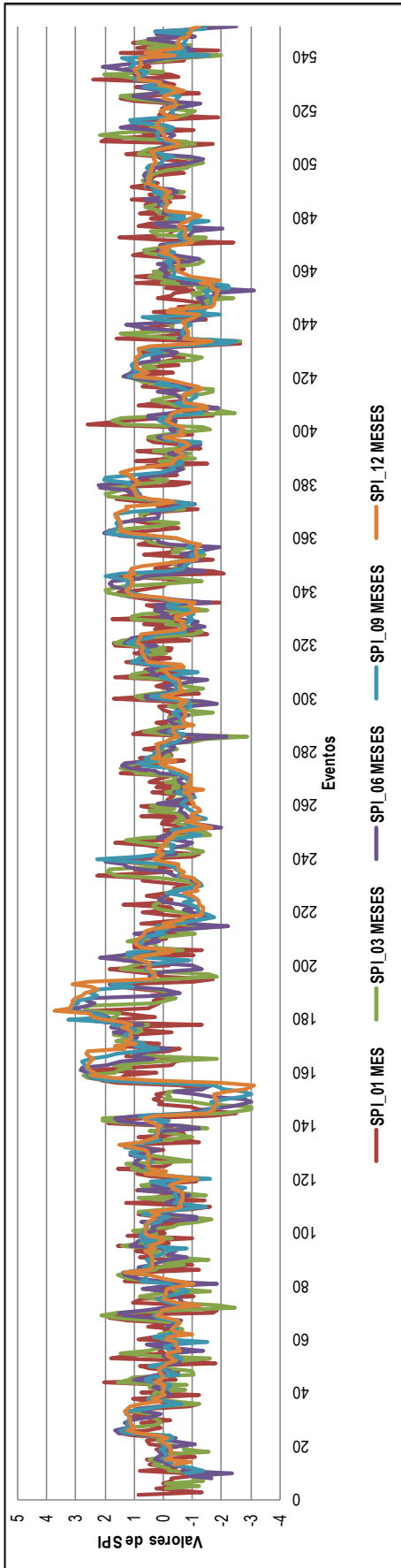


Figura 20. Indicadores de Sequía SPI - Estación Desaguadero

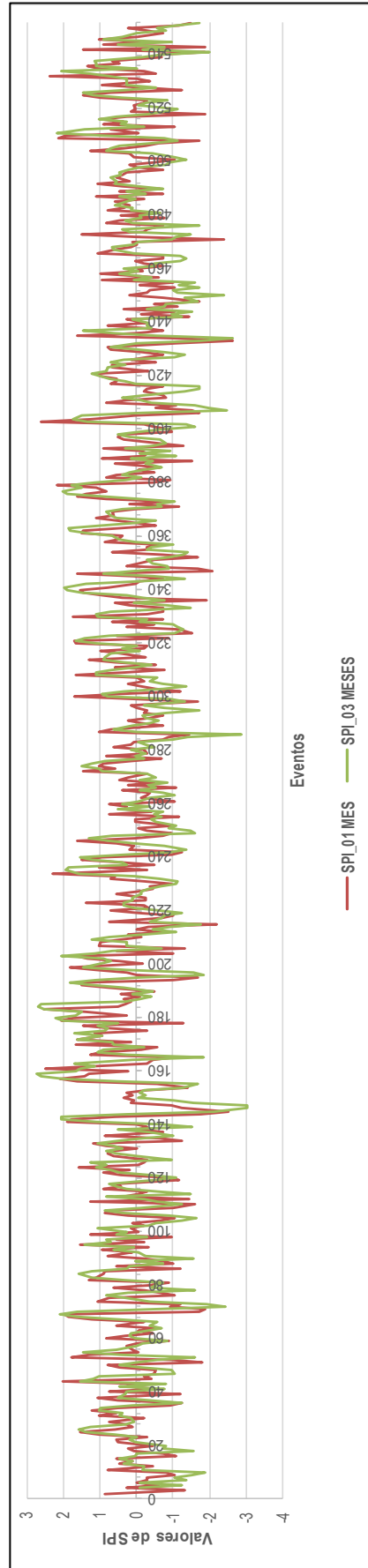


Figura 21. Indicadores de Sequía SPI Escala: 01 y 03 Meses - Estación Desaguadero

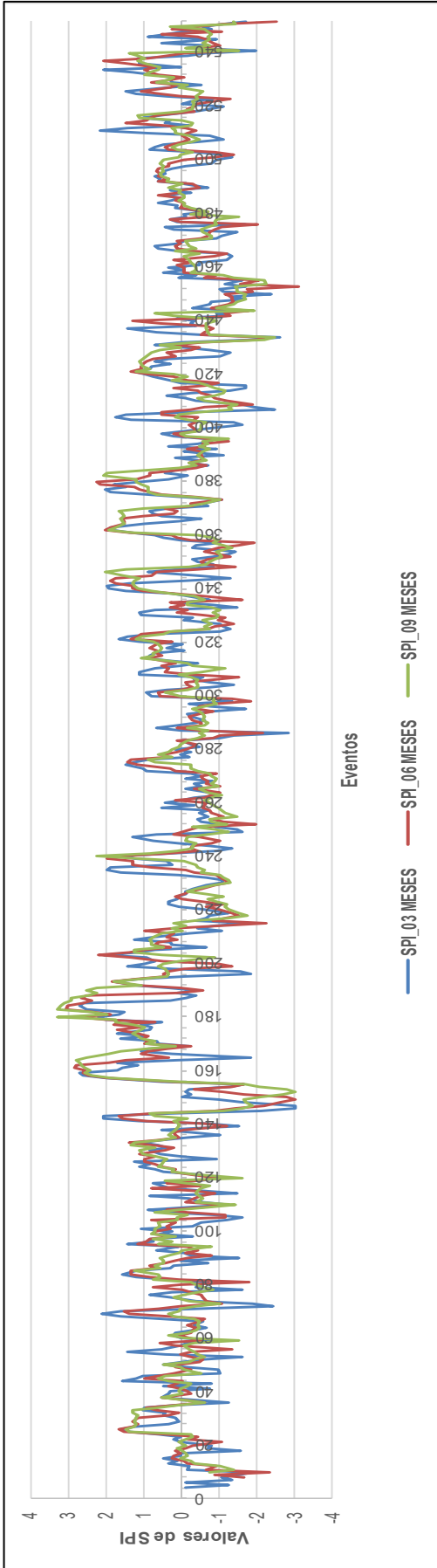


Figura 22. Indicadores de Sequía SPI Escala: 03, 06 y 09 Meses - Estación Desaguadero

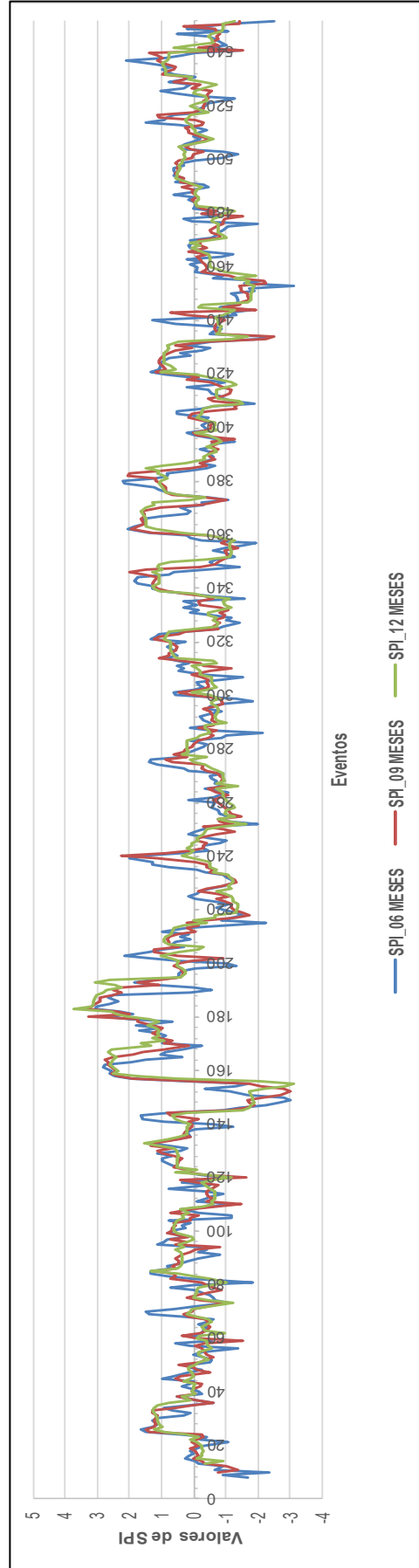


Figura 23. Indicadores de Sequía SPI Escala: 06, 09 y 12 Meses - Estación Desaguadero

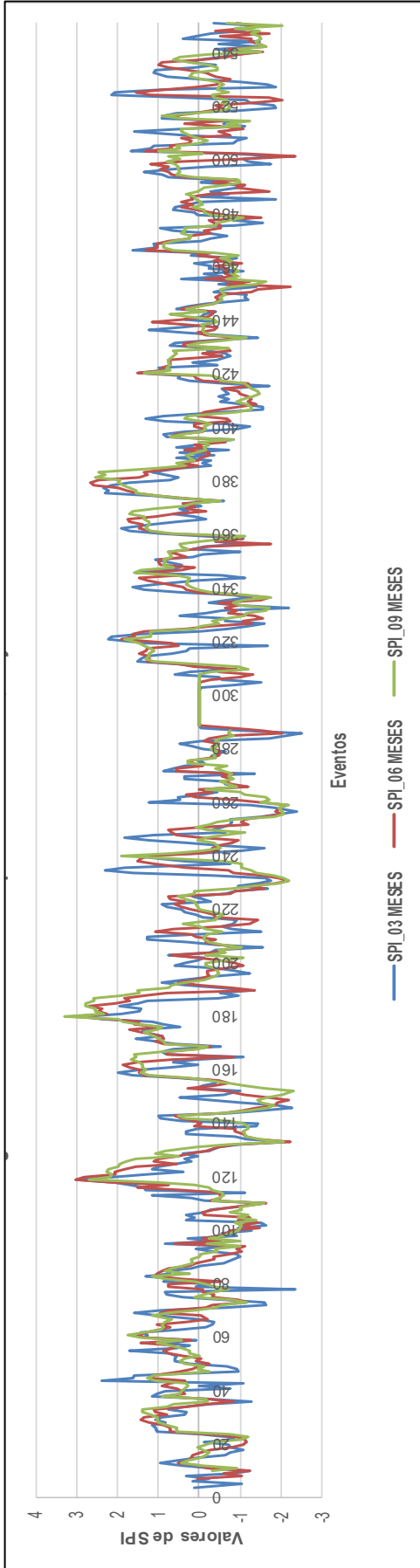


Figura 24. Indicadores de Sequía SPI Escala: 03, 06 y 09 Meses - Estación Ilave

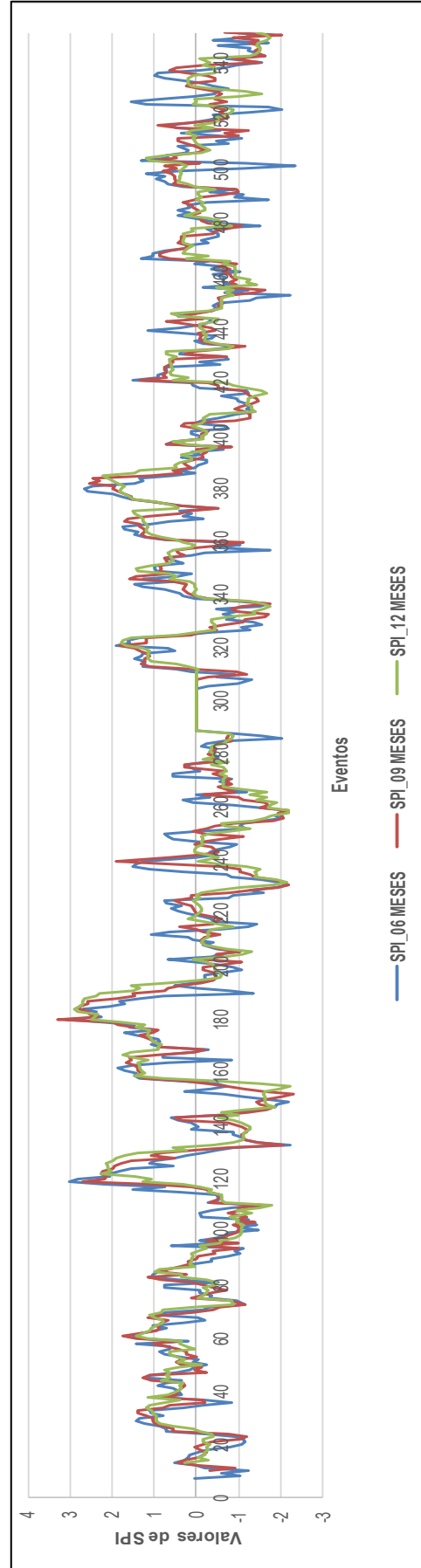


Figura 25. Indicadores de Sequía SPI Escala: 06, 09 y 12 Meses - Estación Ilave

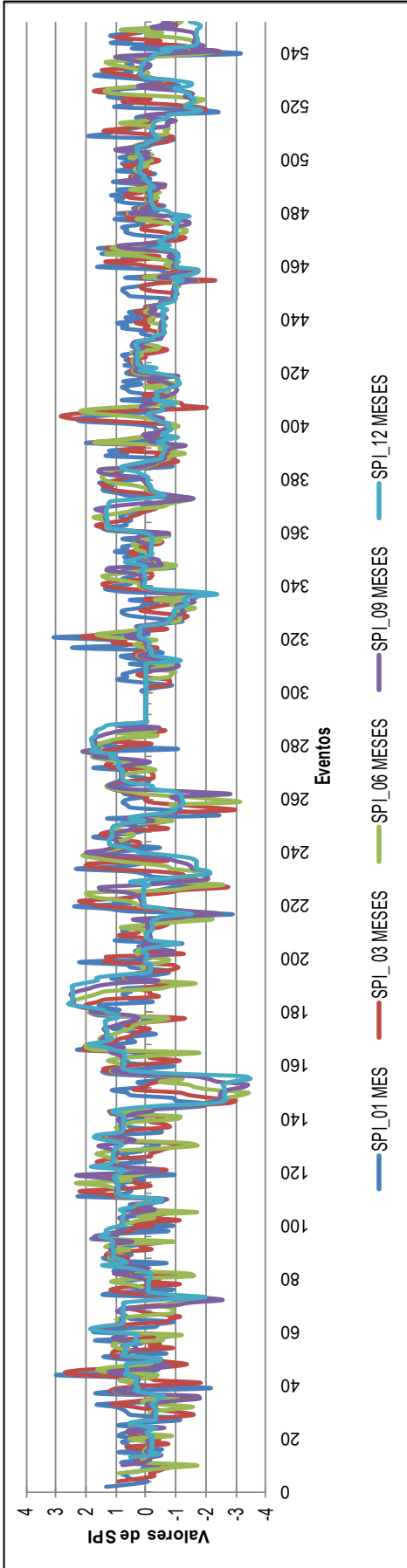


Figura 26. Indicadores de Sequía SPI - Estación Capazo

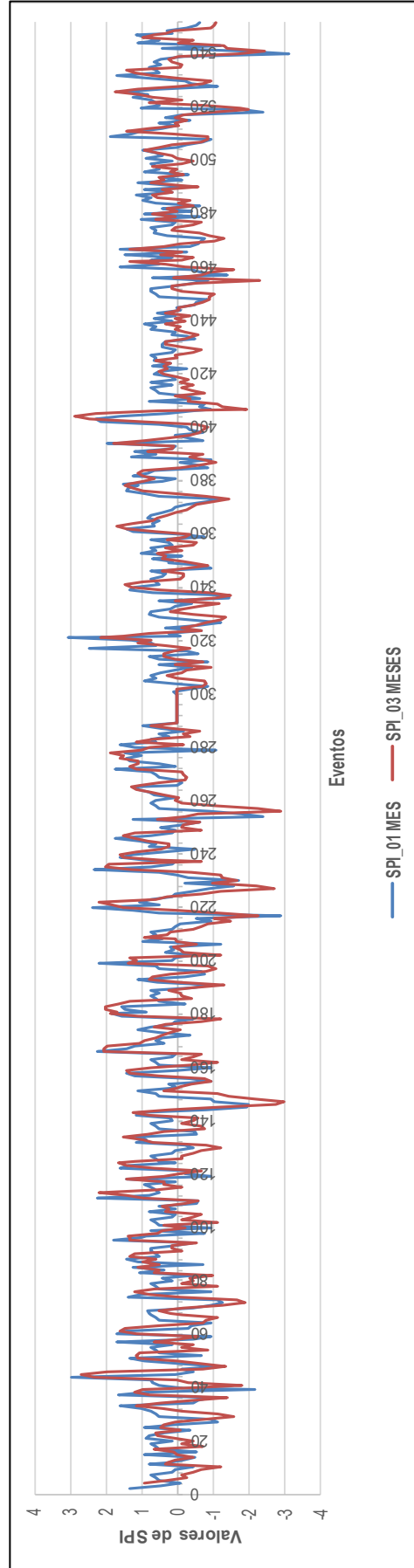


Figura 27. Indicadores de Sequía SPI Escala: 01 y 03 Meses - Estación Capazo

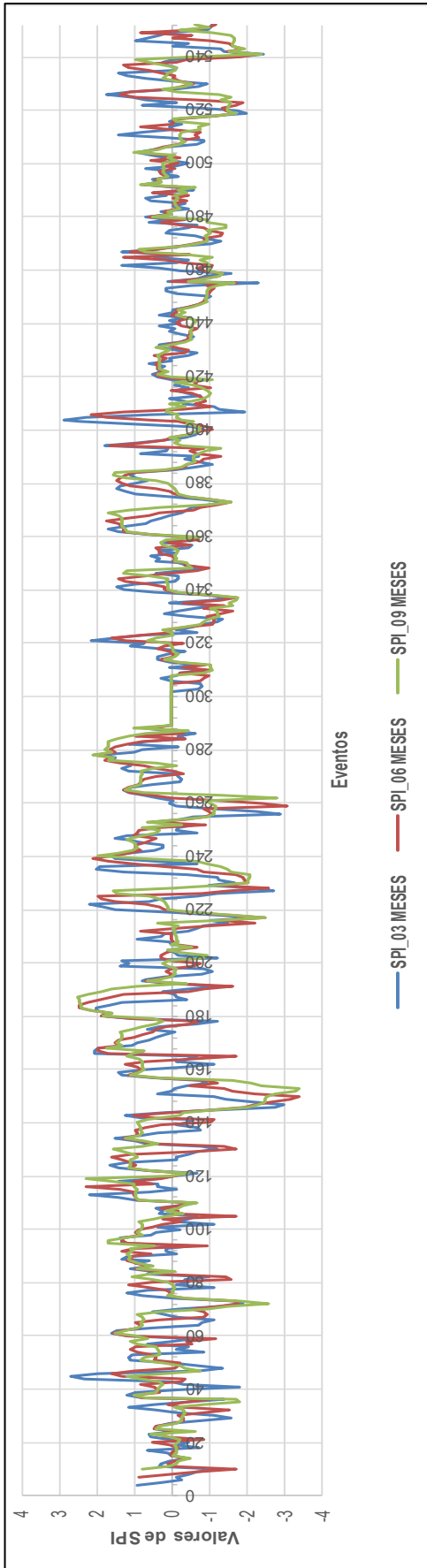


Figura 28. Indicadores de Sequía SPI Escala: 03, 06 y 09 Meses - Estación Capazo

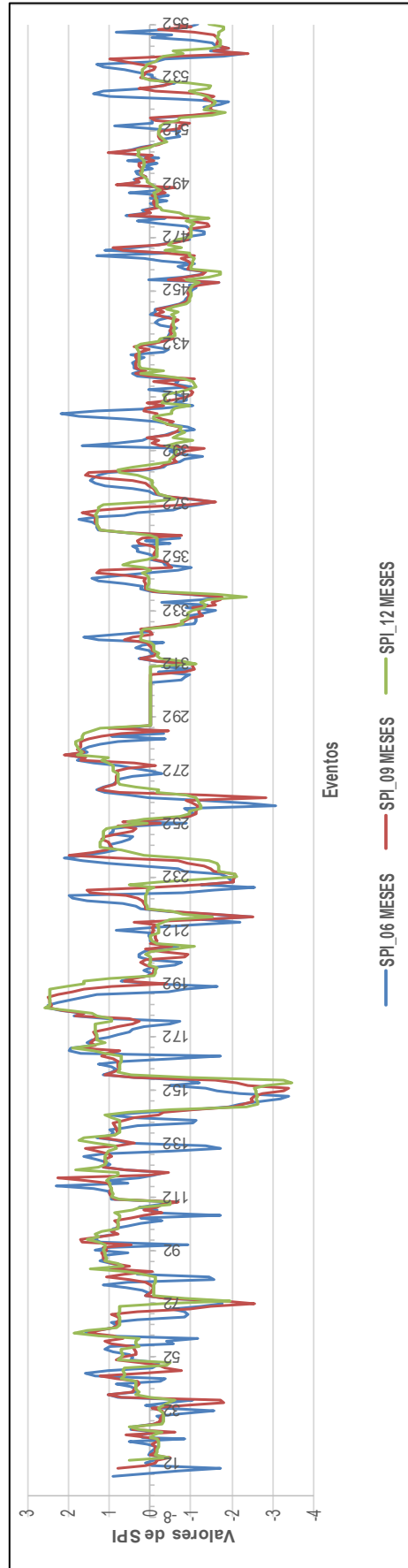


Figura 29. Indicadores de Sequía SPI Escala: 06, 09 y 12 Meses - Estación Capazo

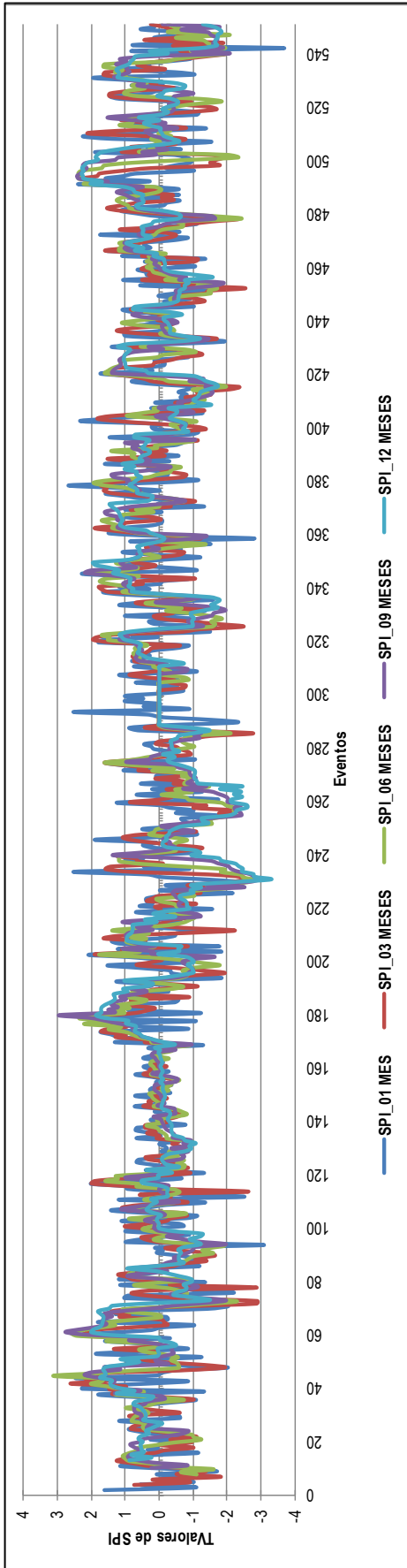


Figura 30. Indicadores de Sequía SPI - Estación Juli

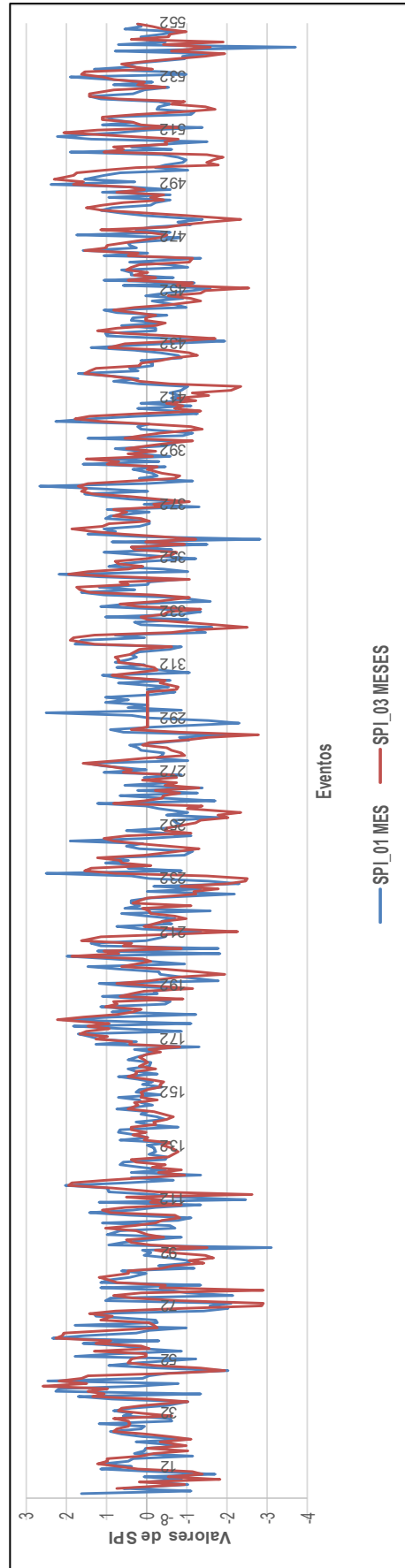


Figura 31. Indicadores de Sequía SPI Escala: 01 y 03 Meses - Estación Juli

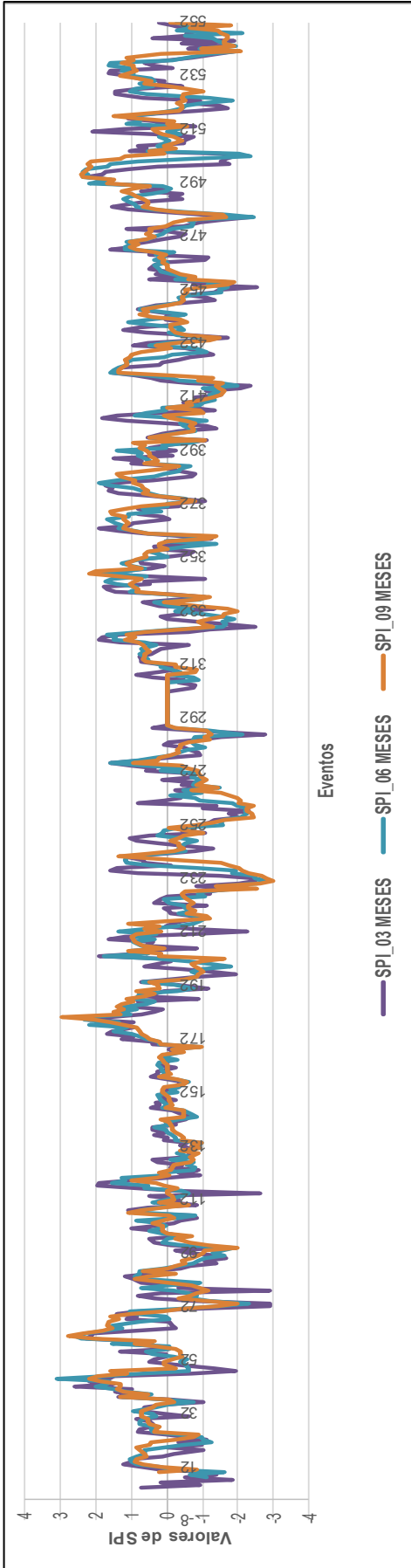


Figura 32. Indicadores de Sequía SPI Escala: 03, 06 y 09 Meses - Estación Juli

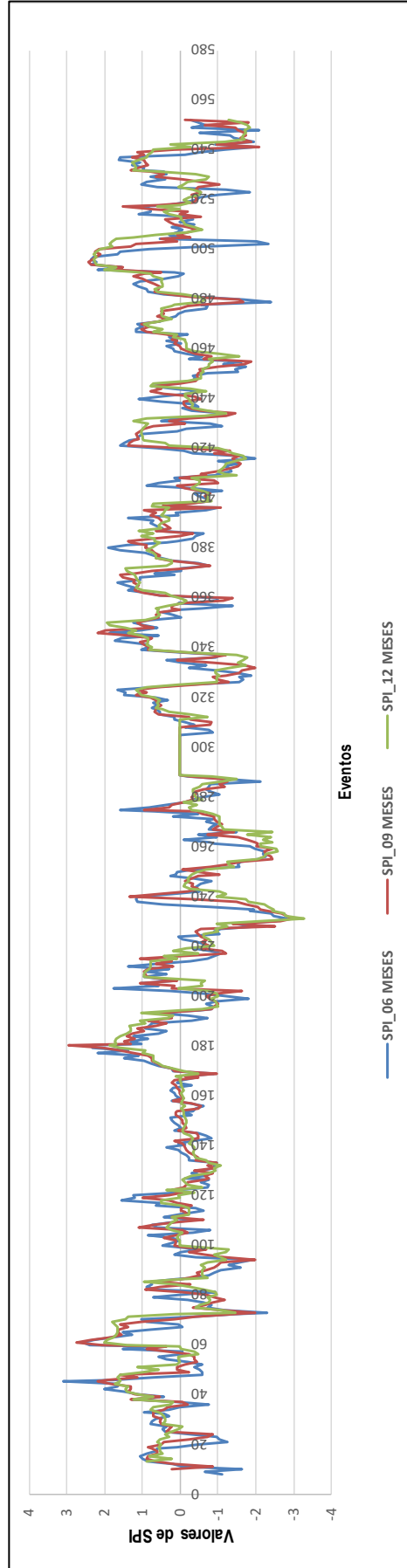


Figura 33. Indicadores de Sequía SPI Escala: 06, 09 y 12 Meses - Estación Juli

De las tablas 26 al 29 se interpreta lo siguiente:

En la estación Desaguadero, ocurrieron 552 eventos en total, de los cuales 44 eventos están en la categoría de moderadamente seco que representa el 7.97 %, 15 eventos corresponden a la categoría severamente secos, que representa un 2.72 % y 9 eventos que corresponden a la categoría extremadamente seco, que representa un 1.63 % del total de eventos, estos 9 eventos pueden causar problemas a la actividad agrícola y afectar el desarrollo normal de los cultivos por falta de humedad, estos resultados se obtuvieron en escalas de tiempo de 9 y 12 meses.

En la estación Ilave, ocurrieron 552 eventos en total, de los cuales 44 eventos están en la categoría de moderadamente seco que representa el 8.70 %, 15 eventos corresponden a la categoría severamente secos, que representa un 5.62 % y 9 eventos que corresponden a la categoría extremadamente seco, que representa un 1.20 % del total de eventos, estos 9 eventos pueden causar problemas a la actividad agrícola y afectar el desarrollo normal de los cultivos por falta de humedad, estos resultados se obtuvieron en escalas de tiempo de 9 y 12 meses.

En la estación Capazo, ocurrieron 552 eventos en total, de los cuales 48 eventos están en la categoría de moderadamente seco que representa el 8.77 %, 15 eventos corresponden a la categoría severamente secos, que representa un 5.62 % y 9 eventos que corresponden a la categoría extremadamente seco, que representa un 1.27 % del total de eventos, estos eventos pueden causar problemas a la actividad agrícola y afectar el desarrollo normal de los cultivos por falta de humedad, estos resultados se obtuvieron en escalas de tiempo de 9 y 12 meses.

En la estación Juli, ocurrieron 552 eventos en total, de los cuales 58 eventos están en la categoría de moderadamente seco que representa el 10,52 %, 20 eventos corresponden a la categoría severamente secos, que representa un 3.62 % y 9 eventos que corresponden a la categoría extremadamente seco, que representa un 1.63 % del total de eventos, estos 9 eventos pueden causar problemas a la actividad agrícola y afectar el desarrollo normal de los cultivos por falta de humedad, estos resultados se obtuvieron en escalas de tiempo de 9 y 12 meses.

Tabla 26
Resumen de frecuencia de eventos estación Desaguadero

| SPI | Categoría | para 6 meses (552 eventos) | | para 12 meses (552 eventos) | |
|--------------|------------------------|----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|
| | | Número de veces | frecuencia | Número de veces | frecuencia |
| 2,0 y más | Extremadamente | 21 | 3.80% | 21 | 3.80% |
| | húmedo | | | | |
| 1,5 a 1,99 | Muy húmedo | 18 | 3.26% | 18 | 3.26% |
| 1,0 a 1,49 | Moderadamente | 47 | 8.51% | 47 | 8.51% |
| | húmedo | | | | |
| -0,99 a 0,99 | Normal o | 398 | 72.10% | 398 | 72.10% |
| | aproximadamente normal | | | | |
| -1,0 a -1,49 | Moderadamente seco | 44 | 7.97% | 44 | 7.97% |
| -1,5 a -1,99 | Severamente seco | 15 | 2.72% | 15 | 2.72% |
| -2 y menos | Extremadamente seco | 9 | 1.63% | 9 | 1.63% |
| | | 552 | 100.00% | 552 | 100.00% |

Tabla 27
Resumen de frecuencia de eventos estación Ilave

| SPI | Categoría | para 6 meses (552 eventos) | | para 12 meses (552 eventos) | |
|--------------|------------------------|----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|
| | | Número de veces | frecuencia | Número de veces | frecuencia |
| 2,0 y más | Extremadamente | 15 | 3.80% | 15 | 3.80% |
| | húmedo | | | | |
| 1,5 a 1,99 | muy húmedo | 18 | 3.26% | 18 | 3.26% |
| 1,0 a 1,49 | moderadamente | 47 | 8.51% | 47 | 8.51% |
| | húmedo | | | | |
| -0,99 a 0,99 | normal o | 398 | 72.10% | 398 | 72.10% |
| | aproximadamente normal | | | | |
| -1,0 a -1,49 | moderadamente seco | 44 | 7.97% | 44 | 7.97% |
| -1,5 a -1,99 | severamente seco | 15 | 2.72% | 15 | 2.72% |
| -2 y menos | extremadamente seco | 9 | 1.63% | 9 | 1.63% |
| | | 546 | 100.00% | 546 | 100.00% |

Tabla 28
Resumen de frecuencia de eventos estación Capazo

| SPI | Categoría | Para 6 meses (552 eventos) | | Para 12 meses (552 eventos) | |
|---------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|
| | | Número de veces | Frecuencia | Número de veces | Frecuencia |
| 2,0 y más | Extremadamente húmedo | 15 | 2.72% | 15 | 2.72% |
| 1,5 a 1,99 | Muy húmedo | 24 | 4.35% | 24 | 4.35% |
| 1,0 a 1,49 | Moderadamente húmedo | 52 | 9.42% | 52 | 9.42% |
| -0,99 a 0,99 | Normal o aproximadamente normal | 375 | 67.93% | 375 | 67.93% |
| -1,0 a -1,49 | Moderadamente seco | 48 | 8.70% | 48 | 8.70% |
| -1,5 a -1,99 | Severamente seco | 31 | 5.62% | 31 | 5.62% |
| -2 y menos | Extremadamente seco | 7 | 1.27% | 7 | 1.27% |
| | | 552 | 100.00% | 552 | 100.00% |

Tabla 29
Resumen de frecuencia de eventos estación Juli

| SPI | Categoría | para 6 meses (552 eventos) | | para 12 meses (552 eventos) | |
|---------------------|---------------------------------|----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|
| | | Número de veces | frecuencia | Número de veces | frecuencia |
| 2,0 y más | Extremadamente húmedo | 16 | 2.90% | 16 | 2.90% |
| 1,5 a 1,99 | Muy húmedo | 22 | 3.99% | 22 | 3.99% |
| 1,0 a 1,49 | Moderadamente húmedo | 49 | 8.88% | 49 | 8.88% |
| -0,99 a 0,99 | Normal o Aproximadamente normal | 378 | 68.48% | 378 | 68.48% |
| -1,0 a -1,49 | Moderadamente seco | 58 | 10.51% | 58 | 10.51% |
| -1,5 a -1,99 | Severamente seco | 20 | 3.62% | 20 | 3.62% |
| -2 y menos | Extremadamente seco | 9 | 1.63% | 9 | 1.63% |
| | | 552 | 100.00% | 552 | 100.00% |

Tabla 30
Resumen de frecuencias de eventos de las estaciones meteorológicas en estudio

| SPI | Categoría | Estación Desaguadero | | Estación Ilave | | Estación Capazo | | Estación Juli | |
|---------------------|---------------------------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|---------------|----------------|
| | | Eventos | Frecuencia | Eventos | Frecuencia | Eventos | Frecuencia | Eventos | Frecuencia |
| 2,0 y más | Extremadamente húmedo | 21 | 3.80% | 15 | 2.72% | 15 | 2.72% | 16 | 2.90% |
| 1,5 a 1,99 | Muy húmedo | 18 | 3.26% | 18 | 4.35% | 24 | 4.35% | 22 | 3.99% |
| 1,0 a 1,49 | Moderadamente húmedo | 47 | 8.51% | 47 | 9.42% | 52 | 9.42% | 49 | 8.88% |
| -0,99 a 0,99 | normal o Aproximadamente normal | 398 | 72.10% | 398 | 67.93% | 375 | 67.93% | 378 | 68.48% |
| -1,0 a -1,49 | Moderadamente seco | 44 | 7.97% | 44 | 8.70% | 48 | 8.70% | 58 | 10.51% |
| -1,5 a -1,99 | Severamente seco | 15 | 2.72% | 15 | 5.62% | 31 | 5.62% | 20 | 3.62% |
| -2 y menos | Extremadamente seco | 9 | 1.63% | 9 | 1.27% | 7 | 1.27% | 9 | 1.63% |
| | 552 | 552 | 100.00% | 552 | 100.00% | 552 | 100.00% | 552 | 100.00% |

En la Tabla 30, se muestra un resumen de todas las estaciones meteorológicas de los 552 eventos, clasificados en frecuencias, con el fin de clasificar el tipo de sequía.

4.4 De la pérdida económica

En la investigación se evaluó a los cultivos papa y quinua, por ser los cultivos de mayor importancia en la alimentación de los habitantes de la cuenca del río Ilave de la región Puno, su importancia radica en garantizar seguridad alimentaria y representa una oportunidad para generar mayores ingresos a los agricultores; sin embargo, de acuerdo a los informes de las agencias agrarias, la actividad agrícola en el ámbito de la cuenca del río Ilave está compuesto de los siguientes cultivos: alfalfa, arveja, avena, cañihua, cebada, cebolla, haba, maca, mashua, oca, olluco, orégano, trigo, papa, quinua y pastos cultivados.

La actividad agrícola mayormente se realiza en las zonas circunlacustres, por las características climáticas, con microclimas más benignos, con mayor humedad disponible y con producción más intensiva. Está orientada a la producción de alimentos, destacando los cultivos de tubérculos (papa, oca), cereales (cebada, avena, quinua y cañahua) y leguminosas (habas, arvejas); siendo los principales productos la papa y la quinua.

Según el Ministerio de Agricultura (2003) la papa es considerada como uno de los principales cultivos del Perú, por sus amplias hectáreas instaladas, su disponibilidad como producto alimenticio en todo el año, como las papas nativas. Los rendimientos dependen del nivel de tecnología usada, principalmente por el empleo de semilla certificada, variedades mejoradas, fertilizantes, nivel de mecanización, adecuadas prácticas agronómicas, riego tecnificado, ocurrencia de factores abióticos y el control efectivo de plagas y enfermedades.

La FAO y la OMS) han calificado a la quinua como un alimento único, por su altísimo valor nutricional que permite sustituir las proteínas de origen animal, además por su contenido balanceado en proteínas y nutrientes. El Altiplano Peruano es el centro de origen y domesticación de este cultivo, el tamaño, color y sabor se diferencia según la variedad. Las variedades más comerciales son de color blanco, el tamaño fluctúa entre los 1.6 a 2.0 mm y sabor dulce (FAO, 2004).

El cultivo de la quinua se caracteriza por el predominio de pequeños productores con unidades agropecuarias menores a 3.0 ha, una alta variabilidad climática y uso de tecnología media o tradicional que se traduce en actividades agrícolas altamente diversificadas como condición de eficiencia económica que les permite disminuir el riesgo climático, de plagas y enfermedades. Los costos de producción son relativamente

bajos, no se requiere de infraestructura compleja para el lavado, secado y almacenamiento, ni de gran cantidad de mano de obra para su producción.

Por información de los agentes del Ministerio de Agricultura y los agricultores, las superficies no cosechadas se deben principalmente a las pérdidas de los cultivos principalmente por la falta de agua (sequias), en menor porcentaje debido a las heladas, granizadas e inundaciones.

La importancia de la investigación radica en realizar una evaluación económica de la producción agrícola influenciado por las sequias, como un fenómeno natural que se presenta en la zona en estudio, durante las campañas 1996/97 al 2015/16 y proponer alternativas para complementar la falta de agua para los cultivos, los mismos que pueden ser adaptados por los agricultores.

En las tablas 31 al 36, se presentan la evaluación económica de los cultivos papa y quinua durante las campañas 1996/97 al 2015/16 (periodo de 20 años).

De acuerdo a la tabla 31, las pérdidas económicas del cultivo de papa en la provincia de Chucuito, durante las campañas 1996/97 al 2015/16, es S/. 4'655,587.00; las pérdidas económicas considerables se dieron durante las campañas 1996/97 (S/. 677,734), 2000/01 (S/. 1'630,105), 2002/03 (S/. 166,963), 2006/07 (S/. 762,819) y 2011/12 (S/. 1'323,222).

De acuerdo a la tabla 32, las pérdidas económicas del cultivo de quinua en la provincia de Chucuito, durante las campañas 1996/97 al 2015/16, es S/. 5'315,930.00 soles; las pérdidas económicas considerables se dieron durante las campañas 1996/97 (S/. 677,734), 2000/01 (S/. 1'630,105), 2002/03 (S/. 166,963), 2006/07 (S/. 762,819) y 2011/12 (S/. 1'323,222).

Tabla 31
Evaluación económica del cultivo Papa – Chucuito

| Año | Siembras (ha) | Cosechas (ha) | Área de Pérdidas (ha) | Producción (Tn) | Rendimiento (Kg./ha.) | Precio Chacra (S./ Kg.) | Pérdida económica (S./) |
|--------------|------------------|------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1996/1997 | 3,740.0 | 3,665.0 | 180.0 | 34,576.0 | 7,411.8 | 0.51 | 677,734 |
| 1997/1998 | 4,050.0 | 4,050.0 | 1.0 | 30,744.0 | 6,292.3 | 0.51 | 3,196 |
| 1998/1999 | 3,849.0 | 3,845.0 | 1.0 | 42,450.0 | 9,342.0 | 0.54 | 5,073 |
| 1999/2000 | 3,895.0 | 3,895.0 | 0 | 41,241.0 | 10,440.8 | 0.50 | 0 |
| 2000/2001 | 4,341.0 | 4,158.0 | 364.0 | 33,575.0 | 8,217.1 | 0.55 | 1,630,105 |
| 2001/2002 | 3,695.0 | 3,695.0 | 0 | 45,169.0 | 10,157.2 | 0.44 | 0 |
| 2002/2003 | 3,715.0 | 3,698.0 | 39.0 | 45,811.0 | 10,416.3 | 0.41 | 166,963 |
| 2003/2004 | 3,760.0 | 3,760.0 | 0 | 38,880.0 | 8,733.2 | 0.50 | 0 |
| 2004/2005 | 3,764.0 | 3,764.0 | 0 | 50,037.0 | 10,882.3 | 0.48 | 0 |
| 2005/2006 | 3,673.0 | 3,673.0 | 0 | 38,579.0 | 8,607.5 | 0.52 | 0 |
| 2006/2007 | 3,500.0 | 3,340.0 | 165.0 | 42,626.0 | 9,692.1 | 0.48 | 762,819 |
| 2007/2008 | 3,466.0 | 3,466.0 | 0 | 48,202.0 | 10,321.6 | 0.62 | 0 |
| 2008/2009 | 3,403.0 | 3,403.0 | 10.0 | 44,703.0 | 9,771.1 | 0.89 | 86,475 |
| 2009/2010 | 3,246.0 | 3,246.0 | 0 | 53,644.0 | 10,914.3 | 0.84 | 0 |
| 2010/2011 | 3,278.0 | 3,278.0 | 0 | 55,089.0 | 11,403.2 | 1.00 | 0 |
| 2011/2012 | 3,274.0 | 3,068.0 | 105.0 | 54,505.0 | 11,572.2 | 1.09 | 1,323,222 |
| 2012/2013 | 3,292.0 | 2,518.0 | 0 | 54,492.0 | 11,820.4 | 1.09 | 0 |
| 2013/2014 | 3,272.0 | 3,272.0 | 0 | 53,827.0 | 11,633.2 | 1.20 | 0 |
| 2014/2015 | 3,410.0 | 3,410.0 | 0 | 50,808.0 | 10,578.4 | 1.14 | 0 |
| 2015/2016 | 3,500.0 | 3,500.0 | 0 | 43,011.0 | 9,054.9 | 1.18 | 0 |
| Total | 72,123.0 | 70,704.0 | 1,419.0 | | | | 4,655,587 |

Tabla 32
Evaluación económica del cultivo Quinua – Chucuito

| Año | Siembras (Ha) | Cosechas (Ha) | Área de Pérdidas (Ha) | Producción (Tn) | Rendimiento (Kg./Ha.) | Precio Chacra (S./x Kg.) | Pérdida económica (S./) |
|--------------|------------------|------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1996/1997 | 3,740.00 | 3,665.00 | 75 | 2,994.00 | 816.92 | 0.93 | 56,919 |
| 1997/1998 | 4,050.00 | 4,050.00 | 0 | 3,800.00 | 938.27 | 1.00 | 0 |
| 1998/1999 | 3,849.00 | 3,845.00 | 4 | 3,623.00 | 942.26 | 1.02 | 3,829 |
| 1999/2000 | 3,895.00 | 3,895.00 | 0 | 4,002.00 | 1,027.47 | 1.04 | 0 |
| 2000/2001 | 4,341.00 | 4,158.00 | 183 | 3,621.00 | 870.85 | 1.05 | 167,334 |
| 2001/2002 | 3,695.00 | 3,695.00 | 0 | 4,209.00 | 1,139.11 | 1.04 | 0 |
| 2002/2003 | 3,715.00 | 3,698.00 | 17 | 4,065.00 | 1,099.24 | 1.05 | 19,547 |
| 2003/2004 | 3,760.00 | 3,760.00 | 0 | 3,739.00 | 994.41 | 1.04 | 0 |
| 2004/2005 | 3,764.00 | 3,764.00 | 0 | 4,682.00 | 1,243.89 | 1.13 | 0 |
| 2005/2006 | 3,673.00 | 3,673.00 | 0 | 4,130.00 | 1,124.42 | 1.08 | 0 |
| 2006/2007 | 3,500.00 | 3,340.00 | 160 | 3,797.00 | 1,136.83 | 1.14 | 206,811 |
| 2007/2008 | 3,466.00 | 3,466.00 | 0 | 3,728.00 | 1,075.59 | 1.37 | 0 |
| 2008/2009 | 3,403.00 | 3,403.00 | 0 | 4,056.00 | 1,191.89 | 3.27 | 0 |
| 2009/2010 | 3,246.00 | 3,246.00 | 0 | 3,961.00 | 1,220.27 | 3.23 | 0 |
| 2010/2011 | 3,278.00 | 3,278.00 | 0 | 4,105.00 | 1,252.29 | 4.21 | 0 |
| 2011/2012 | 3,274.00 | 3,068.00 | 206 | 3,531.00 | 1,150.91 | 4.16 | 985,100 |
| 2012/2013 | 3,292.00 | 2,518.00 | 774 | 2,232.00 | 886.42 | 5.65 | 3,876,390 |
| 2013/2014 | 3,272.00 | 3,272.00 | 0 | 3,926.00 | 1,199.88 | 9.59 | 0 |
| 2014/2015 | 3,410.00 | 3,410.00 | 0 | 3,757.30 | 1,101.85 | 5.22 | 0 |
| 2015/2016 | 3,500.00 | 3,500.00 | 0 | 3,440.40 | 982.97 | 3.92 | 0 |
| Total | 72,123 | 70,704 | 1,419 | | | | 5,315,930 |

Tabla 33
Evaluación económica del cultivo Papa – Ilave

| Año | Siembras (Ha) | Cosechas (Ha) | Área de Pérdidas (Ha) | Producción (Tn) | Rendimiento (Kg./Ha.) | Precio Chacra (\$/x Kg.) | Pérdida económica (\$/.) |
|--------------|------------------|------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1996/1997 | 4,600 | 4,400 | 200 | 23,692 | 5,385 | 0.51 | 544,916 |
| 1997/1998 | 4,790 | 4,790 | 0 | 39,405 | 8,227 | 0.50 | 0 |
| 1998/1999 | 4,320 | 4,240 | 80 | 41,258 | 9,731 | 0.54 | 422,700 |
| 1999/2000 | 4,980 | 4,980 | 0 | 52,645 | 10,571 | 0.48 | 0 |
| 2000/2001 | 4,725 | 4,055 | 670 | 35,999 | 8,878 | 0.54 | 3,200,049 |
| 2001/2002 | 4,737 | 4,734 | 3 | 51,535 | 10,886 | 0.43 | 13,945 |
| 2002/2003 | 4,747 | 4,722 | 25 | 47,497 | 10,059 | 0.40 | 101,592 |
| 2003/2004 | 4,910 | 4,528 | 382 | 37,831 | 8,355 | 0.42 | 1,337,269 |
| 2004/2005 | 5,022 | 5,022 | 0 | 60,709 | 12,089 | 0.43 | 0 |
| 2005/2006 | 5,077 | 4,729 | 348 | 45,396 | 9,599 | 0.46 | 1,540,027 |
| 2006/2007 | 5,098 | 4,916 | 182 | 48,311 | 9,827 | 0.45 | 797,701 |
| 2007/2008 | 5,166 | 5,163 | 3 | 56,091 | 10,864 | 0.61 | 19,914 |
| 2008/2009 | 5,173 | 5,121 | 52 | 51,209 | 10,000 | 0.65 | 337,473 |
| 2009/2010 | 5,226 | 5,226 | 0 | 58,353 | 11,166 | 0.75 | 0 |
| 2010/2011 | 5,247 | 3,816 | 1,431 | 41,761 | 10,944 | 0.96 | 15,096,601 |
| 2011/2012 | 5,363 | 4,424 | 939 | 46,932 | 10,608 | 1.00 | 9,961,381 |
| 2012/2013 | 5,352 | 5,352 | 0 | 62,526 | 11,683 | 0.92 | 0 |
| 2013/2014 | 5,349 | 5,327 | 22 | 62,150 | 11,667 | 1.22 | 313,655 |
| 2014/2015 | 5,304 | 5,304 | 0 | 59,026 | 11,129 | 0.65 | 0 |
| 2015/2016 | 5,326 | 5,326 | 0 | 53,031 | 9,957 | 1.29 | 0 |
| Total | 100,512 | 96,175 | 4,337 | | | | 33,687,224 |

Tabla 34
Evaluación económica del cultivo Quinua – Ilave

| Año | Siembras (Ha) | Cosechas (Ha) | Área de Pérdidas (Ha) | Producción (Tn) | Rendimiento (Kg./Ha.) | Precio Chacra (\$/x Kg.) | Pérdida económica (\$/.) |
|--------------|------------------|------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1996/1997 | 3,700 | 3,630 | 70 | 2,943 | 811 | 0.88 | 50,112 |
| 1997/1998 | 4,050 | 4,050 | 0 | 3,655 | 902 | 0.99 | 0 |
| 1998/1999 | 3,800 | 3,800 | 0 | 3,424 | 901 | 1.02 | 0 |
| 1999/2000 | 4,550 | 4,542 | 8 | 4,143 | 912 | 1.04 | 7,575 |
| 2000/2001 | 4,800 | 4,362 | 438 | 3,175 | 728 | 1.06 | 337,939 |
| 2001/2002 | 5,411 | 5,411 | 0 | 6,152 | 1,137 | 1.04 | 0 |
| 2002/2003 | 5,412 | 5,327 | 85 | 5,075 | 953 | 1.04 | 84,218 |
| 2003/2004 | 5,215 | 5,208 | 7 | 4,641 | 891 | 1.04 | 6,487 |
| 2004/2005 | 5,225 | 5,225 | 0 | 6,209 | 1,188 | 1.06 | 0 |
| 2005/2006 | 5,233 | 5,180 | 53 | 5,669 | 1,094 | 1.12 | 64,674 |
| 2006/2007 | 5,187 | 5,010 | 177 | 5,108 | 1,020 | 1.14 | 205,366 |
| 2007/2008 | 4,801 | 4,798 | 3 | 4,760 | 992 | 1.48 | 4,405 |
| 2008/2009 | 4,807 | 4,807 | 0 | 5,460 | 1,136 | 2.96 | 0 |
| 2009/2010 | 4,811 | 4,811 | 0 | 5,694 | 1,184 | 3.16 | 0 |
| 2010/2011 | 4,805 | 4,765 | 40 | 5,027 | 1,055 | 3.53 | 149,006 |
| 2011/2012 | 4,903 | 4,039 | 864 | 4,139 | 1,025 | 4.00 | 3,541,564 |
| 2012/2013 | 4,697 | 4,462 | 235 | 4,427 | 992 | 4.26 | 993,946 |
| 2013/2014 | 4,716 | 4,716 | 0 | 5,284 | 1,121 | 8.79 | 0 |
| 2014/2015 | 4,723 | 4,723 | 0 | 5,199 | 1,101 | 7.66 | 0 |
| 2015/2016 | 4,728 | 4,728 | 0 | 5,077 | 1,074 | 4.54 | 0 |
| Total | 95,574 | 93,594 | 1,980 | | | | 5,445,291 |

Tabla 35
Evaluación económica del cultivo Papa – Puno

| Año | Siembras (Ha) | Cosechas (Ha) | Área de Pérdidas (Ha) | Producción (Tn) | Rendimiento (Kg./Ha.) | Precio Chacra (S/.x Kg.) | Pérdida económica (S/.) |
|--------------|------------------|------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1996/1997 | 4,300 | 4,095 | 205 | 23,917 | 5,841 | 0.52 | 622,601 |
| 1997/1998 | 3,774 | 3,773 | 1 | 20,138 | 5,337 | 0.52 | 2,754 |
| 1998/1999 | 2,673 | 2,671 | 2 | 22,697 | 8,498 | 0.55 | 9,330 |
| 1999/2000 | 3,204 | 3,187 | 17 | 25,805 | 8,097 | 0.49 | 67,172 |
| 2000/2001 | 2,340 | 2,126 | 214 | 16,161 | 7,602 | 0.54 | 881,694 |
| 2001/2002 | 3,136 | 3,110 | 26 | 30,619 | 9,845 | 0.42 | 108,279 |
| 2002/2003 | 3,363 | 3,323 | 40 | 33,248 | 10,005 | 0.41 | 163,288 |
| 2003/2004 | 3,447 | 3,146 | 301 | 25,131 | 7,988 | 0.49 | 1,175,781 |
| 2004/2005 | 3,515 | 3,467 | 48 | 35,922 | 10,361 | 0.52 | 260,106 |
| 2005/2006 | 3,753 | 3,743 | 10 | 34,198 | 9,137 | 0.57 | 52,170 |
| 2006/2007 | 3,914 | 3,786 | 128 | 33,629 | 8,882 | 0.56 | 635,558 |
| 2007/2008 | 4,088 | 4,088 | 0 | 38,657 | 9,456 | 0.63 | 0 |
| 2008/2009 | 4,193 | 4,193 | 0 | 38,957 | 9,291 | 1.03 | 0 |
| 2009/2010 | 4,344 | 4,316 | 28 | 43,607 | 10,104 | 0.80 | 227,452 |
| 2010/2011 | 4,518 | 4,478 | 40 | 48,347 | 10,797 | 1.14 | 493,619 |
| 2011/2012 | 4,644 | 4,594 | 50 | 52,483 | 11,424 | 1.04 | 593,490 |
| 2012/2013 | 4,881 | 4,881 | 0 | 54,954 | 11,259 | 1.09 | 0 |
| 2013/2014 | 5,220 | 5,220 | 0 | 58,203 | 11,150 | 1.23 | 0 |
| 2014/2015 | 5,121 | 5,121 | 0 | 56,933 | 11,118 | 1.11 | 0 |
| 2015/2016 | 5,186 | 5,186 | 0 | 49,940 | 9,630 | 1.42 | 0 |
| Total | 79,614 | 78,504 | 1,110 | | | | 5,293,293 |

Tabla 36
Evaluación económica del cultivo Quinua – Puno

| Año | Siembras (Ha) | Cosechas (Ha) | Área de Pérdidas (Ha) | Producción (Tn) | Rendimiento (Kg./Ha.) | Precio Chacra (S/.x Kg.) | Pérdida económica (S/.) |
|--------------|------------------|------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1996/1997 | 2,920 | 2,840 | 80 | 2,365 | 833 | 0.95 | 63,489 |
| 1997/1998 | 2,684 | 2,682 | 2 | 2,356 | 878 | 1.00 | 1,757 |
| 1998/1999 | 2,309 | 2,239 | 70 | 2,113 | 944 | 1.01 | 66,721 |
| 1999/2000 | 2,748 | 2,728 | 20 | 2,670 | 979 | 1.04 | 20,279 |
| 2000/2001 | 2,634 | 2,389 | 245 | 1,905 | 797 | 1.05 | 204,351 |
| 2001/2002 | 2,769 | 2,746 | 23 | 3,126 | 1,138 | 1.04 | 27,099 |
| 2002/2003 | 2,830 | 2,823 | 7 | 3,307 | 1,171 | 1.03 | 8,422 |
| 2003/2004 | 2,800 | 2,709 | 91 | 2,578 | 952 | 1.03 | 89,371 |
| 2004/2005 | 2,875 | 2,840 | 35 | 3,017 | 1,062 | 1.06 | 39,487 |
| 2005/2006 | 3,030 | 3,018 | 12 | 3,018 | 1,000 | 1.05 | 12,576 |
| 2006/2007 | 3,085 | 2,944 | 141 | 3,436 | 1,167 | 1.05 | 173,450 |
| 2007/2008 | 3,296 | 3,296 | 0 | 3,397 | 1,031 | 1.71 | 0 |
| 2008/2009 | 3,525 | 3,525 | 0 | 4,143 | 1,175 | 3.90 | 0 |
| 2009/2010 | 3,922 | 3,922 | 0 | 4,971 | 1,267 | 3.33 | 0 |
| 2010/2011 | 4,001 | 3,973 | 28 | 5,245 | 1,320 | 3.45 | 127,343 |
| 2011/2012 | 4,151 | 4,131 | 20 | 5,365 | 1,299 | 3.73 | 96,754 |
| 2012/2013 | 4,421 | 4,421 | 0 | 4,512 | 1,021 | 6.36 | 0 |
| 2013/2014 | 4,481 | 4,481 | 0 | 5,378 | 1,200 | 9.78 | 0 |
| 2014/2015 | 4,652 | 4,652 | 0 | 5,490 | 1,180 | 6.53 | 0 |
| 2015/2016 | 4,920 | 4,920 | 0 | 4,805 | 977 | 3.50 | 0 |
| Total | 68,053 | 67,279 | 774 | | | | 931,098 |

De acuerdo con la tabla 33, las pérdidas económicas del cultivo de papa en la provincia de Chucuito, durante las campañas 1996/97 al 2015/16, es S/. 33'687,224.00 soles; las pérdidas económicas considerables se dieron durante las campañas 1996/97 (S/. 544,916), 1998/99 (S/. 422,700), 2000/01 (S/. 3'200,049), 2002/03 (S/. 104,592), 2003/04 (S/. 1'337,269), 2005/06 (S/. 1'540,027), 2006/07 (S/. 797,701), 2008/09 (S/. 337,473), 2010/11 (S/. 15'095,601), 2011/12 (S/. 9'961,381) y 2013/14 (S/. 313,655).

De acuerdo con la tabla 34, las pérdidas económicas del cultivo de quinua en la provincia de El Collao, durante las campañas 1996/97 al 2015/16, es S/. 5'445,291.00 soles; las pérdidas económicas considerables se dieron durante las campañas 2000/01 (S/. 337,939), 2002/03 (S/. 84,218), 2006/07 (S/. 205,366), 2010/11 (S/. 149,006), 2011/12 (S/. 3'541,564) y 2101/13 (S/. 993,946).

De acuerdo con la tabla 35, las pérdidas económicas del cultivo de papa en la provincia de Puno, durante las campañas 1996/97 al 2015/16, es 5'293,293.00 soles; las pérdidas económicas considerables se dieron durante las campañas 1996/97 (S/. 622,601), 2000/01 (S/. 881,694), 2001/02 (S/. 108,279), 2002/03 (S/. 163,288), 2003/04 (1'175,781), 2004/05 (S/. 260,106), 2006/07 (S/. 635,558), 2009/10 (S/. 227,452), 2010/11 (S/. 493,619) y 2011/12 (S/. 593,490).

De acuerdo con la tabla 33, las pérdidas económicas del cultivo de quinua en la provincia de Puno, durante las campañas 1996/97 al 2015/16, es de S/ 931,098.00 soles; las pérdidas económicas considerables se dieron durante las campañas 2000/01 (S/. 204,351), 2006/07 (S/. 173,450), 2010/11 (S/. 127,343) y 2011/12 (S/. 96,754).

4.5 Propuesta para la mitigación de las sequías

Para mitigar las sequías extremas y dotar de agua a los cultivos en la cuenca del río Ilave, se propone las siguientes medidas:

a. Medidas agronómicas y prácticas de riego

- Evaluar y reestructurar la cedula de cultivos y el calendario de siembras para una mejor eficiencia del uso del agua.
- Práctica de la agricultura en secano.

- Forestación en las partes altas de la cuenca con el propósito de conservar el suelo y el agua.
- Practicar las técnicas de cosecha de agua en las partes altas de la cuenca
- Construir nuevos sistemas de riego y drenaje para las actividades agrícolas y pecuarias.
- Explotar los recursos de agua subterránea.
- Aumentar la eficiencia de los sistemas de riego, propender a los sistemas presurizados, para que los cultivos optimicen el agua.

b. Construcción de infraestructuras de riego

En el área de estudio se cuenta con un total de 3,244 fuentes de aguas superficiales, de los cuales 1,300 son quebradas (40.07 %), 1,836 Manantiales (56.60 %), 14 lagunas (0.43 %), 67 ríos (2.07 %). (PRORRIDRE, 2004). Se propone las siguientes medidas de mitigación a las sequías:

- Mejoramiento y ampliación de los sistemas de riego actualmente existentes en el ámbito de la cuenca del río Ilave mediante una gestión a las instituciones públicas y privadas como: Gobierno Regional Puno, Gobiernos Provinciales de El Collao, Chucuito y Puno y Organismos no gubernamentales.
- De acuerdo al estudio de aprovechamiento hídrico para riego en la cuenca del río Ilave, elaborado por el Programa Regional de Riego y Drenaje (PRORRIDRE) del Gobierno Regional Puno, en la Tabla 37 se presenta los 12 embalses proyectados para dotar agua para los sistemas de riego proyectados y en la Tabla 38 se presentan los 16 proyectos de riego proyectados en el ámbito de la cuenca del río Ilave, para irrigar 28,919 hectáreas, con un caudal total de 26.29 m³/s y que beneficiara a 7,668 familias.

Tabla 37

Proyectos de embalses en el ámbito de la cuenca del río Ilave

| Embalse | Estado | Río y/o quebrada | Volumen (mmc) | Distrito |
|--------------|------------|------------------|---------------|-----------|
| Coypa | Proyectado | Coypa | 18.00 | Mazo cruz |
| Chila | Proyectado | Chila | 19.80 | Mazo cruz |
| Lacotuyo | Proyectado | Huenque | 68.60 | Mazo cruz |
| Piaque | Proyectado | Huanacamaya | 27.40 | Mazo cruz |
| Chilligua | Proyectado | Huenque | 8.80 | Conduriri |
| Paspa | Estudio | Huenque | 8.00 | Conduriri |
| Untave | Proyectado | Huenque | 5.00 | Conduriri |
| San Fernando | Proyectado | Blanco | 50.00 | Acora |
| Malcomayo | Proyectado | Malcomayo | 28.55 | Puno |
| Molla | Proyectado | Molla | 5.00 | Pichacani |
| Morocollo | Proyectado | Morocollo | 20.00 | Pichacani |
| Santa Rosa | Proyectado | Santa Rosa | 1.85 | Pichacani |

Fuente: PRORRIDRE (2013)

Tabla 38

Proyectos de riego en el ámbito de la cuenca del río Ilave

| Irrigación | Estado | Río o Manantial | Área (Has) | Caudal (m3/s) | Familias beneficiadas | Distrito |
|----------------------|------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------------|-----------|
| Huenque - Ilave | Estudio | Huenque | 5,216 | 2.64 | 2,217 | Ilave |
| Pilcuyo | Construido | Ilave | 1,600 | 1.60 | 450 | Ilave |
| Camicachi | Proyectado | Ilave | 1,400 | 1.40 | 395 | Ilave |
| San Juan Capilla | Proyectado | Manantial | 100 | 0.10 | 32 | Conduriri |
| Conduriri | Estudio | Lizani | 1,100 | 1.10 | 201 | Conduriri |
| Chichillapi Cuirari | Proyectado | Chichillapi | 1,900 | 1.80 | 400 | Mazo cruz |
| Huallatiri Casana | Proyectado | Llusta | 1,020 | 1.10 | 250 | Mazo cruz |
| Llallagua Tacnapata | Proyectado | Huenque | 1,150 | 1.20 | 185 | Mazo cruz |
| Chuntacollo | Construido | Llusta | 1,870 | 1.80 | 285 | Mazo cruz |
| Coypa | Proyectado | Coypa | 1,870 | 1.80 | 285 | Mazo cruz |
| Llusta | Proyectado | Chichillapi | 400 | 0.40 | 100 | Mazo cruz |
| Chajana - Pirco | Proyectado | Uncallane | 900 | 0.86 | 25 | Acora |
| Curumas Imata | Estudio | Aguas calientes | 1,500 | 1.50 | 398 | Acora |
| Acora – Totorani | Proyectado | Uncallane | 8,113 | 8.14 | 2,500 | Acora |
| Santa Rosa-Pichacani | Proyectado | Santa Rosa | 600 | 0.60 | 30 | Pichacani |
| TOTAL | | | 28,919 | 26.29 | 7,668 | |

Fuente: PRORRIDRE (2013)

CONCLUSIONES

- En el ámbito de la cuenca del río Ilave se ha determinado la ocurrencia de 19 años de sequías meteorológicas: en un periodo de análisis de 46 años (1971 a 2016), de un total de 552 eventos mensuales (46 años); para la escala de valores de SPI menores a -2.00 , que corresponde a sequía extrema, se detectó 21, 14, 22, 16, 13, 22, 15, y 15 eventos de sequía en las estaciones meteorológicas de la cuenca en estudio respectivamente; que influyen significativamente en la actividad agrícola; para la escala de valores de SPI $-1.50 - 1.99$, que corresponde a sequía moderada, se detectó 7, 23, 17, 37, 24, 13, 16 y 28 eventos en las estaciones meteorológicas de la cuenca en estudio respectivamente; que influyen moderadamente a la actividad agrícola.
- Las pérdidas económicas del cultivo de papa en la cuenca del río Ilave, durante las campañas 1996-1997 al 2015-2016, es de S/ 33'687,224.00 soles; las pérdidas económicas considerables se dieron durante las campañas 1996-1997, 1998-1999, 2000-2001, 2002-2003, 2003-2004, 2005-2006, 2006-2007, 2008-2009, 2010-2011, 2011-2012 y 2012-2013. mientras que en el cultivo de quinua es de S/ 5'445,291.00 soles; las pérdidas considerables se dieron durante las campañas 2000-2001, 2002-2003, 2006-2007, 2010-2011, 2011-2012 y 2012-2013.
- Para mitigar la presencia de sequías en la cuenca del río Ilave se propone las siguientes medidas: Evaluar y reestructurar las cédulas de cultivos y el calendario de siembras, practicar la agricultura en secano, forestación en las partes altas, practicar la técnica de cosecha de agua, explotar las aguas subterráneas, aumentar la eficiencia de riego. En el ámbito de la cuenca del río Ilave, para solucionar la falta de humedad en el suelo para los cultivos se propone la construcción de la siguiente infraestructura de riego: 12 embalses proyectados para dotar agua para los sistemas de riego proyectados y 16 proyectos de riego para irrigar 28,919 hectáreas, con un caudal total de 26.29 m³/s y que beneficiara a 7,668 familias.



RECOMENDACIONES

- Se recomienda tomar como referencia, los resultados obtenidos en la presente investigación en la ejecución de investigaciones similares relacionados con la determinación de sequías meteorológicas mensuales y las sequías socioeconómicas
- Usar la metodología del Índice de Precipitación Estandarizada para determinar la ocurrencia de sequías meteorológicas de otras cuencas de la región y el país.
- Para mitigar la incidencia de los eventos de sequía, implementar medidas de manejo cuencas referidos al uso racional de los recursos agua y suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceituno, P. (1998). El fenómeno El Niño 1997-1998. *Bulletin de l'Institut Français d'études Andines*, 27(3), 443–448.
- ANA. (2010). *Plan de Prevención ante la presencia de fenómenos naturales por inundaciones, deslizamientos, huaycos y sequías*. Autoridad Nacional del Agua.
- Below, R., Grover-Kopec, E., & Dilley, M. (2007). Documenting Drought-Related Disasters. *The Journal of Environment & Development*, 16(3), 328–344. <https://doi.org/10.1177/1070496507306222>
- Brando, P. M., Balch, J. K., Nepstad, D. C., Morton, D. C., Putz, F. E., Coe, M. T., Silverio, D., Macedo, M. N., Davidson, E. A., Nobrega, C. C., Alencar, A., & Soares-Filho, B. S. (2014). Abrupt increases in Amazonian tree mortality due to drought-fire interactions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(17), 6347–6352. <https://doi.org/10.1073/pnas.1305499111>
- Bryant, E. A. (1991). Natural hazards. *Natural Hazards*. <https://doi.org/10.1201/b11433-414>
- Carbone, M. E., Fornerón, C. F., & Piccolo, M. C. (2015). Impacto de los eventos de sequía en la región de la cuenca hidrográfica de la laguna Sauce Grande (Provincia de Buenos Aires, Argentina). *Investigaciones Geográficas*, 63, 131. <https://doi.org/10.14198/INGEO2015.63.09>
- Carrillo, B., Picazo, G., Mojarro, F., Velasco, I., Júnez, H., & Bautista, C. (2016). ANÁLISIS DE LA SEQUÍA EN EL NORTE DE MÉXICO. In *XXVII CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA*.
- Carvajal, L. (2008). *Human Development Report 2007 / 2008 Impacts of Climate Change on Human Development*. 28.
- Chereque, W. (1989). *Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Chow, V., Maidment, D., & Mays, R. (1998). *Hidrología Aplicada*. McGrawHill Interamericana S.A.
- Cuesta, F., Muriel, P., Beck, S., Meneses, R. I., Halloy, S., Salgado, S., Ortiz, E., & Becerra, M. T. (2012). Biodiversidad y Cambio Climático en los Andes Tropicales. In *□□□□□ □□□□□* (Vol. 4, Issue 3). Red Andina de Monitoreo del Impacto del Cambio Climático sobre la Biodiversidad de Alta Montaña (GLORIA-Andes).
- Edwards, D., & McKee, T. (2016). Department of Atmospheric Science. Weather -

- Soundings. In *Climatology Report No. 97-2* (Issue 634).
- EmDat. (2009). *Annual Disaster Statistical*.
- FAO. (2004). *Necesidades nutricionales de energía y de proteínas*. FAO/OMS.
- FAO. (2011). *Prácticas de Conservación de Suelos y Agua para la Adaptación Productiva a la Variabilidad Climática*.
- Farhangfar, S., Bannayan, M., Khazaei, H. R., & Baygi, M. M. (2015). Vulnerability assessment of wheat and maize production affected by drought and climate change. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 13, 37–51. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2015.03.006>
- Faustino, J. (2006). *Gestión Integral de cuencas Hidrograficas*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Fisher, R. A. (1922). On the mathematical foundations of theoretical statistics. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character*, 222(594–604), 309–368. <https://doi.org/10.1098/rsta.1922.0009>
- Garreaud, R., Vuille, M., & Clement, A. C. (2003). The climate of the Altiplano: observed current conditions and mechanisms of past changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 194(1–3), 5–22. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(03\)00269-4](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(03)00269-4)
- Gregory, K. M. (2000). Uplift history of the Central and Northern Andes: A review. *Geological Society of America Bulletin*, 112(7), 1091–1105. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(2000\)112<1091:UHOTCA>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(2000)112<1091:UHOTCA>2.3.CO;2)
- Guttman, N. B. (1999). ACCEPTING THE STANDARDIZED PRECIPITATION INDEX: A CALCULATION ALGORITHM 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 35(2), 311–322. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1999.tb03592.x>
- Harding, B. L., Sangoyomi, T. B., & Payton, E. A. (1995). IMPACTS OF A SEVERE SUSTAINED DROUGHT ON COLORADO RWER WATER RESOURCES. *Journal of the American Water Resources Association*, 31(5), 815–824. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1995.tb03403.x>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6ta ed.). McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- IAGUA, E. (2020). *El Regadío en el Perú*.
- INTA. (2002). *El Fenómeno El Niño y la Oscilación del Sur*.

- Jovel, R. (2000). El impacto del Fenómeno de El Niño de 1997-1998 en la comunidad andina de naciones. *Revista EIRD Informa - América Latina y El Caribe*, 1, 22.
- Kao, S. C., & Govindaraju, R. S. (2010). A copula-based joint deficit index for droughts. *Journal of Hydrology*, 380(1–2), 121–134. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.10.029>
- Lavado, W., & Espinoza, J. C. (2014). Impactos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú (1965-2007). *Revista Brasileira de Meteorologia*, 29(2), 171–182. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862014000200003>
- Leng, G., Tang, Q., & Rayburg, S. (2015). Climate change impacts on meteorological, agricultural and hydrological droughts in China. *Global and Planetary Change*, 126, 23–34. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2015.01.003>
- Lloyd, B., & Saunders, M. A. (2002). A drought climatology for Europe. *International Journal of Climatology*, 22(13), 1571–1592. <https://doi.org/10.1002/joc.846>
- López, T. G., & Manzano, M. G. (2016). Vulnerabilidad climática y situación socioambiental: percepciones en una región semiárida del noreste de México. *Madera y Bosques*, 22(2), 105. <https://doi.org/10.21829/myb.2016.2221328>
- Malhi, Y., Aragao, L. E. O. C., Galbraith, D., Huntingford, C., Fisher, R., Zelazowski, P., Sitch, S., McSweeney, C., & Meir, P. (2009). Exploring the likelihood and mechanism of a climate-change-induced dieback of the Amazon rainforest. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(49), 20610–20615. <https://doi.org/10.1073/pnas.0804619106>
- McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology*, 17, 179–183. https://doi.org/citeulike_article-id:10490403
- MINAGRI. (2016). *Estadística Agrícola*.
- MINAGRI. (2018). *Recurso Agua*.
- Ministerio de Agricultura. (2003). *Plan Estratégico de Cadena la Papa*. Ministerio de Agricultura.
- Mishra, A. K., & Singh, V. P. (2010). A review of drought concepts. *Journal of Hydrology*, 391(1–2), 202–216. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.07.012>
- Mishra, K., Sivakumar, B., & Singh, P. (2015). Drought processes, modeling and mitigation. *Journal of Hidrology*, 526, 1–2. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.03.054>
- Montero, M. (2012). *Agricultura y economía agrícola*.

- OPS. (2000). *Crónicas de desastres: Fenómeno El Niño 1997-1998*.
- Organización Meteorológica Mundial. (2012). *El tiempo, el clima y el agua, motores de nuestro futuro. OMM-N° 1084*.
- Palmer, W. C. (1965). Meteorological Drought. In *U.S. Weather Bureau, Res. Pap. No. 45* (p. 58).
- Patrick, E. (2003). *Sequía : Vulnerabilidad y Crisis en las Tierras Áridas*.
- Ponce, V. M., Pandey, R. P., & Ercan, S. (2000). Characterization of Drought across Climatic Spectrum. *Journal of Hydrologic Engineering*, 5(2), 222–224. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)1084-0699\(2000\)5:2\(222\)](https://doi.org/10.1061/(asce)1084-0699(2000)5:2(222))
- Rocha, A. (2007). El Meganiño 1982-83, “La Madre De Todos Los Niños.” *Conferencia Dictada En El II Congreso Internacional “Obras de Saneamiento, Hidráulica, Hidrología y Medio Ambiente” - HIDRO 2007- ICG.*, 41.
- Salas, J. D., Fu, C., Cancelliere, A., Dustin, D., Bode, D., Pineda, A., & Vincent, E. (2005). Characterizing the Severity and Risk of Drought in the Poudre River, Colorado. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 131(5), 383–393. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2005\)131:5\(383\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2005)131:5(383))
- SENAMHI. (2014). *Boletín De Sequías a Nivel Nacional Condiciones a Diciembre Del 2014 Diciembre 2014*.
- Seth, S. (2003). Chapter 8. Human impacts and management issues in arid and semi-arid regions. In I. Simmers (Ed.), *Understanding water in a Dry Environment. Hydrological processes in arid and semiarid 577 zones, IAH International Contributions to Hydroge-ology*.
- Tallaksen, L. M., Hisdal, H., & Lanen, H. A. J. Van. (2009). Space–time modelling of catchment scale drought characteristics. *Journal of Hydrology*, 375(3–4), 363–372. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.06.032>
- Valiente, M. (2001). SEQUÍA : DEFINICIONES , TIPOLOGÍAS Y MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN. *Investigaciones Geográficas (Esp)*, julio-dici(26), 59–80.
- Van Loon, A. F. (2013). How climate and catchment characteristics influence hydrological drought development and recovery. *Journal of Hydrology*, 1–210.
- Vasquez, F., Terán, R., Vasquez, I., Díaz, J., Vasquez, C., Castro, A., & Alcántara, J. (2017). *Manejo y gestión de cuencas hidrográficas*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Vicente, S. M., Beguería, S., & López, J. I. (2010). A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index.



- Journal of Climate*, 23(7), 1696–1718. <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>
- Villon, M. (2005). *HIDROLOGIA ESTADISTICA*. Villon.
- Vuille, M. (2013). El cambio climatico y los recursos hidricos en los andes tropicales. *Banco Interamericano de Desarrollo*, 21.
- Wilhite, D. A., & Buchanan, M. (2005). Drought as a natural hazard: understanding the natural and social context. In *Drought and water crises: science, technology, and management issues*. CRC Press.
- Wilhite, D., & Pulwarty, R. (2005). *Drought and Water Crises*. CRC Press.
- Wu, H., Hayes, M. J., Weiss, A., & Hu, Q. (2001). An evaluation of the Standardized Precipitation Index, the China-Z Index and the statistical Z-Score. *International Journal of Climatology*, 21(6), 745–758. <https://doi.org/10.1002/joc.658>



ANEXOS

Anexo 1. Información de precipitación total mensual

Cuadro 1-1: Información de precipitación total mensual (mm) – Estación Capazo

| AÑOS | ENE. | FEB. | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1971 | 139.6 | 244.6 | 117.1 | 15.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 40.6 | 84.1 |
| 1972 | 131.5 | 87.2 | 160.1 | 6.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.6 | 20.5 | 25.9 | 51.9 |
| 1973 | 230.3 | 128.4 | 27.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.5 | 12.8 | 0.0 | 4.1 | 30.0 |
| 1974 | 320.6 | 196.4 | 7.3 | 14.2 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 75.8 | 0.0 | 0.0 | 12.1 | 23.0 |
| 1975 | 137.1 | 199.7 | 209.8 | 4.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 14.0 | 0.0 | 0.0 | 205.8 |
| 1976 | 297.1 | 98.9 | 58.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.2 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 20.8 |
| 1977 | 72.3 | 253.0 | 169.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.2 | 0.0 | 52.1 | 90.5 |
| 1978 | 268.2 | 74.9 | 182.2 | 67.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.8 | 0.0 | 0.0 | 92.8 | 138.1 |
| 1979 | 226.5 | 71.9 | 142.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 21.1 | 16.0 | 99.5 |
| 1980 | 104.8 | 81.5 | 341.9 | 41.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.1 | 0.0 | 42.4 | 0.0 | 57.0 |
| 1981 | 115.8 | 282.4 | 212.1 | 18.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.6 | 149.3 |
| 1982 | 227.1 | 226.8 | 52.9 | 7.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 31.9 | 54.4 | 33.9 |
| 1983 | 38.8 | 26.3 | 31.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.5 | 0.0 | 0.0 | 8.5 | 0.0 | 50.2 |
| 1984 | 264.7 | 257.8 | 85.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 80.8 | 72.7 | 155.5 |
| 1985 | 176.9 | 171.3 | 114.0 | 10.1 | 0.0 | 9.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 80.2 | 218.0 |
| 1986 | 227.8 | 263.7 | 236.3 | 12.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.2 | 4.6 | 0.0 | 0.0 | 102.2 |
| 1987 | 255.5 | 104.8 | 41.4 | 4.6 | 0.0 | 0.0 | 28.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 24.1 | 73.2 |
| 1988 | 163.0 | 50.6 | 167.0 | 28.4 | 2.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 3.4 | 0.0 | 44.2 |
| 1989 | 16.7 | 161.4 | 199.5 | 123.6 | 0.0 | 8.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 14.7 |
| 1990 | 127.0 | 33.4 | 64.4 | 17.7 | 0.0 | 56.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 24.1 | 82.7 | 156.7 |
| 1991 | 178.3 | 87.8 | 147.9 | 33.7 | 4.2 | 30.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.7 | 11.5 | 40.6 |
| 1992 | 270.4 | 17.3 | 12.3 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.9 | 0.0 | 17.6 | 40.5 | 146.9 |
| 1993 | 258.2 | 120.0 | 74.9 | 17.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 28.9 | 0.0 | 13.7 | 67.3 | 177.8 |
| 1994 | 240.8 | 264.7 | 29.8 | 57.0 | 9.8 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 2.7 | 2.4 | 28.5 | 132.6 |
| 1995 | 75.1 | 50.3 | 87.7 | 5.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.4 | 27.1 | 31.6 |
| 1996 | 154.6 | 94.3 | 37.3 | 20.0 | 3.1 | 0.0 | 0.0 | 2.7 | 0.0 | 0.1 | 30.2 | 66.6 |
| 1997 | 189.1 | 189.0 | 50.8 | 11.8 | 20.5 | 0.0 | 0.0 | 17.7 | 36.0 | 3.7 | 21.2 | 37.9 |
| 1998 | 171.5 | 79.6 | 25.1 | 9.7 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.2 | 29.9 | 17.3 |
| 1999 | 57.3 | 175.9 | 209.2 | 57.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 1.5 | 19.5 | 0.0 | 36.3 |
| 2000 | 165.7 | 130.7 | 139.8 | 14.8 | 3.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 19.6 | 1.7 | 61.0 |
| 2001 | 266.8 | 257.8 | 134.7 | 37.4 | 0.0 | 3.1 | 0.0 | 2.2 | 0.4 | 5.8 | 9.4 | 33.8 |
| 2002 | 64.8 | 159.3 | 160.4 | 67.1 | 7.4 | 9.2 | 12.2 | 2.1 | 0.0 | 35.7 | 42.4 | 108.1 |
| 2003 | 86.2 | 82.2 | 78.1 | 0.0 | 6.4 | 0.0 | 6.2 | 0.0 | 0.0 | 66.9 | 2.5 | 53.5 |
| 2004 | 150.4 | 73.9 | 60.5 | 11.7 | 0.0 | 47.8 | 31.0 | 25.5 | 1.3 | 0.0 | 0.0 | 39.3 |
| 2005 | 91.0 | 187.8 | 48.4 | 12.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.4 | 5.7 | 19.1 | 108.2 |
| 2006 | 188.0 | 101.9 | 139.1 | 22.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 12.4 | 27.4 | 87.2 |
| 2007 | 108.3 | 102.4 | 92.4 | 18.3 | 1.9 | 0.0 | 1.9 | 0.0 | 3.8 | 5.2 | 31.4 | 65.0 |
| 2008 | 145.8 | 86.9 | 53.2 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.6 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 110.7 |
| 2009 | 60.4 | 77.3 | 58.4 | 77.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.4 | 1.4 | 80.7 | 51.8 |
| 2010 | 103.5 | 76.4 | 42.5 | 24.8 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 27.9 | 3.2 | 130.6 |
| 2011 | 114.4 | 152.6 | 47.6 | 34.5 | 3.6 | 1.5 | 4.8 | 0.0 | 6.0 | 0.0 | 20.7 | 143.8 |
| 2012 | 133.8 | 154.8 | 63.4 | 46.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.4 | 12.1 | 33.1 | 135.4 |
| 2013 | 144.1 | 102.5 | 42.9 | 0.0 | 12.5 | 14.6 | 2.7 | 2.2 | 0.0 | 13.9 | 7.6 | 86.2 |
| 2014 | 133.8 | 16.8 | 12.5 | 48.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.5 | 5.3 | 44.2 | 28.5 | 24.7 |
| 2015 | 116.3 | 102.9 | 149.1 | 82.2 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 2.7 | 3.7 | 12.7 | 11.0 | 1.4 |
| 2016 | 40.3 | 155.2 | 25.1 | 53.3 | 0.0 | 4.3 | 5.0 | 0.0 | 1.2 | 1.6 | 4.7 | 39.6 |

Cuadro 1-2: Información de precipitación total mensual (mm) – Estación Pizacoma

| AÑOS | ENE. | FEB. | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1971 | 195.5 | 328.6 | 124.5 | 23.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 18.4 | 0.0 | 0.0 | 68.4 | 180.0 |
| 1972 | 239.0 | 132.0 | 94.2 | 28.0 | 4.4 | 0.0 | 6.4 | 0.0 | 33.7 | 27.0 | 53.8 | 101.2 |
| 1973 | 206.1 | 148.7 | 98.8 | 76.1 | 23.2 | 4.1 | 1.8 | 35.0 | 14.6 | 20.0 | 27.1 | 55.0 |
| 1974 | 371.1 | 380.6 | 83.8 | 14.6 | 1.6 | 1.4 | 0.0 | 56.0 | 13.2 | 7.8 | 49.0 | 124.4 |
| 1975 | 181.2 | 268.7 | 62.2 | 22.6 | 3.6 | 8.6 | 0.0 | 3.5 | 6.2 | 33.6 | 7.1 | 35.2 |
| 1976 | 269.2 | 77.6 | 23.4 | 10.4 | 1.4 | 0.0 | 5.8 | 9.6 | 36.8 | 0.0 | 0.0 | 110.0 |
| 1977 | 87.8 | 157.1 | 95.0 | 2.7 | 3.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 8.3 | 1.6 | 96.6 | 77.9 |
| 1978 | 183.2 | 102.2 | 41.6 | 53.4 | 0.0 | 0.0 | 2.6 | 2.8 | 2.8 | 1.6 | 66.3 | 133.0 |
| 1979 | 247.2 | 47.7 | 70.0 | 6.4 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 1.4 | 10.2 | 10.0 | 17.8 |
| 1980 | 59.2 | 34.2 | 106.6 | 35.8 | 7.7 | 2.2 | 0.0 | 26.0 | 18.1 | 16.6 | 49.1 | 127.5 |
| 1981 | 259.7 | 285.9 | 97.0 | 32.7 | 6.6 | 2.0 | 2.5 | 22.1 | 16.4 | 14.9 | 46.8 | 116.1 |
| 1982 | 242.8 | 250.1 | 91.8 | 31.1 | 6.0 | 1.9 | 2.3 | 20.0 | 15.5 | 14.0 | 45.6 | 110.1 |
| 1983 | 233.3 | 229.9 | 88.9 | 30.2 | 5.6 | 1.8 | 2.2 | 18.8 | 15.0 | 13.5 | 44.9 | 106.7 |
| 1984 | 227.6 | 217.9 | 87.2 | 29.6 | 5.4 | 1.8 | 2.1 | 18.1 | 14.7 | 13.1 | 44.5 | 104.7 |
| 1985 | 224.1 | 210.5 | 86.1 | 29.3 | 5.3 | 1.8 | 2.1 | 17.6 | 14.6 | 12.9 | 44.2 | 103.4 |
| 1986 | 179.8 | 265.7 | 222.6 | 130.2 | 4.2 | 0.0 | 2.2 | 2.6 | 2.3 | 2.7 | 32.9 | 250.2 |
| 1987 | 389.3 | 113.8 | 68.4 | 9.4 | 0.8 | 0.4 | 29.5 | 0.6 | 2.6 | 30.2 | 60.0 | 34.5 |
| 1988 | 290.8 | 69.5 | 211.0 | 134.4 | 14.9 | 2.4 | 0.0 | 0.0 | 8.3 | 10.6 | 20.8 | 215.0 |
| 1989 | 171.8 | 135.4 | 205.0 | 79.8 | 1.4 | 1.7 | 7.8 | 0.0 | 3.0 | 1.3 | 3.0 | 17.8 |
| 1990 | 38.1 | 39.3 | 27.7 | 7.9 | 0.0 | 32.9 | 0.0 | 0.0 | 4.5 | 43.5 | 67.2 | 118.3 |
| 1991 | 99.7 | 86.1 | 204.6 | 54.2 | 0.0 | 38.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.8 | 37.8 | 59.8 |
| 1992 | 169.2 | 68.2 | 17.1 | 8.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.2 | 0.0 | 37.0 | 32.1 | 25.8 |
| 1993 | 127.5 | 21.8 | 62.4 | 9.3 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 56.9 | 0.0 | 46.4 | 38.9 | 166.4 |
| 1994 | 267.9 | 214.6 | 39.6 | 8.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 56.5 | 242.2 |
| 1995 | 129.8 | 47.4 | 102.7 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 14.8 | 4.4 | 12.5 | 89.7 |
| 1996 | 162.2 | 75.4 | 41.7 | 26.1 | 3.4 | 0.0 | 0.0 | 25.4 | 0.0 | 5.2 | 44.6 | 83.8 |
| 1997 | 226.4 | 201.4 | 96.4 | 24.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 41.4 | 32.3 | 8.1 | 57.6 | 31.6 |
| 1998 | 96.0 | 96.0 | 29.9 | 9.7 | 0.0 | 34.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.2 | 53.9 | 0.0 |
| 1999 | 90.9 | 177.8 | 151.4 | 62.1 | 3.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 23.6 | 22.2 | 0.0 | 42.4 |
| 2000 | 208.6 | 99.4 | 95.8 | 6.2 | 1.5 | 0.7 | 0.0 | 9.6 | 2.0 | 24.6 | 0.0 | 90.2 |
| 2001 | 317.3 | 226.5 | 92.1 | 16.5 | 0.0 | 4.6 | 0.4 | 5.6 | 1.8 | 10.7 | 22.7 | 37.9 |
| 2002 | 85.7 | 129.5 | 130.0 | 51.8 | 22.5 | 12.8 | 15.4 | 1.3 | 0.4 | 18.4 | 46.3 | 40.9 |
| 2003 | 127.7 | 143.6 | 143.5 | 9.2 | 4.6 | 0.0 | 5.3 | 5.8 | 2.7 | 3.7 | 2.8 | 94.1 |
| 2004 | 139.4 | 162.3 | 64.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 46.6 | 46.8 | 0.0 | 1.8 | 9.1 | 18.3 |
| 2005 | 123.6 | 259.1 | 68.8 | 24.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 43.0 | 27.8 | 21.0 | 175.9 |
| 2006 | 257.6 | 81.8 | 57.8 | 18.3 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 2.1 | 26.3 | 9.8 | 125.1 |
| 2007 | 150.1 | 37.1 | 147.9 | 30.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 7.5 | 17.0 | 32.9 | 84.1 |
| 2008 | 175.8 | 136.4 | 99.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.6 | 0.0 | 13.5 | 0.0 | 143.4 |
| 2009 | 47.1 | 153.4 | 56.7 | 12.4 | 0.0 | 0.0 | 17.2 | 0.0 | 15.2 | 14.7 | 63.5 | 59.8 |
| 2010 | 122.0 | 139.0 | 97.9 | 37.6 | 21.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 20.9 | 2.9 | 125.4 |
| 2011 | 89.3 | 170.8 | 95.9 | 15.3 | 10.2 | 0.0 | 7.9 | 7.9 | 1.6 | 6.6 | 0.0 | 222.8 |
| 2012 | 131.9 | 206.3 | 129.6 | 68.5 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 11.6 | 12.1 | 21.0 | 137.1 |
| 2013 | 171.4 | 159.6 | 29.0 | 0.0 | 22.5 | 24.2 | 0.0 | 25.1 | 2.1 | 84.4 | 12.5 | 162.8 |
| 2014 | 149.6 | 50.3 | 16.8 | 5.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.2 | 35.8 | 20.1 | 16.6 | 57.1 |
| 2015 | 166.9 | 127.5 | 78.3 | 69.8 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 8.8 | 11.4 | 32.5 | 31.8 | 27.2 |
| 2016 | 52.7 | 204.9 | 20.9 | 96.5 | 0.0 | 4.8 | 3.8 | 0.8 | 4.1 | 11.2 | 13.2 | 89.6 |

Cuadro 1-3: Información de precipitación total mensual (mm) – Estación Mazo Cruz

| AÑOS | ENE. | FEB. | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 1971 | 101.00 | 268.20 | 28.40 | 25.20 | 0.00 | 2.90 | 0.00 | 9.10 | 1.20 | 19.50 | 93.50 | 103.60 |
| 1972 | 210.80 | 130.90 | 164.00 | 37.20 | 6.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 37.30 | 32.60 | 46.10 | 132.60 |
| 1973 | 238.20 | 131.70 | 159.10 | 97.60 | 13.30 | 0.00 | 1.80 | 6.10 | 32.50 | 16.40 | 29.80 | 70.80 |
| 1974 | 253.00 | 206.80 | 54.90 | 57.60 | 0.20 | 2.50 | 0.20 | 51.20 | 36.50 | 12.50 | 27.30 | 48.10 |
| 1975 | 157.20 | 177.60 | 158.60 | 37.50 | 43.70 | 0.70 | 0.10 | 6.50 | 48.70 | 53.30 | 24.70 | 235.20 |
| 1976 | 200.20 | 149.50 | 169.20 | 25.60 | 9.90 | 0.40 | 1.40 | 16.90 | 44.40 | 9.10 | 11.60 | 119.80 |
| 1977 | 49.10 | 206.10 | 209.80 | 5.80 | 8.80 | 0.00 | 2.30 | 0.00 | 48.10 | 53.90 | 49.70 | 108.80 |
| 1978 | 224.50 | 95.30 | 136.30 | 28.30 | 0.40 | 0.00 | 3.20 | 0.40 | 17.50 | 24.90 | 143.70 | 155.00 |
| 1979 | 131.20 | 35.20 | 143.10 | 44.10 | 1.40 | 0.00 | 0.90 | 1.80 | 8.50 | 45.50 | 31.70 | 83.90 |
| 1980 | 60.80 | 57.30 | 258.40 | 18.50 | 1.30 | 0.10 | 4.90 | 13.50 | 66.10 | 72.80 | 25.80 | 34.90 |
| 1981 | 133.90 | 207.30 | 111.30 | 68.90 | 4.70 | 0.00 | 0.00 | 37.80 | 21.10 | 25.60 | 49.00 | 129.00 |
| 1982 | 232.10 | 83.50 | 99.70 | 75.00 | 2.60 | 5.20 | 1.90 | 0.00 | 52.60 | 114.40 | 103.00 | 24.50 |
| 1983 | 20.70 | 70.40 | 57.60 | 55.50 | 14.20 | 2.30 | 1.50 | 4.80 | 46.40 | 26.70 | 29.80 | 104.20 |
| 1984 | 318.90 | 86.20 | 223.00 | 44.40 | 18.30 | 4.20 | 3.70 | 25.70 | 0.00 | 157.50 | 73.80 | 96.20 |
| 1985 | 130.00 | 337.60 | 12.30 | 90.70 | 24.90 | 27.30 | 0.00 | 8.20 | 40.10 | 32.70 | 123.50 | 134.20 |
| 1986 | 145.10 | 251.10 | 221.20 | 105.80 | 0.10 | 0.00 | 5.20 | 8.40 | 42.00 | 4.20 | 9.20 | 131.60 |
| 1987 | 224.30 | 71.50 | 73.80 | 44.20 | 1.70 | 3.80 | 12.50 | 0.00 | 4.30 | 58.40 | 110.80 | 25.40 |
| 1988 | 213.40 | 73.50 | 228.90 | 72.90 | 23.30 | 0.00 | 0.30 | 0.00 | 20.50 | 70.50 | 46.20 | 99.10 |
| 1989 | 203.80 | 130.00 | 137.10 | 100.90 | 0.00 | 0.40 | 1.70 | 14.70 | 17.60 | 14.20 | 21.40 | 42.90 |
| 1990 | 167.20 | 22.40 | 59.90 | 43.00 | 12.10 | 54.70 | 0.00 | 11.80 | 10.10 | 107.90 | 91.70 | 63.00 |
| 1991 | 124.10 | 67.70 | 185.80 | 46.20 | 6.80 | 33.60 | 0.00 | 3.00 | 14.70 | 20.40 | 44.20 | 50.30 |
| 1992 | 66.00 | 89.70 | 15.70 | 38.80 | 0.00 | 0.50 | 2.30 | 42.20 | 0.00 | 34.40 | 29.40 | 55.10 |
| 1993 | 175.60 | 100.70 | 107.00 | 52.50 | 6.60 | 1.10 | 0.00 | 37.90 | 18.00 | 69.10 | 79.20 | 111.50 |
| 1994 | 180.00 | 183.10 | 113.30 | 116.20 | 29.90 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 18.30 | 36.60 | 52.60 | 73.20 |
| 1995 | 122.70 | 102.90 | 124.00 | 2.10 | 4.10 | 0.00 | 0.00 | 3.00 | 21.90 | 15.30 | 50.30 | 80.20 |
| 1996 | 252.70 | 130.50 | 60.80 | 76.30 | 0.00 | 0.00 | 2.90 | 12.80 | 0.80 | 10.40 | 88.30 | 118.00 |
| 1997 | 239.60 | 213.20 | 98.60 | 88.60 | 0.90 | 0.00 | 0.00 | 21.90 | 108.20 | 30.10 | 62.90 | 44.90 |
| 1998 | 196.40 | 115.50 | 135.30 | 25.40 | 0.00 | 4.90 | 0.00 | 4.30 | 4.50 | 26.90 | 43.90 | 58.00 |
| 1999 | 193.70 | 244.50 | 202.00 | 86.00 | 7.50 | 0.00 | 1.50 | 1.90 | 16.10 | 150.30 | 32.00 | 68.40 |
| 2000 | 167.10 | 210.00 | 105.10 | 40.30 | 0.40 | 2.30 | 4.20 | 17.90 | 14.60 | 95.80 | 13.90 | 69.00 |
| 2001 | 248.70 | 214.60 | 224.10 | 69.80 | 12.20 | 2.20 | 0.00 | 12.50 | 27.10 | 68.40 | 46.20 | 81.00 |
| 2002 | 129.60 | 180.00 | 170.60 | 105.30 | 15.40 | 21.10 | 22.70 | 30.60 | 11.60 | 65.90 | 43.80 | 112.20 |
| 2003 | 174.50 | 114.40 | 113.40 | 46.10 | 36.70 | 4.80 | 0.20 | 9.60 | 42.90 | 25.40 | 14.30 | 131.80 |
| 2004 | 208.90 | 125.20 | 115.50 | 29.20 | 6.20 | 0.00 | 10.20 | 43.00 | 34.30 | 5.60 | 41.20 | 59.10 |
| 2005 | 103.30 | 157.90 | 134.60 | 45.70 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 11.80 | 39.50 | 80.50 | 100.80 |
| 2006 | 291.10 | 64.30 | 159.60 | 44.60 | 0.90 | 0.00 | 0.00 | 0.60 | 21.20 | 37.40 | 53.80 | 101.50 |
| 2007 | 84.80 | 171.00 | 236.70 | 49.70 | 10.60 | 0.00 | 3.30 | 1.60 | 61.30 | 77.00 | 44.20 | 74.10 |
| 2008 | 209.70 | 85.80 | 95.00 | 8.40 | 6.80 | 1.40 | 0.20 | 0.80 | 2.40 | 79.40 | 27.20 | 144.20 |
| 2009 | 154.00 | 136.10 | 148.30 | 83.00 | 0.40 | 0.00 | 2.50 | 0.00 | 16.40 | 56.40 | 88.90 | 62.50 |
| 2010 | 99.30 | 192.80 | 56.30 | 12.30 | 16.10 | 0.00 | 0.00 | 7.10 | 2.90 | 33.40 | 15.00 | 146.70 |
| 2011 | 121.6 | 153.6 | 46.6 | 47.7 | 5.8 | 0.0 | 3.2 | 0.0 | 12.4 | 0.4 | 37.6 | 171.6 |
| 2012 | 183.0 | 174.4 | 87.1 | 73.8 | 0.2 | 0.0 | 0.4 | 3.4 | 0.9 | 7.6 | 36.0 | 142.6 |
| 2013 | 152.4 | 166.0 | 49.4 | 1.8 | 22.4 | 8.2 | 4.0 | 8.0 | 2.6 | 65.8 | 18.0 | 141.8 |
| 2014 | 160.5 | 28.2 | 37.0 | 18.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 15.0 | 24.6 | 33.0 | 47.8 | 57.4 |
| 2015 | 142.4 | 101.6 | 103.0 | 61.5 | 1.2 | 0.0 | 2.0 | 14.4 | 9.0 | 38.0 | 39.0 | 18.8 |
| 2016 | 33.8 | 174.8 | 26.0 | 72.0 | 0.0 | 8.8 | 4.6 | 0.0 | 4.0 | 9.9 | 11.0 | 39.4 |

Cuadro 1-4: Información de precipitación total mensual (mm) – Estación Desaguadero

| AÑOS | ENE. | FEB. | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 1971 | 140.9 | 217.8 | 33.6 | 40.0 | 0.3 | 0.7 | 0.0 | 3.2 | 0.0 | 12.2 | 78.6 | 67.9 |
| 1972 | 221.9 | 153.5 | 146.8 | 7.1 | 0.0 | 1.2 | 3.7 | 1.5 | 24.6 | 43.6 | 31.4 | 141.1 |
| 1973 | 345.4 | 192.7 | 108.9 | 40.2 | 10.6 | 0.0 | 13.6 | 18.0 | 45.6 | 43.0 | 16.3 | 42.2 |
| 1974 | 223.7 | 236.1 | 38.1 | 61.6 | 0.5 | 3.0 | 0.9 | 78.8 | 7.5 | 23.1 | 26.0 | 65.3 |
| 1975 | 218.3 | 211.3 | 20.7 | 9.0 | 27.8 | 26.1 | 1.2 | 8.8 | 19.7 | 27.8 | 16.7 | 129.6 |
| 1976 | 203.4 | 114.2 | 99.5 | 18.2 | 8.0 | 0.0 | 17.0 | 69.2 | 75.5 | 0.0 | 4.5 | 50.7 |
| 1977 | 93.2 | 235.8 | 166.4 | 7.5 | 0.2 | 0.0 | 8.0 | 2.0 | 2.0 | 72.8 | 96.0 | 132.6 |
| 1978 | 261.3 | 73.4 | 145.9 | 8.4 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 9.0 | 36.3 | 20.4 | 129.0 | 77.3 |
| 1979 | 227.3 | 84.9 | 220.3 | 29.3 | 4.4 | 0.0 | 2.4 | 0.2 | 0.0 | 34.1 | 83.5 | 121.5 |
| 1980 | 103.3 | 56.5 | 221.7 | 2.9 | 6.0 | 0.4 | 0.0 | 27.8 | 22.7 | 43.6 | 12.2 | 53.4 |
| 1981 | 216.8 | 223.2 | 115.9 | 109.7 | 3.1 | 0.0 | 0.0 | 19.9 | 32.0 | 46.8 | 41.0 | 129.9 |
| 1982 | 299.4 | 71.6 | 63.0 | 66.4 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 7.0 | 72.9 | 95.0 | 67.8 | 29.1 |
| 1983 | 37.9 | 72.6 | 48.1 | 35.5 | 3.8 | 4.1 | 2.5 | 11.5 | 9.4 | 4.7 | 24.5 | 181.0 |
| 1984 | 424.4 | 275.2 | 229.6 | 38.3 | 44.8 | 21.7 | 0.0 | 1.7 | 0.0 | 70.6 | 89.8 | 79.8 |
| 1985 | 132.6 | 304.4 | 113.0 | 114.5 | 13.1 | 21.1 | 0.0 | 23.7 | 54.4 | 5.7 | 171.1 | 190.6 |
| 1986 | 199.7 | 274.3 | 412.3 | 49.9 | 5.9 | 1.8 | 4.7 | 5.6 | 23.4 | 18.1 | 75.0 | 174.1 |
| 1987 | 338.8 | 82.8 | 23.5 | 30.2 | 5.6 | 20.0 | 29.6 | 4.3 | 24.2 | 75.0 | 138.6 | 48.2 |
| 1988 | 226.6 | 68.8 | 194.6 | 73.0 | 7.0 | 0.2 | 3.5 | 0.0 | 13.7 | 20.4 | 2.5 | 125.6 |
| 1989 | 124.4 | 82.5 | 97.4 | 58.8 | 1.3 | 0.0 | 19.8 | 3.6 | 9.7 | 44.0 | 39.9 | 67.9 |
| 1990 | 146.2 | 86.0 | 87.8 | 60.1 | 8.6 | 69.1 | 0.0 | 31.8 | 6.8 | 39.5 | 125.7 | 135.7 |
| 1991 | 105.9 | 72.7 | 117.1 | 33.7 | 8.2 | 38.5 | 2.0 | 0.0 | 0.8 | 21.2 | 40.2 | 48.1 |
| 1992 | 179.8 | 146.4 | 40.1 | 62.3 | 1.0 | 3.7 | 4.0 | 24.2 | 0.0 | 25.2 | 31.5 | 70.5 |
| 1993 | 211.2 | 80.0 | 119.6 | 17.6 | 7.3 | 2.6 | 0.0 | 49.5 | 26.5 | 60.4 | 85.1 | 93.1 |
| 1994 | 123.8 | 213.3 | 83.8 | 25.0 | 9.2 | 2.0 | 2.3 | 0.0 | 1.7 | 4.1 | 93.1 | 122.6 |
| 1995 | 121.9 | 134.4 | 119.1 | 20.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6.8 | 16.9 | 1.0 | 43.1 | 186.3 |
| 1996 | 218.6 | 73.5 | 69.3 | 27.3 | 5.0 | 0.0 | 1.5 | 58.3 | 20.2 | 12.7 | 67.9 | 65.4 |
| 1997 | 233.7 | 260.9 | 85.7 | 47.3 | 13.7 | 0.0 | 0.0 | 58.6 | 63.2 | 11.2 | 65.5 | 34.4 |
| 1998 | 94.7 | 165.1 | 72.0 | 57.7 | 0.0 | 42.4 | 0.0 | 0.0 | 3.4 | 32.7 | 67.2 | 25.8 |
| 1999 | 212.0 | 225.7 | 248.8 | 109.5 | 10.9 | 0.9 | 1.1 | 0.0 | 15.2 | 86.5 | 3.1 | 30.9 |
| 2000 | 202.1 | 140.7 | 72.3 | 0.5 | 0.0 | 9.4 | 0.0 | 2.9 | 4.8 | 55.2 | 63.5 | 104.9 |
| 2001 | 340.0 | 278.2 | 136.9 | 17.5 | 3.2 | 7.5 | 14.8 | 20.7 | 28.7 | 28.6 | 12.0 | 95.6 |
| 2002 | 107.5 | 213.9 | 266.3 | 98.1 | 11.5 | 20.4 | 37.8 | 1.7 | 1.5 | 53.8 | 64.9 | 66.9 |
| 2003 | 171.9 | 102.2 | 149.2 | 2.0 | 12.8 | 0.0 | 0.0 | 5.1 | 35.9 | 5.9 | 22.8 | 103.5 |
| 2004 | 224.2 | 175.3 | 47.2 | 9.8 | 0.7 | 0.0 | 50.4 | 42.1 | 14.8 | 0.0 | 7.3 | 64.5 |
| 2005 | 98.1 | 215.2 | 123.0 | 11.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 30.4 | 44.2 | 64.8 | 138.1 |
| 2006 | 289.6 | 122.5 | 158.6 | 57.3 | 0.6 | 2.0 | 0.0 | 0.0 | 11.1 | 48.7 | 77.8 | 46.2 |
| 2007 | 34.3 | 84.2 | 269.3 | 31.2 | 0.0 | 0.0 | 9.9 | 3.4 | 19.4 | 4.0 | 36.8 | 47.6 |
| 2008 | 207.2 | 78.2 | 70.5 | 0.0 | 0.0 | 2.2 | 0.0 | 2.2 | 0.0 | 25.7 | 14.6 | 136.1 |
| 2009 | 129.2 | 228.1 | 89.8 | 29.0 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 0.0 | 3.8 | 61.5 | 67.1 | 93.7 |
| 2010 | 174.2 | 152.2 | 10.2 | 31.2 | 22.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 33.4 | 40.8 | 19.0 | 107.4 |
| 2011 | 126.6 | 212.5 | 128.7 | 37.8 | 8.7 | 0.0 | 14.8 | 0.0 | 24.4 | 14.8 | 57.6 | 144.7 |
| 2012 | 194.2 | 189.5 | 133.7 | 40.2 | 0.0 | 0.8 | 3.3 | 1.0 | 0.0 | 29.6 | 49.7 | 156.2 |
| 2013 | 209.3 | 127.7 | 64.5 | 0.0 | 35.6 | 51.6 | 1.3 | 22.4 | 0.0 | 56.7 | 56.4 | 139.1 |
| 2014 | 199.1 | 46.7 | 113.8 | 31.6 | 3.8 | 0.0 | 0.0 | 31.2 | 54.6 | 49.5 | 11.1 | 77.8 |
| 2015 | 269.0 | 119.3 | 101.6 | 176.9 | 0.6 | 0.0 | 13.5 | 44.7 | 23.6 | 47.3 | 20.9 | 62.5 |
| 2016 | 59.6 | 281.1 | 19.3 | 68.3 | 1.8 | 18.2 | 1.6 | 0.0 | 9.3 | 33.7 | 12.0 | 35.6 |

Cuadro 1-5: Información de precipitación total mensual (mm) – Estación Juli.

| AÑOS | ENE. | FEB. | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1971 | 166.8 | 345.9 | 71.0 | 74.9 | 0.0 | 2.3 | 0.0 | 11.5 | 0.0 | 29.5 | 98.9 | 134.9 |
| 1972 | 288.9 | 221.0 | 169.2 | 17.8 | 12.9 | 2.7 | 3.8 | 1.6 | 26.9 | 13.4 | 50.0 | 148.5 |
| 1973 | 271.4 | 189.9 | 145.4 | 109.2 | 3.0 | 0.0 | 8.1 | 17.1 | 44.6 | 45.4 | 30.9 | 68.6 |
| 1974 | 269.0 | 357.9 | 60.3 | 193.2 | 55.6 | 4.2 | 0.2 | 101.2 | 22.5 | 32.6 | 29.4 | 38.9 |
| 1975 | 184.3 | 266.3 | 156.7 | 16.6 | 44.0 | 9.7 | 0.0 | 12.1 | 36.0 | 95.9 | 35.7 | 280.1 |
| 1976 | 331.2 | 201.2 | 136.3 | 21.0 | 44.0 | 1.0 | 2.4 | 43.6 | 63.4 | 9.5 | 5.9 | 51.1 |
| 1977 | 91.9 | 275.2 | 222.5 | 5.4 | 0.0 | 0.0 | 14.5 | 0.0 | 57.6 | 66.4 | 62.8 | 114.9 |
| 1978 | 250.9 | 99.2 | 117.5 | 19.7 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 8.7 | 22.9 | 0.9 | 88.2 | 147.4 |
| 1979 | 197.2 | 117.3 | 229.1 | 80.4 | 2.2 | 0.0 | 14.1 | 2.2 | 4.1 | 47.1 | 115.5 | 133.1 |
| 1980 | 190.3 | 91.4 | 253.2 | 3.4 | 2.4 | 1.4 | 11.9 | 33.7 | 101.0 | 49.2 | 26.2 | 134.8 |
| 1981 | 126.7 | 212.5 | 106.2 | 55.2 | 18.3 | 7.8 | 1.3 | 4.2 | 18.8 | 29.0 | 40.4 | 113.3 |
| 1982 | 166.4 | 239.2 | 137.0 | 60.4 | 18.9 | 8.4 | 0.2 | 9.9 | 26.3 | 23.8 | 36.7 | 120.8 |
| 1983 | 202.5 | 245.4 | 128.7 | 55.3 | 10.8 | 9.2 | 1.8 | 15.0 | 24.6 | 25.9 | 49.2 | 107.0 |
| 1984 | 219.5 | 242.0 | 119.4 | 61.1 | 14.9 | 1.9 | 3.0 | 19.2 | 26.4 | 34.8 | 39.7 | 129.6 |
| 1985 | 128.8 | 304.8 | 162.6 | 110.1 | 34.1 | 26.8 | 0.0 | 22.3 | 89.7 | 13.3 | 164.2 | 163.3 |
| 1986 | 131.5 | 260.1 | 171.7 | 107.0 | 4.3 | 0.0 | 3.6 | 37.3 | 15.2 | 29.8 | 23.4 | 139.5 |
| 1987 | 296.3 | 70.3 | 82.6 | 37.3 | 5.5 | 8.7 | 19.2 | 1.3 | 18.6 | 64.2 | 155.4 | 43.7 |
| 1988 | 300.3 | 70.4 | 249.5 | 124.0 | 9.0 | 0.2 | 1.0 | 0.0 | 22.6 | 58.7 | 27.3 | 96.2 |
| 1989 | 160.2 | 176.5 | 195.1 | 11.3 | 16.4 | 3.8 | 6.3 | 17.3 | 18.1 | 3.7 | 45.0 | 58.4 |
| 1990 | 192.0 | 50.8 | 51.4 | 47.7 | 13.6 | 48.5 | 0.0 | 18.9 | 19.9 | 69.3 | 64.3 | 173.7 |
| 1991 | 147.1 | 101.8 | 152.8 | 70.8 | 10.1 | 31.5 | 3.5 | 0.6 | 11.8 | 49.8 | 30.9 | 74.0 |
| 1992 | 159.3 | 130.9 | 40.2 | 32.8 | 0.0 | 0.7 | 3.7 | 40.9 | 0.0 | 24.0 | 72.6 | 60.7 |
| 1993 | 219.6 | 88.2 | 185.2 | 30.8 | 7.6 | 2.9 | 0.0 | 35.1 | 21.1 | 73.0 | 122.0 | 69.8 |
| 1994 | 186.5 | 149.1 | 109.5 | 55.4 | 11.7 | 5.9 | 1.6 | 0.8 | 7.1 | 4.3 | 69.2 | 165.3 |
| 1995 | 128.9 | 105.9 | 134.5 | 19.9 | 6.1 | 0.0 | 0.6 | 7.2 | 17.8 | 26.7 | 71.6 | 117.2 |
| 1996 | 195.5 | 127.0 | 137.3 | 32.3 | 18.8 | 0.0 | 9.1 | 38.0 | 4.5 | 26.6 | 77.2 | 101.6 |
| 1997 | 264.1 | 220.8 | 162.3 | 66.1 | 11.1 | 0.0 | 0.0 | 64.0 | 79.7 | 36.2 | 79.2 | 54.0 |
| 1998 | 132.4 | 77.3 | 150.6 | 62.0 | 0.0 | 13.6 | 0.0 | 0.0 | 12.3 | 75.4 | 66.0 | 51.3 |
| 1999 | 158.7 | 278.2 | 309.8 | 61.5 | 28.4 | 2.2 | 3.1 | 1.9 | 58.1 | 130.3 | 18.5 | 94.0 |
| 2000 | 275.3 | 236.3 | 138.4 | 16.7 | 10.9 | 14.3 | 0.6 | 17.0 | 1.2 | 62.2 | 1.9 | 119.5 |
| 2001 | 324.0 | 251.9 | 239.6 | 57.4 | 7.9 | 1.9 | 12.7 | 30.9 | 18.8 | 67.7 | 13.8 | 116.2 |
| 2002 | 145.8 | 216.8 | 239.1 | 134.2 | 8.6 | 16.5 | 42.4 | 10.9 | 3.7 | 39.4 | 37.4 | 107.1 |
| 2003 | 229.7 | 142.7 | 304.8 | 39.3 | 23.4 | 0.0 | 5.9 | 12.6 | 42.6 | 24.6 | 25.6 | 89.6 |
| 2004 | 322.0 | 115.8 | 68.4 | 54.9 | 11.6 | 2.0 | 34.0 | 49.9 | 25.3 | 11.1 | 25.7 | 126.3 |
| 2005 | 139.1 | 189.2 | 78.7 | 29.5 | 1.5 | 0.0 | 0.0 | 1.0 | 24.7 | 61.2 | 54.0 | 164.2 |
| 2006 | 347.2 | 196.8 | 174.1 | 44.6 | 7.1 | 3.3 | 0.0 | 2.3 | 13.9 | 43.5 | 113.6 | 93.9 |
| 2007 | 99.1 | 136.4 | 231.3 | 99.6 | 6.6 | 1.2 | 8.3 | 5.1 | 30.4 | 44.4 | 30.3 | 156.9 |
| 2008 | 284.7 | 109.5 | 88.7 | 44.4 | 0.8 | 2.5 | 1.2 | 0.5 | 0.7 | 52.0 | 15.9 | 177.3 |
| 2009 | 161.7 | 210.5 | 170.1 | 77.0 | 0.0 | 0.0 | 6.6 | 0.0 | 54.0 | 34.0 | 125.9 | 128.5 |
| 2010 | 236.2 | 217.6 | 107.0 | 25.1 | 42.5 | 0.0 | 5.3 | 9.1 | 4.2 | 17.6 | 13.1 | 117.0 |
| 2011 | 254.1 | 288.1 | 216.6 | 45.3 | 6.4 | 0.0 | 12.0 | 3.6 | 56.0 | 21.8 | 60.7 | 284.6 |
| 2012 | 224.9 | 339.6 | 239.7 | 79.0 | 0.0 | 1.2 | 1.3 | 1.5 | 5.4 | 17.7 | 33.2 | 241.0 |
| 2013 | 166.0 | 210.5 | 110.9 | 12.2 | 33.7 | 40.4 | 9.1 | 10.2 | 2.1 | 73.0 | 59.4 | 165.0 |
| 2014 | 278.8 | 103.5 | 67.3 | 40.0 | 5.7 | 0.0 | 2.0 | 39.2 | 69.8 | 44.8 | 47.3 | 87.5 |
| 2015 | 266.2 | 167.9 | 220.8 | 161.8 | 0.4 | 0.2 | 16.7 | 15.6 | 34.9 | 29.2 | 20.7 | 73.0 |
| 2016 | 114.8 | 251.8 | 6.7 | 80.9 | 4.1 | 3.1 | 4.5 | 5.4 | 7.6 | 50.5 | 51.1 | 125.0 |

Cuadro 1-6: Información de precipitación total mensual (mm) – Estación Ilave

| AÑOS | ENE. | FEB. | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1971 | 117.8 | 217.3 | 42.5 | 47.2 | 1.8 | 10.1 | 0.1 | 20.3 | 0.0 | 18.4 | 72.2 | 110.5 |
| 1972 | 227.2 | 120.2 | 85.9 | 21.7 | 0.0 | 0.0 | 6.4 | 4.5 | 27.7 | 15.7 | 28.6 | 122.4 |
| 1973 | 269.3 | 146.8 | 163.9 | 83.5 | 12.2 | 0.0 | 9.9 | 20.1 | 40.6 | 29.1 | 23.4 | 47.9 |
| 1974 | 211.0 | 288.8 | 60.0 | 49.0 | 0.0 | 4.0 | 0.0 | 107.1 | 10.0 | 35.0 | 15.0 | 66.0 |
| 1975 | 162.0 | 191.1 | 150.0 | 23.0 | 37.0 | 27.0 | 0.0 | 10.0 | 41.0 | 62.0 | 9.0 | 202.0 |
| 1976 | 241.0 | 150.0 | 101.0 | 25.0 | 11.8 | 3.0 | 1.0 | 47.0 | 68.0 | 0.0 | 6.0 | 78.0 |
| 1977 | 87.0 | 156.0 | 232.0 | 4.0 | 1.3 | 0.0 | 15.6 | 2.8 | 58.4 | 39.4 | 104.8 | 76.9 |
| 1978 | 211.0 | 128.7 | 81.4 | 23.0 | 0.0 | 0.0 | 5.1 | 11.4 | 28.6 | 8.7 | 124.5 | 10.0 |
| 1979 | 198.4 | 196.9 | 76.9 | 53.7 | 6.8 | 7.1 | 0.0 | 31.5 | 14.8 | 26.4 | 19.2 | 118.6 |
| 1980 | 195.7 | 189.1 | 90.3 | 46.9 | 7.2 | 6.6 | 3.7 | 30.2 | 21.8 | 26.3 | 29.4 | 108.1 |
| 1981 | 194.4 | 185.2 | 96.9 | 43.5 | 7.4 | 6.3 | 3.9 | 29.6 | 25.1 | 26.2 | 34.4 | 103.0 |
| 1982 | 193.7 | 183.2 | 100.4 | 41.8 | 7.5 | 6.1 | 4.0 | 29.3 | 26.9 | 26.2 | 37.1 | 100.3 |
| 1983 | 193.3 | 182.0 | 102.3 | 40.8 | 7.6 | 6.0 | 4.0 | 29.1 | 28.0 | 26.2 | 38.6 | 98.8 |
| 1984 | 282.0 | 284.1 | 179.8 | 28.5 | 16.6 | 9.2 | 3.0 | 12.6 | 1.0 | 94.4 | 73.9 | 45.8 |
| 1985 | 134.4 | 287.6 | 144.8 | 69.8 | 29.2 | 23.0 | 0.0 | 11.4 | 65.2 | 49.4 | 196.6 | 181.0 |
| 1986 | 162.3 | 261.1 | 194.3 | 111.3 | 5.8 | 0.0 | 3.4 | 4.3 | 20.3 | 13.9 | 45.5 | 133.7 |
| 1987 | 227.6 | 80.1 | 69.5 | 29.5 | 1.1 | 7.3 | 19.1 | 4.8 | 20.2 | 46.1 | 89.3 | 18.0 |
| 1988 | 158.7 | 53.3 | 169.8 | 101.3 | 13.7 | 0.4 | 2.0 | 0.0 | 19.8 | 36.5 | 9.0 | 71.4 |
| 1989 | 214.8 | 113.2 | 142.0 | 91.3 | 0.3 | 3.6 | 7.8 | 9.6 | 30.6 | 14.2 | 18.1 | 50.9 |
| 1990 | 151.2 | 39.1 | 59.5 | 48.9 | 25.0 | 67.7 | 0.0 | 15.5 | 7.4 | 65.9 | 101.1 | 127.8 |
| 1991 | 74.2 | 75.2 | 115.1 | 50.6 | 20.0 | 43.4 | 6.4 | 4.0 | 14.2 | 45.5 | 17.3 | 63.4 |
| 1992 | 151.9 | 88.8 | 29.7 | 8.2 | 0.0 | 1.6 | 1.4 | 55.5 | 2.4 | 38.8 | 57.8 | 45.1 |
| 1993 | 191.7 | 36.7 | 125.3 | 65.3 | 1.5 | 1.0 | 0.0 | 45.3 | 20.0 | 23.8 | 55.3 | 94.2 |
| 1994 | 129.4 | 126.7 | 100.2 | 58.1 | 14.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.2 | 10.8 | 39.5 | 117.1 |
| 1995 | 112.9 | 80.2 | 138.3 | 14.6 | 5.7 | 1.4 | 0.0 | 4.2 | 9.6 | 11.2 | 47.5 | 113.4 |
| 1996 | 245.6 | 141.1 | 34.3 | 31.5 | 2.0 | 0.0 | 7.2 | 30.5 | 12.0 | 9.5 | 83.2 | 86.3 |
| 1997 | 288.0 | 190.8 | 124.7 | 60.7 | 1.4 | 0.0 | 0.0 | 61.7 | 96.1 | 27.1 | 91.7 | 50.2 |
| 1998 | 97.3 | 112.6 | 54.7 | 59.9 | 0.0 | 13.0 | 0.0 | 0.1 | 4.6 | 41.0 | 47.1 | 41.1 |
| 1999 | 107.1 | 153.8 | 223.4 | 89.7 | 14.9 | 0.6 | 1.5 | 3.9 | 21.0 | 123.3 | 17.9 | 62.3 |
| 2000 | 269.9 | 161.1 | 135.6 | 14.4 | 4.9 | 4.4 | 9.3 | 6.4 | 3.2 | 51.5 | 1.0 | 109.8 |
| 2001 | 298.9 | 231.8 | 162.2 | 44.1 | 2.5 | 0.1 | 15.0 | 23.9 | 12.2 | 58.0 | 33.8 | 106.9 |
| 2002 | 108.2 | 242.7 | 228.5 | 156.8 | 20.9 | 19.8 | 43.6 | 15.2 | 10.7 | 69.8 | 80.7 | 108.0 |
| 2003 | 168.1 | 78.9 | 172.0 | 14.5 | 24.3 | 0.5 | 0.0 | 10.3 | 52.2 | 14.1 | 17.9 | 89.3 |
| 2004 | 286.1 | 132.5 | 52.6 | 19.4 | 10.2 | 1.6 | 22.1 | 38.3 | 15.9 | 2.0 | 22.4 | 63.2 |
| 2005 | 125.1 | 142.5 | 78.7 | 23.6 | 8.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 26.2 | 58.7 | 55.7 | 88.5 |
| 2006 | 335.4 | 80.1 | 138.3 | 30.8 | 3.2 | 3.0 | 0.0 | 8.9 | 27.7 | 25.6 | 99.6 | 86.5 |
| 2007 | 92.9 | 61.8 | 212.4 | 66.2 | 2.5 | 2.1 | 7.8 | 5.2 | 41.5 | 27.5 | 30.6 | 87.1 |
| 2008 | 245.1 | 94.7 | 68.5 | 17.0 | 1.8 | 1.4 | 7.2 | 3.2 | 1.4 | 53.7 | 0.6 | 146.2 |
| 2009 | 105.1 | 126.7 | 81.7 | 57.5 | 0.0 | 0.0 | 8.2 | 0.0 | 40.5 | 35.2 | 158.0 | 57.4 |
| 2010 | 212.9 | 117.5 | 64.4 | 42.0 | 37.2 | 0.0 | 0.0 | 8.7 | 1.2 | 39.0 | 7.8 | 125.9 |
| 2011 | 181.5 | 165.8 | 152.6 | 5.6 | 4.0 | 0.0 | 11.0 | 0.0 | 23.1 | 22.6 | 16.0 | 128.9 |
| 2012 | 115.0 | 248.4 | 179.6 | 43.5 | 0.0 | 1.2 | 0.0 | 4.2 | 12.4 | 7.5 | 46.3 | 252.6 |
| 2013 | 142.4 | 152.1 | 39.3 | 13.4 | 33.7 | 18.3 | 7.2 | 6.5 | 2.5 | 46.0 | 19.1 | 173.6 |
| 2014 | 210.4 | 77.7 | 36.0 | 18.6 | 0.2 | 0.0 | 3.3 | 29.2 | 120.5 | 30.7 | 20.1 | 23.5 |
| 2015 | 122.6 | 135.0 | 164.2 | 91.5 | 11.6 | 0.0 | 6.1 | 9.2 | 34.5 | 31.7 | 12.9 | 69.6 |
| 2016 | 96.7 | 177.0 | 2.8 | 63.2 | 3.4 | 2.2 | 11.4 | 3.8 | 2.4 | 32.0 | 8.2 | 107.3 |

Cuadro 1-7: Información de precipitación total mensual (mm) – Estación Laraqueri

| AÑOS | ENE. | FEB. | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| 1971 | 138.5 | 252.8 | 52.2 | 25.0 | 2.1 | 1.3 | 0.0 | 3.1 | 0.0 | 4.3 | 56.2 | 129.6 |
| 1972 | 230.2 | 197.8 | 111.7 | 16.3 | 3.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 29.6 | 49.7 | 51.0 | 170.3 |
| 1973 | 195.9 | 123.7 | 129.7 | 46.7 | 18.7 | 0.0 | 5.0 | 12.2 | 55.7 | 10.9 | 26.7 | 85.2 |
| 1974 | 274.1 | 245.8 | 100.5 | 51.0 | 0.0 | 1.1 | 0.0 | 57.4 | 20.0 | 12.1 | 16.5 | 74.5 |
| 1975 | 153.1 | 258.0 | 112.4 | 23.5 | 31.7 | 3.1 | 0.0 | 8.1 | 21.7 | 61.8 | 43.1 | 260.8 |
| 1976 | 355.5 | 135.4 | 218.3 | 40.8 | 18.4 | 0.0 | 27.6 | 29.8 | 64.4 | 14.6 | 11.0 | 84.6 |
| 1977 | 66.8 | 191.0 | 148.3 | 7.0 | 5.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 21.1 | 55.6 | 88.3 | 126.4 |
| 1978 | 209.0 | 147.5 | 101.9 | 43.1 | 0.0 | 0.0 | 18.6 | 1.5 | 15.2 | 8.4 | 153.1 | 109.2 |
| 1979 | 190.2 | 115.0 | 125.6 | 22.3 | 0.0 | 1.2 | 9.3 | 1.7 | 5.0 | 29.7 | 53.5 | 56.5 |
| 1980 | 239.5 | 58.4 | 229.5 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 4.0 | 15.7 | 40.2 | 87.5 | 30.1 | 244.1 |
| 1981 | 244.1 | 277.0 | 125.5 | 54.0 | 1.9 | 0.0 | 0.0 | 30.2 | 32.4 | 18.0 | 22.5 | 161.5 |
| 1982 | 157.3 | 88.9 | 85.2 | 26.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.3 | 36.7 | 64.6 | 88.1 | 23.5 |
| 1983 | 97.8 | 78.1 | 18.7 | 8.4 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 0.5 | 17.1 | 13.4 | 15.8 | 77.8 |
| 1984 | 321.2 | 232.1 | 220.8 | 38.8 | 18.7 | 33.6 | 0.0 | 17.6 | 1.8 | 67.8 | 156.9 | 115.6 |
| 1985 | 135.2 | 190.9 | 105.3 | 140.6 | 24.4 | 13.4 | 0.0 | 0.0 | 44.0 | 7.8 | 148.7 | 204.2 |
| 1986 | 159.3 | 283.3 | 238.3 | 100.7 | 8.4 | 0.2 | 0.0 | 9.4 | 11.7 | 1.8 | 43.7 | 151.2 |
| 1987 | 280.9 | 77.1 | 74.3 | 26.2 | 0.0 | 0.0 | 36.5 | 6.5 | 8.6 | 23.5 | 57.0 | 28.5 |
| 1988 | 199.5 | 45.1 | 179.1 | 130.7 | 9.6 | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 5.9 | 44.6 | 13.2 | 101.4 |
| 1989 | 225.5 | 130.9 | 129.0 | 77.3 | 3.5 | 5.3 | 2.4 | 5.4 | 4.8 | 0.0 | 26.1 | 44.6 |
| 1990 | 135.7 | 36.7 | 80.8 | 11.0 | 15.3 | 55.3 | 0.0 | 15.7 | 9.5 | 99.4 | 141.5 | 128.5 |
| 1991 | 130.1 | 131.0 | 148.2 | 27.6 | 2.9 | 43.6 | 0.0 | 0.6 | 21.8 | 28.5 | 30.1 | 64.0 |
| 1992 | 120.7 | 100.0 | 59.5 | 39.5 | 0.0 | 3.9 | 15.8 | 31.9 | 0.0 | 61.9 | 48.9 | 102.1 |
| 1993 | 206.4 | 66.2 | 133.8 | 61.0 | 14.1 | 1.5 | 0.0 | 34.6 | 18.3 | 123.4 | 126.8 | 176.9 |
| 1994 | 206.8 | 197.2 | 148.8 | 110.0 | 14.8 | 1.5 | 1.5 | 0.0 | 5.9 | 8.7 | 74.3 | 140.1 |
| 1995 | 140.5 | 205.5 | 150.2 | 12.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.1 | 3.4 | 59.3 | 171.0 |
| 1996 | 277.3 | 127.4 | 0.0 | 52.6 | 20.2 | 0.0 | 0.0 | 52.0 | 12.0 | 4.7 | 96.3 | 97.5 |
| 1997 | 187.9 | 240.2 | 114.6 | 29.3 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 21.8 | 94.9 | 22.6 | 122.0 | 49.9 |
| 1998 | 87.7 | 94.3 | 88.8 | 31.0 | 0.0 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 28.3 | 44.0 | 25.1 |
| 1999 | 132.7 | 170.7 | 240.7 | 73.9 | 19.5 | 0.0 | 0.0 | 11.9 | 6.7 | 92.5 | 1.1 | 71.1 |
| 2000 | 250.3 | 236.7 | 126.3 | 12.5 | 5.3 | 1.4 | 0.0 | 10.1 | 6.5 | 66.7 | 7.1 | 139.5 |
| 2001 | 368.5 | 267.6 | 139.4 | 78.2 | 13.1 | 0.0 | 3.5 | 4.7 | 12.1 | 24.5 | 44.5 | 67.8 |
| 2002 | 68.9 | 214.8 | 163.0 | 74.8 | 22.6 | 4.6 | 25.9 | 15.0 | 10.9 | 44.3 | 68.9 | 63.0 |
| 2003 | 148.6 | 123.4 | 124.0 | 28.2 | 12.6 | 0.0 | 0.0 | 5.6 | 19.1 | 6.1 | 24.3 | 128.4 |
| 2004 | 228.3 | 146.8 | 71.8 | 22.5 | 0.0 | 1.8 | 11.1 | 43.9 | 6.1 | 0.0 | 14.1 | 61.4 |
| 2005 | 115.1 | 280.3 | 79.3 | 42.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.1 | 39.0 | 37.5 | 127.8 |
| 2006 | 240.8 | 96.5 | 88.3 | 32.7 | 6.3 | 3.4 | 0.0 | 12.9 | 34.0 | 18.7 | 53.5 | 68.6 |
| 2007 | 109.3 | 96.8 | 168.9 | 48.0 | 4.9 | 0.0 | 0.0 | 11.0 | 45.8 | 57.8 | 71.4 | 110.6 |
| 2008 | 190.9 | 105.0 | 73.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4.5 | 2.3 | 35.9 | 15.6 | 143.5 |
| 2009 | 71.4 | 173.4 | 107.9 | 67.2 | 0.0 | 0.0 | 5.1 | 0.0 | 11.1 | 15.0 | 86.7 | 102.1 |
| 2010 | 165.0 | 187.4 | 41.4 | 40.6 | 19.0 | 0.0 | 4.4 | 2.6 | 3.4 | 34.3 | 4.1 | 144.8 |
| 2011 | 155.0 | 239.9 | 120.8 | 48.3 | 3.4 | 0.0 | 5.3 | 0.2 | 9.6 | 35.7 | 47.3 | 202.3 |
| 2012 | 203.9 | 286.7 | 160.5 | 94.9 | 0.6 | 0.0 | 0.5 | 9.2 | 15.5 | 18.1 | 69.3 | 229.7 |
| 2013 | 247.1 | 175.0 | 66.9 | 23.8 | 6.3 | 26.9 | 18.7 | 17.2 | 0.9 | 17.5 | 7.2 | 191.7 |
| 2014 | 181.5 | 91.3 | 54.1 | 29.8 | 0.5 | 0.0 | 2.8 | 23.5 | 62.9 | 60.4 | 35.5 | 77.2 |
| 2015 | 160.1 | 92.4 | 144.1 | 128.4 | 3.5 | 0.0 | 6.8 | 7.9 | 15.2 | 45.0 | 56.1 | 51.9 |
| 2016 | 96.0 | 187.7 | 23.1 | 87.9 | 0.0 | 3.0 | 9.0 | 5.5 | 0.0 | 53.5 | 23.3 | 64.3 |

Cuadro 1-8: Información de precipitación total mensual (mm) – Estación Puno

| AÑOS | ENE. | FEB. | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1971 | 101.0 | 268.2 | 28.4 | 25.2 | 0.0 | 2.9 | 0.0 | 9.1 | 1.2 | 19.5 | 93.5 | 103.6 |
| 1972 | 210.8 | 130.9 | 164.0 | 37.2 | 6.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 37.3 | 32.6 | 46.1 | 132.6 |
| 1973 | 238.2 | 131.7 | 159.1 | 97.6 | 13.3 | 0.0 | 1.8 | 6.1 | 32.5 | 16.4 | 29.8 | 70.8 |
| 1974 | 253.0 | 206.8 | 54.9 | 57.6 | 0.2 | 2.5 | 0.2 | 51.2 | 36.5 | 12.5 | 27.3 | 48.1 |
| 1975 | 157.2 | 177.6 | 158.6 | 37.5 | 43.7 | 0.7 | 0.1 | 6.5 | 48.7 | 53.3 | 24.7 | 235.2 |
| 1976 | 200.2 | 149.5 | 169.2 | 25.6 | 9.9 | 0.4 | 1.4 | 16.9 | 44.4 | 9.1 | 11.6 | 119.8 |
| 1977 | 49.1 | 206.1 | 209.8 | 5.8 | 8.8 | 0.0 | 2.3 | 0.0 | 48.1 | 53.9 | 49.7 | 108.8 |
| 1978 | 224.5 | 95.3 | 136.3 | 28.3 | 0.4 | 0.0 | 3.2 | 0.4 | 17.5 | 24.9 | 143.7 | 155.0 |
| 1979 | 131.2 | 35.2 | 143.1 | 44.1 | 1.4 | 0.0 | 0.9 | 1.8 | 8.5 | 45.5 | 31.7 | 83.9 |
| 1980 | 60.8 | 57.3 | 258.4 | 18.5 | 1.3 | 0.1 | 4.9 | 13.5 | 66.1 | 72.8 | 25.8 | 34.9 |
| 1981 | 133.9 | 207.3 | 111.3 | 68.9 | 4.7 | 0.0 | 0.0 | 37.8 | 21.1 | 25.6 | 49.0 | 129.0 |
| 1982 | 232.1 | 83.5 | 99.7 | 75.0 | 2.6 | 5.2 | 1.9 | 0.0 | 52.6 | 114.4 | 103.0 | 24.5 |
| 1983 | 20.7 | 70.4 | 57.6 | 55.5 | 14.2 | 2.3 | 1.5 | 4.8 | 46.4 | 26.7 | 29.8 | 104.2 |
| 1984 | 318.9 | 86.2 | 223.0 | 44.4 | 18.3 | 4.2 | 3.7 | 25.7 | 0.0 | 157.5 | 73.8 | 96.2 |
| 1985 | 130.0 | 337.6 | 12.3 | 90.7 | 24.9 | 27.3 | 0.0 | 8.2 | 40.1 | 32.7 | 123.5 | 134.2 |
| 1986 | 145.1 | 251.1 | 221.2 | 105.8 | 0.1 | 0.0 | 5.2 | 8.4 | 42.0 | 4.2 | 9.2 | 131.6 |
| 1987 | 224.3 | 71.5 | 73.8 | 44.2 | 1.7 | 3.8 | 12.5 | 0.0 | 4.3 | 58.4 | 110.8 | 25.4 |
| 1988 | 213.4 | 73.5 | 228.9 | 72.9 | 23.3 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 20.5 | 70.5 | 46.2 | 99.1 |
| 1989 | 203.8 | 130.0 | 137.1 | 100.9 | 0.0 | 0.4 | 1.7 | 14.7 | 17.6 | 14.2 | 21.4 | 42.9 |
| 1990 | 167.2 | 22.4 | 59.9 | 43.0 | 12.1 | 54.7 | 0.0 | 11.8 | 10.1 | 107.9 | 91.7 | 63.0 |
| 1991 | 124.1 | 67.7 | 185.8 | 46.2 | 6.8 | 33.6 | 0.0 | 3.0 | 14.7 | 20.4 | 44.2 | 50.3 |
| 1992 | 66.0 | 89.7 | 15.7 | 38.8 | 0.0 | 0.5 | 2.3 | 42.2 | 0.0 | 34.4 | 29.4 | 55.1 |
| 1993 | 175.6 | 100.7 | 107.0 | 52.5 | 6.6 | 1.1 | 0.0 | 37.9 | 18.0 | 69.1 | 79.2 | 111.5 |
| 1994 | 180.0 | 183.1 | 113.3 | 116.2 | 29.9 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 18.3 | 36.6 | 52.6 | 73.2 |
| 1995 | 122.7 | 102.9 | 124.0 | 2.1 | 4.1 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 21.9 | 15.3 | 50.3 | 80.2 |
| 1996 | 252.7 | 130.5 | 60.8 | 76.3 | 0.0 | 0.0 | 2.9 | 12.8 | 0.8 | 10.4 | 88.3 | 118.0 |
| 1997 | 239.6 | 213.2 | 98.6 | 88.6 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 21.9 | 108.2 | 30.1 | 62.9 | 44.9 |
| 1998 | 196.4 | 115.5 | 135.3 | 25.4 | 0.0 | 4.9 | 0.0 | 4.3 | 4.5 | 26.9 | 43.9 | 58.0 |
| 1999 | 193.7 | 244.5 | 202.0 | 86.0 | 7.5 | 0.0 | 1.5 | 1.9 | 16.1 | 150.3 | 32.0 | 68.4 |
| 2000 | 167.1 | 210.0 | 105.1 | 40.3 | 0.4 | 2.3 | 4.2 | 17.9 | 14.6 | 95.8 | 13.9 | 69.0 |
| 2001 | 248.7 | 214.6 | 224.1 | 69.8 | 12.2 | 2.2 | 0.0 | 12.5 | 27.1 | 68.4 | 46.2 | 81.0 |
| 2002 | 129.6 | 180.0 | 170.6 | 105.3 | 15.4 | 21.1 | 22.7 | 30.6 | 11.6 | 65.9 | 43.8 | 112.2 |
| 2003 | 174.5 | 114.4 | 113.4 | 46.1 | 36.7 | 4.8 | 0.2 | 9.6 | 42.9 | 25.4 | 14.3 | 131.8 |
| 2004 | 208.9 | 125.2 | 115.5 | 29.2 | 6.2 | 0.0 | 10.2 | 43.0 | 34.3 | 5.6 | 41.2 | 59.1 |
| 2005 | 103.3 | 157.9 | 134.6 | 45.7 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.8 | 39.5 | 80.5 | 100.8 |
| 2006 | 291.1 | 64.3 | 159.6 | 44.6 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 21.2 | 37.4 | 53.8 | 101.5 |
| 2007 | 84.8 | 171.0 | 236.7 | 49.7 | 10.6 | 0.0 | 3.3 | 1.6 | 61.3 | 77.0 | 44.2 | 74.1 |
| 2008 | 209.7 | 85.8 | 95.0 | 8.4 | 6.8 | 1.4 | 0.2 | 0.8 | 2.4 | 79.4 | 27.2 | 144.2 |
| 2009 | 154.0 | 136.1 | 148.3 | 83.0 | 0.4 | 0.0 | 2.5 | 0.0 | 16.4 | 56.4 | 88.9 | 62.5 |
| 2010 | 99.3 | 192.8 | 56.3 | 12.3 | 16.1 | 0.0 | 0.0 | 7.1 | 2.9 | 33.4 | 15.0 | 146.7 |
| 2011 | 122.4 | 202.9 | 116.5 | 46.8 | 4.8 | 0.0 | 6.4 | 0.2 | 45.8 | 25.7 | 45.3 | 151.3 |
| 2012 | 135.4 | 294.8 | 209.9 | 59.5 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 5.6 | 9.8 | 7.6 | 69.5 | 157.8 |
| 2013 | 153.0 | 175.8 | 100.0 | 14.3 | 22.4 | 12.5 | 1.5 | 4.5 | 11.6 | 32.9 | 61.4 | 117.1 |
| 2014 | 147.0 | 107.7 | 60.5 | 40.8 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 28.9 | 66.9 | 45.2 | 29.8 | 90.6 |
| 2015 | 96.4 | 120.0 | 187.0 | 114.1 | 0.2 | 0.0 | 1.8 | 4.0 | 54.5 | 41.5 | 23.2 | 59.4 |
| 2016 | 79.7 | 202.6 | 9.8 | 57.5 | 0.5 | 2.0 | 3.4 | 0.0 | 0.3 | 76.0 | 43.0 | 49.7 |