



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“Evaluación del caudal en la cuenca del río Cumbaza en el Periodo  
Climatológico 1986 a 2016, departamento de San Martín 2017”**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

Kelvin Petric Vallejos Neyra

**ASESOR:**

Ing. M.Sc. Daniel Enrique Sánchez Laurel

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**TARAPOTO – PERÚ**

**2018**

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) Kelvin Petric Vallejos Neyra cuyo título es: "EVALUACIÓN DEL CAUDAL EN LA CUENCA DEL RÍO CUMBAZA EN EL PERIODO CLIMATOLÓGICO 1986 A 2016, DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN 2017".

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: TRECE.

Tarapoto, 14 de diciembre de, 2017




Daniel Enrique Sanchez Laurel  
INGENIERO AMBIENTAL  
CIP. 114917

Ing. M.Sc. Daniel Enrique Sanchez Laurel  
PRESIDENTE




Carlos Verde Girbau  
INGENIERO AGRÓNOMO  
CIP. N° 149348

Ing. Carlos Verde Girbau  
SECRETARIO




Henry Carbajal Mogollon  
INGENIERO AMBIENTAL  
CIP. N° 135735

Ing. Henry Carbajal Mogollon  
VOCAL



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## **Dedicatoria**

A mis padres Nelida Neyra Jibaja y Erasmo Vallejos Torres por el incondicional apoyo moral y económico desde el inicio de mi formación profesional como ingeniero ambiental.

## **Agradecimiento**

A Dios porque sin su voluntad no podría ser posible todo lo que conocemos.

A mis padres Nelida Neyra Jibaja y Erasmo Vallejos Torres por mi buena formación personal y por la confianza depositada en mí y apoyo económico en mi desarrollo como profesional.

Agradecer al docente el Ing. M. Sc Daniel Enrique Sánchez Laurel por ser el asesor en la elaboración de este trabajo de investigación

## **Declaratoria de Autenticidad**

Yo KELVIN PETRIC VALLEJOS NEYRA, identificado con DNI N° 75474175, estudiante del programa de estudios de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada: “Evaluación del caudal en la cuenca del río Cumbaza en el Periodo Climatológico 1986 a 2016, departamento de San Martín 2017”

**Declaro bajo juramento que:**

La Tesis es de mi autoría

He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

La tesis no ha sido auto plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 15 de enero de 2019



.....  
**KELVIN PETRIC VALLEJOS NEYRA**  
**DNI: 75474175**

## **Presentación**

Señores miembros del jurado calificador; cumpliendo con las disposiciones establecidas en el reglamento de grado y títulos de la Universidad César Vallejo; pongo a vuestra consideración la presente investigación titulada “Evaluación del caudal en la cuenca del río cumbaza en el periodo climatológico 1986 a 2016, departamento de San Martín 2017”, con la finalidad de optar el título de ingeniero ambiental.

## Índice

Página del jurado.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Presentación.....	vi
Índice.....	vii
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1. Realidad Problemática.....	13
1.2. Trabajos previos.....	13
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	25
1.4. Formulación del Problema.....	28
1.5. Justificación del estudio.....	29
1.6. Hipótesis.....	29
1.7. Objetivos.....	29
<b>II. MÉTODOS.....</b>	<b>30</b>
2.1. Diseño de investigación.....	30
2.2. Variable.....	30
2.3 Población y muestra.....	30
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	30
2.5 Métodos de Análisis de datos.....	31
2.6 Aspectos éticos.....	32
2.7 Ubicación de la sub cuenca del rio Cumbaza.....	33
2.8 Ubicaciones de las estaciones hidrométricas y obtención información hidrometeorología.....	36
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>36</b>
3.1 Procesamiento de los datos meteorológicos.....	36

3.1.1. Aplicación de Método de la recta de regresión.....	47
<b>IV. DISCUSION.....</b>	<b>75</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>VII.REFERENCIAS.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>83</b>
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	84
Anexo 2: Lista de chequeo.....	85
Anexo 3: Validación de instrumento.....	86
Anexo 4: Carta de solicitud de data climatológica.....	89
Anexo 5: Acta de aprobación de originalidad.....	90
Anexo 6: Porcentaje del turnitin.....	91
Anexo 7: Autorización de publicación de tesis al repositorio.....	93
Anexo 8: Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	94



## Índice de tablas

Tabla 1. Área total de la sub cuenca del rio Cumbaza.....	34
Tabla 2. Georreferenciación de las Estaciones Hidrométricas.....	36
Tabla 3. Precipitación total Mensual (mm).....	37
Tabla 4. Temperatura máxima promedio mensual (°C).....	38
Tabla 5. Temperatura mínima promedio mensual (°C).....	38
Tabla 6. Precipitación Total mensual (mm).....	39
Tabla 7. Temperatura máxima promedio mensual (°C).....	40
Tabla 8. Temperatura mínima promedio mensual (°C).....	40
Tabla 9. Precipitación total mensual (mm).....	41
Tabla 10. Temperatura máxima promedio mensual (°C).....	42
Tabla 11. Temperatura mínima promedio mensual (°C).....	43
Tabla 12. Caudal máximo promedio mensual (m <sup>3</sup> /s).....	44
Tabla 13. Caudal mínimo promedio mensual (m <sup>3</sup> /s).....	45
Tabla 14. Precipitación total anual por estación .....	49
Tabla 15. Porcentaje de anomalías de la Precipitación (mm) total.....	54
Tabla 16. Temperatura máxima anual por estación.....	57
Tabla 17. Temperatura mínima anual por estación .....	59
Tabla 18. Temperatura total anual por estación.....	61
Tabla 19. Anomalías de temperatura Total (°C) – Estación meteorológica San Antonio.....	63
Tabla 20. Anomalías de temperatura Total (°C) – Estación meteorológica Tarapoto.....	64
Tabla 21. Anomalías de temperatura Total (°C) – Estación meteorológica El Porvenir.....	66
Tabla 22. Caudal promedio anual por estación (m <sup>3</sup> /s) .....	67
Tabla 23. Porcentaje de anomalías de Caudal (m <sup>3</sup> /s) Total.....	69
Tabla 24. Temperatura promedio total – Caudal promedio total.....	71
Tabla 25. Precipitación promedio total – Caudal promedio total.....	73

## Índice de figuras

Figura 1. Ubicacion de la sub cuenca del cumbaza.....	33
Figura 2. Mapa base de la su cuenca del rio Cumbaza.....	35
Figura 3. Estaciones meteorológicas sobre la cuenca del Cumbaza.....	47
Figura 4. Coeficiente de correlación.....	48
Figura 5. Precipitación total anual.....	50
Figura 6. Precipitación total estación Meteorológica El Porvenir.....	51
Figura 7. Precipitación total estación Meteorológica Tarapoto.....	52
Figura 8. Precipitación total estación San Antonio.....	53
Figura 9. Anomalías en la precipitación total anual.....	55
Figura 10. Precipitación total por estación.....	56
Figura 11. Temperatura máxima anual por estación.....	58
Figura 12 . Temperatura promedio mínima anual por estación.....	60
Figura 13. Temperatura total anual por estación .....	62
Figura 14. Anomalías de temperatura Total (°C) – Estación meteorológica San Antonio.....	63
Figura 15. Anomalías de temperatura Total (°C) – Estación meteorológica Tarapoto.....	64
Figura 16. Anomalías de temperatura Total (°C) – Estación meteorológica El Porvenir.....	65
Figura 17. Caudal promedio anual (m <sup>3</sup> /s).....	68
Figura 18. Anomalías de caudal total.....	70
Figura 19. Coeficiente de correlación y Determinación (Temperatura / Caudal).....	72
Figura 20. Coeficiente de correlación y Determinación (Precipitación Caudal).....	74

## RESUMEN

El presente informe tiene como propósito informar sobre el desarrollo de proyecto de investigación, el cual se realiza como producto final de la experiencia, en la siguiente investigación tiene como población Registro total climatológico de las estaciones meteorológica e hidrológica (San Antonio, Tarapoto, El porvenir, Cumbaza). Y la muestra es el Registro climatológico de los últimos 30 años (1986 - 2016) de las estaciones meteorológica (San Antonio, Tarapoto, El porvenir) e hidrológica (1995-2016). Para organizar los datos se ordenó de acuerdo al tiempo en el que produjo luego, también se empleó el Software Microsoft Excel para la elaboración de tablas y gráficos.

Durante la investigación se llegó a la conclusión que en cuanto a la precipitación registradas de las 3 estaciones esta tiene una tendencia línea a disminución ya que en la tres décadas se registraron 16 años con tenencia negativa, en la temperatura anual de las estaciones se obtuvo una línea de tendencia ascendente como un valor porcentaje de 1.9 °C en las últimas tres décadas y la relación de esta variabilidad del caudal se concluye que la debido a las temperaturas van en aumento las precipitación ya no son constante por lo tanto hace que el caudal sea directamente proporcional a las precipitaciones teniendo que el 15% de determinación sobre el caudal.

**Palabras claves:** Caudal, precipitación, estación meteorológica, correlación

## **ABSTRACT**

The purpose of this report is to inform about the development of the research project, which is carried out as the final product of the experience, in the following investigation it has as a population Total climatological record of the meteorological and hydrological stations (San Antonio, Tarapoto, El Porvenir, Cumbaza). And the sample is the Climatic Record of the last 30 years (1986-2016) of the meteorological stations (San Antonio, Tarapoto, El porvenir) and hydrological stations (1995-2016). To organize the data was ordered according to the time in which it produced later, Microsoft Excel Software was also used for the elaboration of tables and graphs.

During the investigation, it was concluded that in terms of precipitation recorded from the 3 stations, there is a line trend to decrease since in the three decades there were 16 years with negative possession, in the annual temperature of the stations a ascending trend line as a percentage value of 1.9 ° C in the last three decades and the relationship of this flow variability is concluded that due to the temperatures are increasing precipitation is no longer constant therefore makes the flow directly proportional to the precipitations having that 15% of determination on the flow.

Key Word: Flow, precipitation, meteorological station, correlation

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

El hombre requiere del agua para subsistir, por ello, desde siglos atrás ha ido desarrollando y perfeccionando técnicas y estrategias que le permitan asegurar la disponibilidad y abastecimiento del agua en su entorno. Ejemplos de modificaciones del hombre al medio natural para acceder al agua permanentemente, incluyen, canales, acueductos, presas, bordos, diques, lagos artificiales, entre otras obras hidráulicas.

¿Al respecto Jiménez 2005, Postel y Richter, 2003; Richter et al., 1996 manifiesta que:

El caudal de los ríos posee una variabilidad estacional a la que se han ido adaptando las poblaciones bióticas. Estos regímenes estacionales son vitales dentro de la dinámica de los ecosistemas ya que cumplen con funciones ecológicas, que permiten su mantenimiento y desarrollo. Los eventos extraordinarios juegan un papel importante en la dinámica eco sistémico de las cuencas. a (p.1).

Al respecto Jiménez e al., 2005, Richter et al., 1996, Baxter, 1977 manifiesta que:

El uso del agua por parte del hombre está alterando alarmantemente los regímenes hidrológicos. Una de las causas directas de esta alteración es la construcción de presas, embalses, canales y otras obras hidráulicas, la deforestación y los cambios de uso de suelo, la descarga de aguas residuales y el crecimiento urbano, son algunos de los factores indirectos que impactan gravemente en la calidad y cantidad de agua disponible. La modificación a los caudales produce no solo una alteración biofísica de los ecosistemas sino también implica una disminución en los servicios que pueden ofrecer, como la recarga de acuíferos o la conservación de la biodiversidad. (p.2).

Sin duda alguna la actividad agrícola que hacen mal uso de los recursos naturales, hace que las reservas de estos se agoten lentamente y uno de los recursos más importantes que se ve afectado es el recurso hídrico.

### 1.2 Trabajos previos

#### A nivel internacional

- GONZALES, Frank, ORTEGON, Julián. *Cálculo del caudal de la cuenca hidrológica de la quebrada Guaguaqui, del departamento de Boyacá, por el método racional*, (Tesis). Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Bogotá. 2016. En dicha investigación concluyó que:

- La cuenca hidrográfica de la quebrada seca tiene una longitud de 12,86 Km, en su cauce principal; El tiempo de concentración es 118 minutos, este tiempo determina la intensidad a partir de las curvas IDF suministradas por el proyecto de grado: construcción y análisis de curvas Intensidad, Duración y Frecuencia (IDF) para las estaciones de Otanche y Villa Luisa en el departamento de Boyacá. elaborado por cesar Oswaldo Bohórquez Salgado. En función de los períodos de retorno, 5 años corresponde a una intensidad de 49 mm/h, 10 años una intensidad de 55 mm/h, 25 años una intensidad de 67 mm/h, para 50 años una intensidad de 73 mm/h y para 100 años una intensidad de 82 mm/h.
- ECHEVARRIA, Ligia, OROZCO, Ricardo. *Disponibilidad del recurso hídrico en la microcuenca del río Bermúdez. Región Central de Costa Rica.* (Tesis). Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica. 2015. En la investigación se resume que:
  - la microcuenca del río Bermúdez es parte de la principal zona de explotación hídrica en la región Central de Costa Rica, razón por la cual se realiza un diagnóstico de la disponibilidad del recurso hídrico en esta microcuenca donde se identifican las áreas con mayor problemática de disponibilidad de este recurso. Para ello se calculó un balance hídrico mensual, según uso del suelo, unidad geomorfológica y zona climática. Con base en este balance se determinó y clasificó la disponibilidad del recurso, identificando en la microcuenca solamente tres categorías: alta, media y moderada. No existen áreas de baja disponibilidad de recurso hídrico lo que demuestra que la oferta es suficiente, sin embargo, existe una presión importante sobre el recurso hídrico pues más de la mitad del área de la microcuenca se encuentra con una disponibilidad moderada.
- PARRA, Emerson Arturo, *“Modelamiento y manejo de las interacciones entre la hidrología, la ecología y la economía en una cuenca hidrográfica para la estimación de caudales ambientales.* (Tesis de Maestría) Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. 2012. En la cual la investigación concluye que:

- presenta un proceso de planificación de siete pasos implementada en el Proyecto Trasvase Manso, ubicado en el Departamento de Caldas, Municipios de Samana y Norcasia. En este estudio se involucran varios actores para satisfacer múltiples objetivos económicos, sociales y ecológicos. El proceso de siete pasos proporcionar un enfoque transparente y participativo hacia el logro de una visión común entre todas las partes interesadas. Esta metodología holística toma en cuenta la hidrología de la cuenca, el hábitat de idoneidad para la especie en peligro *Ichthyoelephas longirostris* y la capacidad instalada de la derivación del río Manso que alimenta el proyecto hidroeléctrico Miel I. El modelo PHABSIM muestra una mejor área ponderada útil con caudales mayores a 4 m<sup>3</sup>/s para el pez, sin embargo, el tramo trasvase posee secciones donde el organismo objetivo puede sobrevivir con un grado de estrés durante períodos cortos de bajo caudal como 2 m<sup>3</sup>/s. Las simulaciones determinan que caudales menores de 2 m<sup>3</sup>/s afectan considerablemente la pesca, refugio y el hábitat del pez. Se muestra los dos casos inherentes al proyecto Manso, el primero en donde el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en la resolución número 1673 de 2009, determino un caudal de 6 m<sup>3</sup>/s para el proyecto Manso y el segundo, donde la empresa ISAGEN S.A. en la revisión del caudal ecológico, manifiesta un caudal ecológico de 2 m<sup>3</sup>/s. El resultado del mejor plan de generación está dado por la conciliación de las partes interesadas. En la aceptación y estén de acuerdo con cada uno de los datos y pasos aquí mostrados.
- UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA-UICN. *Evaluación Inicial de Caudales Ecológicos/Ambientales en la cuenca del río.* (Informe) Institut de recherche pour le développement. Quito, Ecuador. 2012. La investigación tiene como conclusión que:
  - Las dos especies incluidas en este estudio, *Basilichthys microlepidotus* y *Cryphiops caementarius*, tienen una estrecha relación a las variaciones en los caudales hídricos, relacionados principalmente a sus aspectos reproductivos. Las modificaciones en los regímenes naturales de los ríos, incluyendo las

crecidas estacionales y los períodos de estrés hídricos, son de esta manera importantes modeladores de las poblaciones de estas especies. Los estudios de caudales ecológicos, como el presentado a continuación, proveen de una herramienta válida, que permite visualizar como se afectará el hábitat disponible para las especies en los diferentes escenarios de caudales.

- GARCÍA, María, PIÑEROS, Andrea, BERNAL, Fabio y ARDILA, Estefanía. *Variabilidad climática, cambio climático y el recurso hídrico en Colombia*, (Revista de ingeniería) Universidad de los Andes, Colombia. 2012. En dicho documento concluyó que:
  - Este documento presenta una síntesis de los principales avances que Colombia ha tenido respecto al estudio del cambio climático y su relación con el recurso hídrico. Rastrea los fenómenos de variabilidad climática en el país y reúne información sobre los impactos más importantes del cambio climático y de la variabilidad climática sobre los sistemas de agua dulce en Colombia. A su vez, el documento hace un recuento de algunos puntos claves respecto a la estimación de la vulnerabilidad de los recursos hídricos frente a dichos impactos, describiendo modelos de análisis, resultados y pasos a seguir en la generación de conocimientos que permitan mejorar el manejo del recurso hídrico en Colombia.
- ZALASAR, HUERTADO, SERIO. *Predictibilidad de las anomalías de precipitación durante el ciclo de los cultivos de verano de la región pampeana, Argentina*. (Revista científica). Universidad de Bueno Aires. Argentina. 2013. En la investigación se concluyó que:
  - A partir del mes de junio existe una relación estadística que, aunque débil, permite cuantificar el impacto potencial de las fases del ENOS sobre las precipitaciones a producirse durante el último trimestre del año en la Región Pampeana. Ha quedado demostrado que el BEST puede ser utilizado como un indicador de anomalías de precipitación, sobre todo cuando esas anomalías se registran en los meses de octubre, noviembre y diciembre. Dado que esta



relación entre el BEST y las precipitaciones se mantiene aun cuando se utiliza el índice observado con hasta 4, 5 o 6 meses de anticipación, esto puede ser utilizado como herramienta en la toma de decisiones en la empresa agropecuaria.

- RAMIREZ, Carlos. *Variabilidad climática local y su relación con eventos del fenómeno del niño-oscilación del sur (enso) en la vertiente del pacifico*. (Tesis de grado). Universidad Rafael Landívar, Guatemala. 2015. En la investigación se concluye que:
  - El fenómeno ENSO, provocado por las anomalías de la temperatura superficial en el Océano Pacífico, es una de las condicionantes océano-atmosféricas que están intrínsecamente ligadas al comportamiento de las variables de temperatura y precipitación con aumentos o disminuciones según sea la fase del fenómeno ENSO.
- PEÑARRETA, Robert. *Evaluación del efecto de cambio climático en los cultivos de Santa Rosa de Cusubamba, Cantón Cayambe, provincia de Pichincha*. (Tesis de maestría). Universidad de las Fuerzas Armadas. Salgolqui. 2015. En la investigación se concluyó que:
  - Con los datos históricos de precipitación analizados se determinó que las necesidades hídricas para el cultivo de maíz, frejol y trigo están cubiertas en los periodos de estudio; mientras que para la papa habría la necesidad de incorporar riego para mejorar las condiciones de producción. Los resultados muestran que en el promedio de la temperatura tendrá un aumento de 0.4 °C para el periodo 2020 – 2049 y de 0.3 °C en el periodo 2040 – 2069, estos escenarios no beneficiaran a la papa ya que en la fase fenológica correspondiente a la tuberización se necesita más horas de frío y por ende se vería afectado en tu producción. La precipitación presentó un incremento del 79% en el primer periodo y 164% para el segundo lo que en términos generales beneficiara los cultivos. Sin embargo, esto indica la presencia de posibles inundaciones en las zonas donde predominan los suelos con textura Franco-limosa a la vez implica

un fuerte lavado de base, incremento de la acidez del suelo y mineralización de la materia orgánica con la consecuente pérdida de agregados.

#### **A nivel nacional**

- AMPUERO, Ángela. *Evaluación de los indicadores isotópicos en las precipitaciones de la cuenca del Alto Mayo para su aplicación en la hidrología.* (Tesis Titulación). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. 2016. En la investigación se concluyó que:
  - Los primeros registros de isótopos estables de las lluvias obtenidos en la cuenca del Alto Mayo, ubicada al noreste de los Andes peruanos, en la región de transición andino-amazónica. El monitoreo de isótopos se llevó a cabo en la estación Palestina (77.3°W, 5.9°S, 870 msnm) donde se colectaron dos muestras por mes de junio del 2012 a junio del 2014. Como resultado se obtuvieron 45 muestras de agua, que fueron analizadas para  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^2\text{H}$ . Los valores de  $\delta^{18}\text{O}$  y  $\delta^2\text{H}$  varían de -13.72% a -0.6% y de -96.16% a 16.36% respectivamente a través de un ciclo anual, donde los menores valores se dan en verano austral y los mayores valores, en invierno austral. Con estos datos, se evaluó la asociación entre la señal isotópica de  $\delta^{18}\text{O}$  y parámetros atmosféricos utilizando datos observados de estaciones meteorológicas de SENAMHI-Perú, información satelital y reanálisis atmosférico. A nivel local (Alto Mayo), se observó que los parámetros meteorológicos (temperatura, precipitación) explican pobremente las variaciones isotópicas ( $r^2 = 24\%$ ). A nivel regional (Sudamérica), la variabilidad de las fuentes de humedad que alimenta las lluvias en la cuenca del Alto Mayo, asociada a los cambios estacionales de la circulación atmosférica, parece tener un mayor control sobre la señal isotópica en la estación Palestina. Asimismo, la intensidad de la precipitación en el camino de los flujos de humedad puede explicar gran parte de la variabilidad de la señal isotópica ( $r^2 = 52\%$ ).
- LLAUCA, Harold. *Estudio del balance hídrico superficial de las cuencas del Anya y del Mchique, departamento de Junín - Perú* (Tesis Titulación). Universidad

Nacional Agraria la Molina, Lima. 2014. En la investigación realizada concluyen que:

- Planteó la realización del balance hídrico actual y futuro de ambas cuencas mediante modelos hidrológicos. A fin de cumplir dicho objetivo, la información hidrometeorológica se obtuvo in situ a partir de las estaciones pluviométricas (Tambo, Colpar, Sincos y Quero), meteorológicas (Quilcas, Cruzpampa, Chacrampa, Yanamucllo y Molinos) e hidrométricas (Anyá y Mchique), previamente instaladas. De igual forma, la inspección de campo de ambas cuencas permitió identificar las demandas hídricas. La oferta hídrica se determinó a partir de la simulación de los caudales diarios, mediante la calibración y validación del modelo determinístico Hec-HMS (haciendo uso del modelo de pérdidas soil moisture accounting). Por otro lado, la determinación de las demandas hídricas diarias involucró la estimación de la demanda agrícola, en base a la elaboración de las respectivas cédulas de cultivo; así como, la estimación de las demandas poblacionales, pecuarias y ecológicas.
- ALIAGA ARAUJO, Ivan Joseph, *Modelación hidrológica de la cuenca del río Huallaga, aguas arriba del punto de control Santa Lorenza*, (Tesis de Titulación). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. 2017. La investigación concluyó que:
  - Se realizó con la simulación de los modelos hidrológicos de precipitación-escorrentía: SACSMA, SOCONT, HBV Y GR4J del sistema informático RS Minerve. Con respecto a la calibración, se usan los datos de aforos de la estación hidrométrica Santa Lorenza, durante el período del 24 de Julio del 2015 al 30 de septiembre del 2016 con una frecuencia de salida diaria. En consecuencia, se validaron con los datos de la estación hidrométrica Puente Raquia, la cual funcionó hasta fines del año 1999, el período de validación es desde 1 de marzo de 1996 al 31 de septiembre de 1999 con una frecuencia de salida mensual. Para evaluar el ajuste de los datos reales con los datos simulados por los modelos, se usó los indicadores de eficiencia, como son el

coeficiente de NashSutcliffe, el coeficiente de correlación de Pearson, la eficiencia Kling-Gupta y el error medio normalizado, obteniéndose resultados satisfactorios para los modelos GR4J y HBV. Para la prueba de calibración, estos modelos obtuvieron los mejores índices estadísticos de bondad de ajuste, obteniendo en coeficiente de Nash mayor a 0.68 y el coeficiente de correlación de Pearson mayor a 0.88. Si bien, ambos modelos de precipitación-escorrentía son aceptables, se selecciona el modelo GR4J dada a su sencillez y fácil implementación, caso contrario con el modelo HBV. Para obtener los datos de la disponibilidad hídrica se utilizó el modelo GR4J con una frecuencia de salida mensual desde 1996 al 2016, se obtuvo un caudal medio de 26.85 m<sup>3</sup>/s y un caudal de 7.04 m<sup>3</sup>/s con una persistencia al 75%.

- LEON, Beatriz. *Análisis espacio-temporal de las precipitaciones y caudales durante los eventos el niño (1982-83 y 1997-98) en la costa norte peruana*. (Tesis de titulación). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. 2014. En la investigación nos concluye que:
  - se ha estudiado la variabilidad temporal y espacial de las precipitaciones a escala interanual (período 1963-2009) y, posteriormente, a una escala diaria durante los eventos El Niño de magnitud extraordinaria: 1982-1983 y 1997-1998, en las regiones de Tumbes y Piura. En primer lugar, se regionalizó la precipitación a partir del Método del Vector Regional (MVR) y se calcularon diez índices de precipitación, los cuales se relacionaron con diferentes tipos de El Niño, asociados a anomalías de temperatura superficial del mar en el Pacífico Ecuatorial Central (PC) y Pacífico Ecuatorial Este (PE). Como resultado se obtuvieron dos regiones climáticas: la región costera (menor a los 500 msnm) y la región andina (mayor a 1000 msnm), donde la precipitación se encuentra principalmente asociada al calentamiento del PE y enfriamiento del PC, respectivamente. Entre los 500 a 1000 msnm no se contó con estaciones meteorológicas. Posteriormente, mediante el Análisis de Componentes Principales se obtuvieron patrones diarios de precipitación, los cuales se relacionaron con los caudales y la circulación atmosférica durante los eventos El Niño 1982-83 y 1997-98. Los resultados del segundo modo de

variabilidad mostraron dos regiones climáticas similares a las encontradas por el MVR en las que, durante los eventos El Niño, presentó un patrón espacial que opone los eventos de precipitación de ambas regiones.

- CHAVEZ, Ángela, *Modelos hidrológicos para la generación de caudales diarios en las cuencas de los ríos Pisco y San Juan – Ica*, (Tesis de titulación). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.2016. La investigación concluyó que:
  - La investigación se basa principalmente en cuatro aspectos: a) análisis de información recopilada (pluviométrica e hidrométrica), donde primero se evaluó la calidad de datos mediante análisis estadísticos; b) delimitación de las cuencas de estudio y subcuenca, determinando los parámetros geomorfológicos y corrientes; c) simulación de los modelos GR4J y SAC-SMA, calibración y validación de los cuatro parámetros del modelo GR4J y los dieciséis parámetros del modelo SAC-SMA; d) identificación del modelo con mejores resultados de calibración y validación. Para esta investigación se demuestra que en la zona sur de la costa peruana el modelo GR4J no es funcional; sin embargo, los resultados obtenidos en la etapa de calibración y validación para el modelo SAC-SMA son satisfactorios.

### **A nivel regional**

- CONDESAN – Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina. *Informe del DHR en la microcuenca del río Cumbaza*. (Informe) CONDESAN. Tarapoto y Lamas- San Martín. 2014. El presente informe argumenta que:
  - El presente informe corresponde a la presentación de resultados del DHR en la Microcuenca del Río Cumbaza, donde la EMAPA San Martín es quien opera la producción y distribución de agua potable para la ciudad de Tarapoto. El documento presenta el análisis en dos secciones principales, la primera corresponde a un diagnóstico base que describe el estado actual de la cuenca,

y la segunda presenta propuestas para la acción bajo criterios específicos donde EMAPA San Martín tiene un rol central. Finalmente, las conclusiones y recomendaciones son presentadas con una visión global.

- ASENCIOS, Henry. “Corrección del sesgo de la precipitación estimada por satélite para la simulación de caudales en la cuenca del río Rímac”. (Tesis de titulación). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.2016. La presente investigación nos dice que:
  - Tiene objetivo principal evaluar el rendimiento de tres productos de precipitación estimada por satélite denominados TRMM-3B42RT, CMORPH y PERSIANN con y sin sesgo corregido en la simulación de caudales de las principales unidades hidrográficas de la cuenca del río Rímac. Para corregir el sesgo de las series de precipitación, se ha utilizado dos métodos denominados Factor de Error de Precipitación y Mapeo Cuantil. Asimismo, se ha utilizado el modelo HYMOD para realizar la simulación del proceso de precipitación-escorrentía. El algoritmo DREAM ha sido utilizado para realizar la calibración del modelo hidrológico, en donde se ha configurado 10 secuencias paralelas y 1000 simulaciones o muestras en el proceso de obtención de la magnitud de los parámetros del modelo HYMOD. Los resultados muestran que, la precipitación estimada por satélite subestima largamente la serie de lluvia observada. Los caudales simulados utilizando la información de precipitación estimada por satélite sugieren que éstos no son útiles en su forma en que están disponibles. Se ha encontrado que, utilizando los métodos de corrección de sesgo evaluados, ha sido posible mejorar el rendimiento de los productos de precipitación en la simulación de caudales. Específicamente, se ha obtenido mejores resultados utilizando el método Mapeo Cuantil aplicado a los productos TRMM-3B42RT y PERSIANN.
- LÓPEZ, Roaldo, RAMÍREZ, Williams y CIPRA, Wilmer, *Aplicación del GIS en la caracterización edafoclimática , del distrito de Cacatachi – provincia de san Martín, con fines de producción agrícola rentable y sostenible*. (Tesis de

titulación). Universidad Nacional San Martín. Tarapoto-San Martín. 2014. En la cual nos dice que:

- La región San Martín, es considerado a nivel nacional, como una zona de alta producción agropecuaria, siendo considerado como el primer productor en los cultivos de arroz, palma aceitera, cacao, destacando además en los cultivos de maíz, café, cítricos, papaya y sacha inchi, la ganadería, que confieren escenarios de alta inversión para la agricultura, de parte los sectores públicos y la cooperación internacional, enfocados más desde los temas de mejoramiento genético y manejo agronómico. Sin embargo, para alcanzar rendimientos productivos rentables y sostenibles, aún falta desarrollar o aplicar tecnologías informáticas a los 5 componentes del suelo y clima, en función a lo cual, se puedan caracterizar los suelos en relación a los climas de cada uno de los sectores productivos, que comprende la región San Martín, que tiene a la agricultura como una de las principales actividades productivas y económicas. Al contarse en la actualidad con un equipamiento moderno, de alta calidad y tecnología, en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSM, disponiéndose de un Espectrofotómetro, que nos permite hacer los análisis de todos los elementos químicos, lo que representa condiciones favorables, para trabajar la caracterización de los suelos, transversalizados a las condiciones del clima, para ser luego expuestos en un programa GIS, que pueda mostrarnos las características edafoclimáticas, en función a los pisos altitudinales y tener los señalamientos técnicos, de las zonas con sus respectivos potenciales productivos, y a la vez sean la herramienta clave de decisiones hacia la producción rentable y sostenible de las cosechas. Dentro de este contexto la propuesta es trascendente por lo que va a beneficiar al sector productivo, dentro del enfoque de proyección social científica de la Universidad Nacional de San Martín, convirtiéndose en una valiosa herramienta de orientación rentable de la producción agropecuaria, y en lo académico a nivel de los cursos de suelos y cultivos, el manejo de la información edafoclimática en tiempo real, con la visualización multidimensional de las características de los suelos de la zona

a e estudiar través del GIS . Finalmente, en el corto plazo el impacto se visualiza en los beneficios que proporcionaría la información en la gestión educativa universitaria y en beneficio de los estudiantes de toda la universidad.

- CEDISA, *Pago de servicios ambientales hídricos para la conservación del bosque y alivio a la pobreza, Región San Martín, 2014*. (Informe de proyecto) San Martín. 2014. El estudio nos concluye que:
  - El estudio tuvo como objetivo el realizar el balance hídrico de la cuenca del río Cumbaza, considerando la oferta y demanda hídrica para un futuro de 10 años. El análisis de la oferta hídrica ha contemplado el cauce principal (río Cumbaza) y los principales afluentes: quebradas Cachiyacu, Ahuashiyacu, Shilcayo y Pucayacu por la margen izquierda y Shupishiña (Chupishiña) por la margen derecha; para ello se han empleado registros históricos de caudales medios mensuales para 10 años. Los caudales de la quebrada Cachiyacu fue generado a partir de los caudales de las quebradas Shilcayo y Ahushiyacu. Los caudales de estas quebradas tienen una tendencia a disminuir en el tiempo, mientras que los caudales del río Cumbaza tiene una tendencia a aumentar; este aparente aumento de caudal (no significa un aumento de la producción de agua en la cuenca), es posible que tenga relación con el incremento progresivo de la deforestación, considerando que hay una relación directa con la disminución de la infiltración del agua en el suelo, aumento de la velocidad de escorrentía al disminuir la resistencia del agua en los terrenos con pendientes y el aumento de la evapotranspiración. En el estudio también ha considerado un análisis de los manantiales, se concluye que menos del 50% de los manantiales han perdido su cobertura vegetal y su biodiversidad, tendiendo a desaparecer por la desprotección y deforestación. Estas fuentes de agua son muy importantes ya que son fuentes de agua para consumo humano de aquellos pobladores que viven en la zona rural y no están conectados a ninguna red de agua potable.



- CORONEL, Noemí y CEDISA. *Recuperación de los servicios ecosistémicos en la sub cuenca del río cumbaza, provincias de san Martín y Lamas, región san Martín. El marco de facilitando la implementación de un mecanismo de PSA hídrico para la conservación de bosques en la sub cuenca del rio cumbaza, departamento de san Martín, (Informe de proyecto) Perú.* La investigación llego a las siguientes conclusiones:

- El costo del proyecto asciende a un monto de S/. 30, 114,049.87, a precios privados, teniendo como resultados un VAN a precios sociales de S/. 22, 671,286.97 y una TIR de 10% de la Alternativa 01 superiores al VAN S/. 1, 574,655.41 y una TIR de 10% de la Alternativa 02, por lo cual la Alternativa 01 es la Alternativa elegida para la ejecución del PIP. El proyecto cuenta con un periodo de ejecución de 5 años y una vida útil de 10 años, se considera este tiempo de ejecución teniendo en cuenta las especies a reforestar y 10 años de vida útil de acuerdo a las normas del SNIP , los sistemas forestales son de rápido, mediano crecimiento por lo que se prevé que ir mejorando los servicios ecosistemicos, además las prácticas en manejo y conservación del suelo harán que los beneficios del servicio ambiental se logrará en corto tiempo (3 a 5 años) y esto permitirá aspectos positivos socioeconómicos y ambientales en los centros poblados intervenidos de la Sub Cuenca del Río Cumbaza.

### 1.3. Teorías relacionadas al tema

- **Temperatura:** “Es una medida de lo caliente o frío que esté un sistema, una sustancia o un cuerpo. La temperatura es un número asociado arbitrariamente a un cuerpo que nos traduce cuantitativamente el estado de caliente o frío de una sustancia (...). (Becerra,2017, p.64).
- “Formalmente, la temperatura es una magnitud relacionada con la rapidez del movimiento de las partículas que constituyen la materia. Cuanta mayor agitación presente éstas, mayor será la temperatura.” Fundación española para la ciencia y la tecnología, p. 12).
- “El calor es energía. Cuando dos cuerpos están en contacto, el calor fluye desde el cuerpo de mayor temperatura o mayor energía al de menor temperatura o de

menor energía. Entonces, el cuerpo más frío se calienta y el más caliente se enfría hasta que alcanzan el equilibrio térmico”. (D. A. Polanco Zambrano).

- **Clima:** “Conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan a una región”. (Diccionario de la lengua española, p.1). Contextos meteorológicos para el año y mes, promediadas sobre una etapa de 30 años. (Organización Meteorológica Mundial, 1935).
- **Climatológica:** “La climatología consiste en el estudio del clima, sus variaciones y extremos y su influencia en varias actividades, sobre todo (aunque no exclusivamente) en los ámbitos de la salud, la seguridad y el bienestar humanos”. (Organización Meteorológica Mundial, 2011, p.10).
- **Meteorología:** “La Meteorología es la ciencia encargada del estudio de la atmósfera, de sus propiedades y de los fenómenos que en ella tienen lugar, los llamados meteoros. El estudio de la atmósfera se basa en el conocimiento de una serie de magnitudes, o variables meteorológicas, como la temperatura, la presión atmosférica o la humedad, las cuales varían tanto en el espacio como en el tiempo. Cuando describimos las condiciones atmosféricas en un momento y lugar concretos, estamos hablando del tiempo atmosférico. Todos sabemos que el tiempo atmosférico es uno de los principales condicionantes de las actividades que realizamos, especialmente de aquellas que se realizan al aire libre, como la agricultura. A diario aparece información meteorológica en los medios de comunicación y, aunque a veces ésta es motivo de las conversaciones más triviales, sabemos que la comprensión del tiempo implica conocer un buen número de conceptos científicos, no todos ellos sencillos” (Fundación española para la ciencia y la tecnología, p. 6).
- **Estación climatológica:** “Es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables que afectan el estado de la atmósfera. Estos datos se utilizan para la elaboración de predicciones meteorológicas y para estudios climáticos”. (Instituto Meteorológico Nacional, p.10).
- **Cuenca hidrográfica:** Territorio delimitado por su topografía a partir de la divisoria de aguas, cuya escorrentía superficial (de lluvias, surgencias o derretimiento de nieves) fluye hacia un cuerpo de agua receptor hasta

desembocar en otro cuerpo de agua (generalmente el mar). Incluye a los cursos de agua, lagos u otros sistemas acuáticos, así como a los ecosistemas terrestres y actividades humanas que ocurran en dicho territorio. (Phi-Lac Programa hidrológico internacional de la UNESCO para Latinoamérica y el Caribe, 2014, p.5). Un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua. La cuenca hidrográfica es la unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve. Los límites de la cuenca o ‘divisoria de aguas’ se definen naturalmente y corresponden a las partes más altas del área que encierra un río. (B. Ramakrishna, 1997, p.19).

- **Caudal:** “Volumen de agua que fluye a través de una sección transversal de un río o canal en la unidad de tiempo”. (Sociedad Geográfica de Lima 2011, p.11). “Cantidad de agua que escurre que pasa por un río o un canal, en un tiempo determinado y que se mide generalmente en metros cúbicos por segundo, litros/segundo”. (SAAVEDRA, Carlos ,2009, p. 51).
- “En dinámica de fluidos, el caudal es la cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el fluido volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuente, se identifica con el fluido másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.” (TORRE A. Martín, p 3.)
- “Como definición general, se conoce como caudal, a la cantidad de fluido que circula a través de una sección de un ducto, ya sea tubería, cañería, oleoducto, río, canal, por unidad de tiempo. Generalmente, el caudal se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área determinada en una unidad de tiempo específica” (Fibras y normas de Colombia S.A.S.)
- **Agua:** “Líquido inodoro, incoloro e insípido, ampliamente distribuido en la naturaleza. Representa alrededor del 70% de la superficie de la Tierra. Componente esencial de los seres vivos. Está presente en el planeta en cada ser humano, bajo la forma de una multitud de flujos microscópicos<sup>2</sup>. (HUACANEME, Rocío, p. 1).

- “Fase líquida de un compuesto químico formado aproximadamente por dos partes de hidrógeno y 16 partes de oxígeno en peso. En la naturaleza contiene pequeñas cantidades de agua pesada, gases y sólidos -principalmente sales- en disolución”. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales,
- **Fuente de agua:** “Una fuente de agua, vertiente, ojo de agua o naciente, como se conoce en las comunidades, es el afloramiento natural de agua en un punto de las serranías y laderas de una comunidad a partir del cual discurre hacia cursos subterráneos y superficiales (arroyos, riachuelos, ríos y lagunas)”. (SAAVEDRA, Carlos,2009, p. 9).
- **Precipitación:** La lluvia es causada por la condensación y formación de nubes en la atmósfera cuando el aire es enfriado hasta su punto de rocío. Este enfriamiento es causado por expansión adiabática de las masas de aire ascendentes debido a la disminución de presión atmosférica con la altura. La liberación de calor por condensación puede proveer energía adicional para causar mayor elevamiento de masas de aire, lo que puede resultar en tormentas convectivas. La mayoría del vapor productor de lluvia ha sido objeto de transporte advectivo por circulación atmosférica. (GARCÍA, Jessica,2004, p. 6).
- **Análisis de regresión:** “es la herramienta estadística, con la cual, a través de la relación entre dos o más variables cuantitativas es posible hacer estimaciones de una variable (dependiente) con el conocimiento de las otras variables (independientes).” (MEDINA, Ruben,2008 p.24).

#### 1.4. Formulación del Problema

Evaluando la realidad problemática que a simple vista se hace notar, el cual es la disminución de caudal agua superficial de la cuenca del Cumbaza, se formula la siguiente interrogante:

¿Cuál es el comportamiento del caudal de la cuenca del río Cumbaza en base al registro climatológico de 1986 al 2016, en el departamento de San Martín?

## **1.5. Justificación del estudio**

Teniendo la agricultura como principal actividad económica en nuestra zona, el uso de agua es indispensable para la producción de los cultivos, sumado a esto los diversos servicios a los usos (Primario, poblacional) que vienen dando al recurso hídrico (Río Cumbaza) en todo su recorrido de la cuenca, hace necesario conocer el caudal con el que se cuenta para que así poder proyectarnos a un futuro cercano y presentar planes, estrategias que logren gestionar y conservar este valioso recurso en el tiempo.

El clima en la selva, juega un papel importante y condicionante para los sistemas ecológicos, siendo así, que, el ciclo de los recursos hídricos depende directamente del comportamiento climatológico en el lugar; por ello, es de vital importancia conocer la variabilidad del caudal en función a los detalles climáticos ocurridos en los últimos 30 años.

Por este motivo se realiza la investigación para conocer el caudal actual y la variación del mismo con respecto al clima en los últimos 30 años.

## **1.6. Hipótesis**

**1.6.1. Hipótesis implícita** Se busca conocer el caudal actual y la variación del mismo en los últimos 30 años.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General**

- Evaluar el caudal de la cuenca del río Cumbaza, a través de data climatológica en el período 1986 a 2016.

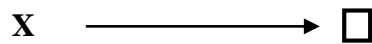
### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- Correlacionar la precipitación con el caudal de la cuenca del río Cumbaza a través de la data climatológica de las estaciones meteorológicas San Antonio, Tarapoto y El Porvenir en el período 1986 a 2016.
- Correlacionar la temperatura con el caudal de la cuenca del río Cumbaza a través de la data climatológica de las estaciones meteorológicas San Antonio, Tarapoto y El Porvenir en el período 1986 a 2016.

- Comparar los caudales anuales de la cuenca del río Cumbaza, de los últimos 30 años.

## II. MÉTODOS

**2.1. Diseño de Investigación:** Como diseño de la investigación descriptiva se utilizará la casilla única. En la investigación se evaluará el caudal del río Cumbaza, en función a información climatológica del mismo del mismo Río.



**X:** Data climatológica de los últimos 30 años.

→ : Observación directa.

□ : Caudal de la cuenca del río Cumbaza.

### 2.2. Variable.

**Univariable:** Evaluación del caudal de la cuenca de río Cumbaza.

### 2.3. Población y muestra

**2.3.1. Población:** Registro total climatológico de las estaciones meteorológica (San Antonio, Tarapoto, El porvenir, Cumbaza).

**2.3.2. Muestra** Registro climatológico de los últimos 30 años (1986 - 2016) de las estaciones meteorológica (San Antonio, Tarapoto, El porvenir, Cumbaza).

**2.3.3. Muestreo:** se aplicó la técnica no probabilística.

### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

#### 2.4.1. Técnicas e instrumento de recolección de datos.

##### a) Técnica de recolección de datos

- Búsqueda de información: Se realizó la búsqueda de información tanto digital como física, teniendo en cuenta que tal sea a partir de una data de 5 años atrás, con el fin de tener la base de información que nos ayudará a ser punto de partida de la investigación.
- Visita a instituciones relacionadas al tema: Se realizó la visita de campo específicamente a instituciones públicas que guarden relación con temas de información climática, como la Autoridad Nacional del AGUA y Servicio Nacional de Meteorología y Climatología del Perú.

- Solicitud de información: Se redactó la solicitud formal, por medio de documentos que validen que la información será usada únicamente con propósitos de investigación.
- Análisis de información: Se analizarlo en gabinete la información obtenida con data climatológica (precipitación, temperatura, caudal) desde 1986 a 2016,
- Procesar información en gráficos estadísticos: se procesó la información y como resultado de obtendrá gráficos estadísticos, empleando la herramienta estadística de Excel.
- Evaluación de la información: se interpretaron los gráficos obtenidos para determinar el estado y la variación del caudal de la cuenca con respecto a los años 1986 a 2016.

**b) Instrumento de recolección de datos**

- Lista de chequeo: Se solicitud de información climatológica a Servicio Nacional de Meteorología y climatología del Perú, validado por la UCV para que la información sea usas únicamente para la investigación y para recolectar la información de manera ordenada se elaboró una lista de chequeo de la data climatológica recibida.

**2.4.2. Validez y confiabilidad**

- a) Validez:** La base de data trabajada se obtuvo del Servicio Nacional de climatología e hidrología del Perú (SENAMHI) por medio de las estaciones meteorológicas de Dirección Zonal 9, como estadístico de utilizo el programa de Excel, con el fin de procesar, facilitar el manejo de información.
- b) Confiabilidad:** Para recolección de datos las estaciones meteorológicas SENAMHI utilizan herramienta y equipos correctamente calibrados y en óptimas condiciones cual hace que la información recolectada sea de mayor confiabilidad.

**2.5. Métodos de Análisis de datos**

**2.5.1. Estructuración de los datos**

- a. Organización de datos:** De acuerdo al tiempo y orden en el que produjo.
- b. Transcripción de la información:** Sistematización de la información climática obtenida, para elaborar Tablas y gráficos estadísticos.

**c. Análisis del material:** Interpretación de los Tablas y gráficos para dar respuesta a la hipótesis planteada.

#### **2.5.2. Uso de Software**

**a. Elaboración de Tablas - Microsoft Excel:** Sistematización de toda la data climatológica obtenida. para facilitar al manejo de la misma y como resultado la elaboración de Tablas y gráficos para la determinación del caudal.

**b. Elaboración de Gráficos - Microsoft Excel:** Elaboración de gráficos en base a la data climatológica previamente sistematizada, generando línea de tendencia lo cual nos facilitara en el momento de análisis de información.

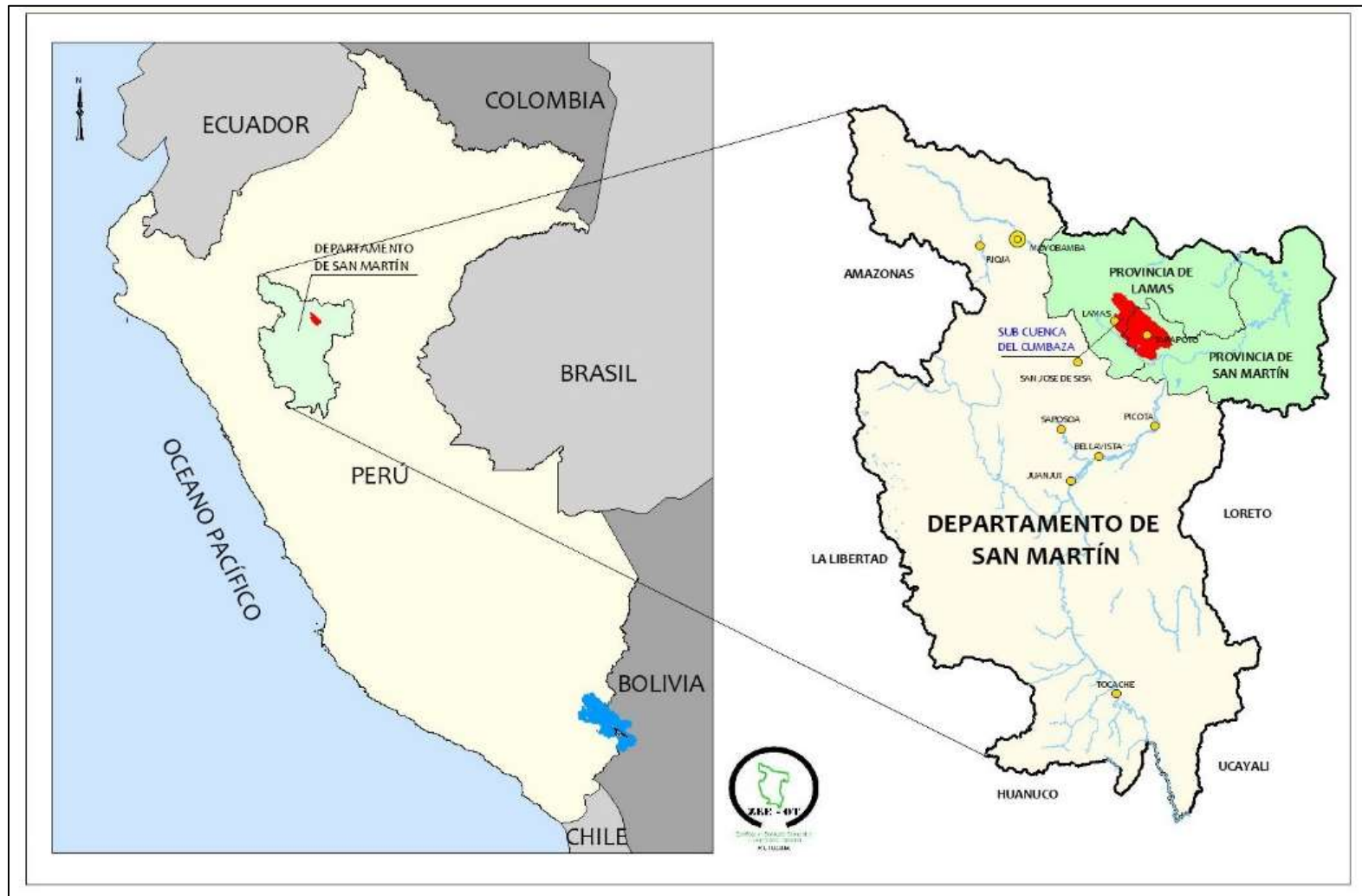
#### **2.6. Aspectos éticos**

El presente proyecto fue elaborado por absoluta decisión propia, sin ningún tipo de orientación u obligación a desarrollar un tema en específico. Se informó sobre la elaboración y desarrollo del presente proyecto a las entidades competentes, como la Autoridad Nacional del Agua, El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú y la Universidad Cesar Vallejo.

Durante el proceso de elaboración y desarrollo del presente proyecto no se comprometió en forma alguna la salud e integridad de las personas y animales del lugar. A su vez se considera factible realizar la investigación por la disponibilidad de información en las entidades públicas relacionadas al tema.



## 2.7. Ubicación de la Sub cuenca del Rio Cumbaza



**Figura 1.** Ubicación de la sub cuenca del cumbaza.

*Fuente:* Proyecto Especial Huallaga Centra y Bajo Mayo.

La sub cuenca del río Cumbaza está ubicada en la jurisdicción territorial de las provincias de San Martín y Lamas del departamento de San Martín. Abarca los siguientes distritos:

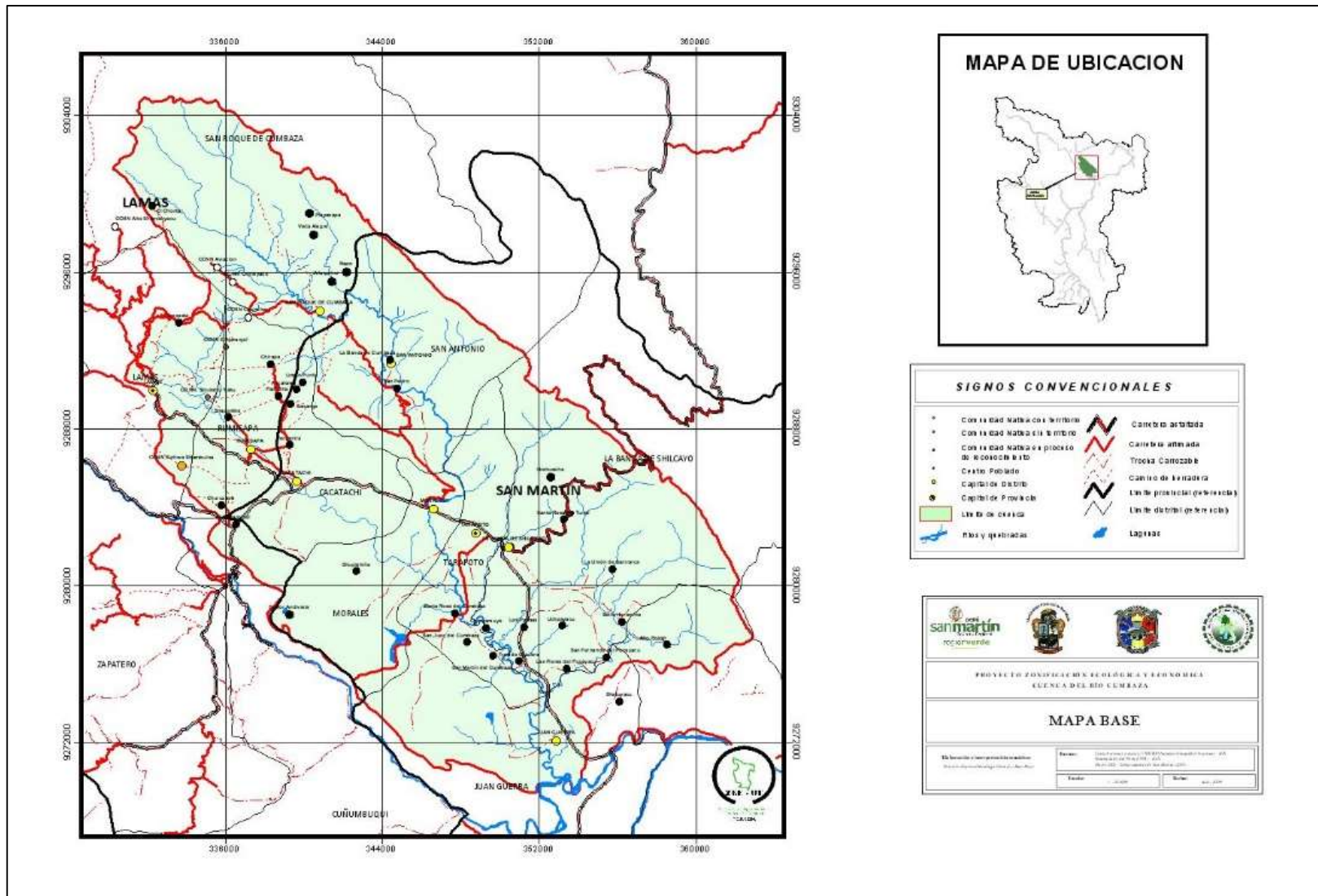
Provincia	Distritos	Área (ha)
Lamas	Lamas	2,710.45
	San Roque	9,078.60
	Rumisapa	3,912.23
	Cuñumbuqui	865.38
San Martín	Tarapoto	4,538.58
	Cacatachi	4,505.73
	Juan Guerra	5,188.17
	Morales	5,239.11
	San Antonio de Cumbaza	7,397.92
	Banda de Shilcayo	11,650.02
	Shapaja	2,034.00
<b>Área total de la sub cuenca</b>		<b>57,120.19</b>

**Tabla 1.** Área total de la sub cuenca del río Cumbaza.

*Fuente:* Proyecto especial Huallaga central y bajo mayo.

Actualmente el área total de la sub cuenca del río Cumbaza es de 57 120.19 ha, abarcando dos provincias; Lamas con 16566.66 ha y San Martín con 40 553.53 ha.

Siendo que en la provincia de Lamas el área más abarcada de la cuenca es por el distrito de San Roque con 9078.60 ha, y en la provincia de San Martín el distrito de la Banda de Shilcayo con 11 650.02 ha.



**Figura 2.** Mapa base de la su cueba del río Cumbaza.

*Fuente:* Proyecto especial Huallaga central y bajo mayo.

## 2.8. Ubicación de las estaciones meteorológicas y obtención información hidrometeorológica.

La base de datos requerida para la investigación fue solicitada al SENAMHI (servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú). Para lo cual después de haber identificado la delimitación de la cuenca del río Cumbaza, se procedió a identificar y seleccionar las estaciones que se encuentran dentro de la misma.

Para lo cual se vio necesario consultar en la oficina del SEMANMHI, por lo cual se concluyó que 4 son las estaciones (1 Hidrológicas y 3 Meteorológicas) funcionales se encuentran dentro de la cuenca del río Cumbaza.

Para la mostrar la información antes mencionada se realizó un Tabla Excel en el cual se especifican las estaciones utilizadas para la elaboración de la solicitud de información al SENAMHI.

Coordenadas UTM WGS 84, 182		
Estación	E	N
San Antonio	344248	9291586
Tarapoto	347023	9284933
El porvenir	354256	9271467

**Tabla 2.** Georreferenciación de las Estaciones Hidrométricas.

*Fuente:* GPS.

## III. RESULTADOS

### 3.1. Procesamiento de los datos meteorológicos

#### a) Datos (Estación Meteorológica- San Antonio)

- En el caso de la data sobre Precipitación de esta estación se nos entregó por promedio total mensual y la suma total desde el año 1986 hasta el año 2016, la unidad de medida utilizada es milímetros (**mm**).

<b>PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)</b>													
<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1986</b>	146.5	344.5	232	150.5	161	49.5	106.8	243.5	170	120	130	280	<b>2134.3</b>
<b>1987</b>	148.6	221	99	381	179.5	155.5	224.5	185.5	108.5	236.5	198.5	107	<b>2245.1</b>
<b>1988</b>	153.5	171	259.5	243	189	32.5	10.5	80	81.5	192.5	182.5	159.5	<b>1755.0</b>
<b>1989</b>	186	187	192.5	190.5	143.5	235.5	103	116	129.5	351	149.5	63.5	<b>2047.5</b>
<b>1990</b>	174.5	198	239	125	128.9	249	141.5	142	154.5	283.5	320.5	116	<b>2272.4</b>
<b>1991</b>	69.1	272	237.5	113.5	161.5	98	95	69.5	186	164	179.3	81	<b>1726.4</b>
<b>1992</b>	75.8	90.5	480	186.5	100	69.1	122.8	95.2	138	204.7	108.6	143.4	<b>1814.6</b>
<b>1993</b>	232.8	271.3	259.8	162.8	260	161.1	119.8	98.8	62.6	135	116.8	177.8	<b>2058.6</b>
<b>1994</b>	227	115.2	238.6	174.6	60.6	37.4	132.8	129.8	118.6	342.8	127.4	259	<b>1963.8</b>
<b>1995</b>	123.2	160.6	365.6	98.7	85.2	42.4	76.4	60.6	162.4	161.9	161.8	122.4	<b>1621.2</b>
<b>1996</b>	276.6	189.4	197.6	181.2	134	149.6	49.2	128.4	84.4	210	47.8	383.2	<b>2031.4</b>
<b>1997</b>	180.6	314.8	186.8	141.6	253.6	40.4	56.1	80.7	172.2	132.9	74.4	195.3	<b>1829.4</b>
<b>1998</b>	204.2	195.4	169.2	229.4	139.4	210.2	91.6	73.2	164.8	227.6	158.2	165.8	<b>2029.0</b>
<b>1999</b>	198.6	207.4	285.4	92.2	234.8	97.2	115.8	71.6	100.4	76.4	164.4	177.4	<b>1821.6</b>
<b>2000</b>	103.4	140	193.6	172.6	63	152.4	68.5	76	201.5	82.3	60.2	261.5	<b>1575.0</b>
<b>2001</b>	133.5	147.7	235	417.1	316.7	106.7	231.1	77.8	167	232.4	109.1	286.8	<b>2460.9</b>
<b>2002</b>	54.5	182.5	136.5	183.9	135.4	59.1	269.1	36.1	49.8	190	144.3	178.6	<b>1619.8</b>
<b>2003</b>	179.9	173.4	358	244.8	174.3	178.9	90.1	86.7	120.8	133.7	158.6	321	<b>2220.2</b>
<b>2004</b>	76.1	205.5	203.5	92.5	187	185.7	187.3	171.1	109.6	252.7	210	79.5	<b>1960.5</b>
<b>2005</b>	76	354.5	250.5	268.9	91.6	131.4	88.7	19	117.1	224.1	221.9	63.6	<b>1907.3</b>
<b>2006</b>	246.7	178.1	191.3	150.1	119.3	189.1	112.8	81.9	110.1	216.3	140.7	99.3	<b>1835.7</b>
<b>2007</b>	185.0	12.5	280.6	373.4	243.7	26.2	138.5	63.3	166.6	153.4	209.4	93.9	<b>1946.5</b>
<b>2008</b>	87.8	197.8	154.6	105.8	117.1	164.3	78.3	75.6	248.9	152.0	114.9	75.2	<b>1572.3</b>
<b>2009</b>	178.7	243.1	189.3	321.2	218.1	157.5	83.3	194.4	158.7	118.7	175.7	160.5	<b>2199.2</b>
<b>2010</b>	99.7	171.0	127.8	299.1	144.1	111.4	45.7	55.8	50.8	140.0	135.3	133.0	<b>1513.7</b>
<b>2011</b>	117.6	72.4	259.1	167.8	214.3	223.8	137.2	65.6	165.0	230.0	390.5	176.7	<b>2220.0</b>
<b>2012</b>	220.8	84.2	266.6	264.7	140.8	92.7	73.4	34.2	99.1	183.0	121.2	254.2	<b>1834.9</b>
<b>2013</b>	222.5	168.9	235.8	152.2	235.2	123.2	94.2	126.2	177.3	103.7	225.0	139.0	<b>2003.2</b>
<b>2014</b>	228.3	169.7	295.6	157.8	154.7	66.0	123.6	47.3	162.3	199.4	152.2	119.1	<b>1876.0</b>
<b>2015</b>	211.7	235.3	168.9	264.6	160.3	105.1	104.3	79.3	63.6	111.5	151.1	171.0	<b>1826.7</b>
<b>2016</b>	57.2	281.7	347.8	73.8	272.2	99.6	54.7	71.5	63.9	94.4	64.0	142.1	<b>1622.9</b>

**Tabla 3.** *Precipitación total Mensual (mm).*

*Fuente:* SENAMHI (2017) Estación Meteorológica- San Antonio.

- En el caso de la data sobre temperatura en esta estación se nos entregó la temperatura máxima y mínima en promedio mensual, desde el año 2006 hasta el año 2016, la unidad de medida utilizada es Grados Celsius (°C).

<b>TEMPERATURA MÁXIMA PROMEDIO MENSUAL (°C)</b>													
<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>MEDIA</b>
<b>2005</b>	32.3	31.7	31.4	31.2	31.5	31.1	30.8	32.1	32.5	32.2	32.0	32.1	<b>31.7</b>
<b>2006</b>	32.0	31.3	31.5	31.2	31.2	31.3	31.9	32.1	33.3	32.6	31.8	31.9	<b>31.8</b>
<b>2007</b>	32.0	31.3	30.9	31.1	31.2	32.3	31.6	33.0	31.9	32.0	31.9	32.1	<b>31.8</b>
<b>2008</b>	31.7	31.2	30.6	31.5	31.2	31.0	31.8	33.3	32.0	32.2	32.4	33.1	<b>31.8</b>
<b>2009</b>	31.6	31.3	31.0	30.5	31.3	30.8	31.5	32.3	32.8	33.2	33.4	33.3	<b>31.9</b>
<b>2010</b>	33.1	32.8	32.5	31.8	31.9	31.7	31.9	33.7	34.7	33.8	32.9	33.1	<b>32.8</b>
<b>2011</b>	33.1	32.4	31.3	31.9	31.5	31.3	31.7	33.1	32.5	32.3	32.4	31.8	<b>32.1</b>
<b>2012</b>	32.4	31.3	31.5	31.0	31.7	31.1	31.6	33.7	33.5	33.2	33.1	32.2	<b>32.2</b>
<b>2013</b>	32.3	31.9	32.1	33.3	31.8	31.2	31.3	32.1	33.6	33.8	32.9	32.9	<b>32.4</b>
<b>2014</b>	32.4	31.6	31.0	31.0	32.2	32.1	32.2	33.1	33.4	32.8	33.3	33.1	<b>32.4</b>
<b>2015</b>	32.4	32.2	31.7	31.1	31.8	31.7	32.0	33.5	34.5	34.1	34.1	32.6	<b>32.6</b>
<b>2016</b>	34.6	32.4	32.3	33.4	32.0	33.1	32.5	33.4	33.6	34.1	33.9	33.0	<b>33.2</b>

**Tabla 4.** Temperatura máxima promedio mensual (°C).

*Fuente:* SENAMHI (2017) Estación Meteorológica- San Antonio.

<b>TEMPERATURA MÍNIMA PROMEDIO MENSUAL (°C)</b>													
<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>MEDIA</b>
<b>2005</b>	21.5	20.8	21.1	20.6	20.3	19.9	18.5	19.4	19.8	20.3	20.8	21.1	<b>20.3</b>
<b>2006</b>	20.6	20.8	20.5	20.0	19.0	19.6	19.2	19.5	19.7	21.1	20.5	18.9	<b>20.0</b>
<b>2007</b>	21.1	19.4	20.6	19.8	18.9	18.8	18.4	19.1	19.5	20.2	20.9	21.3	<b>19.8</b>
<b>2008</b>	21.1	20.9	20.6	20.6	19.9	19.4	19.5	20.1	20.0	20.6	21.3	21.1	<b>20.4</b>
<b>2009</b>	21.1	21.0	20.6	20.8	20.4	19.4	19.7	19.9	20.5	21.4	22.8	22.8	<b>20.9</b>
<b>2010</b>	22.4	22.7	22.9	22.9	22.5	22.5	21.9	20.9	20.3	20.6	21.4	22.0	<b>21.9</b>
<b>2011</b>	22.6	21.5	21.7	21.1	21.0	20.4	19.9	19.8	20.4	21.5	21.3	21.4	<b>21.1</b>
<b>2012</b>	21.3	20.9	20.6	20.7	20.4	19.5	19.1	19.9	19.0	19.6	20.7	20.3	<b>20.2</b>
<b>2013</b>	19.9	20.0	20.1	19.5	19.7	19.2	17.9	18.4	18.8	19.9	20.3	20.8	<b>19.5</b>
<b>2014</b>	20.6	20.4	20.7	19.6	20.3	19.5	18.7	18.5	19.2	19.5	21.1	20.5	<b>19.9</b>
<b>2015</b>	19.8	20.0	19.4	19.3	19.4	18.4	18.2	18.3	19.0	19.2	21.3	21.3	<b>19.5</b>
<b>2016</b>	22.2	21.6	21.4	21.2	20.6	19.9	19.6	19.6	20.3	20.9	21.6	21.0	<b>20.8</b>

**Tabla 5.** Temperatura mínima promedio mensual (°C).

*Fuente:* SENAMHI (2017) Estación Meteorológica- San Antonio.

**b) Datos (Estación Meteorológica – Tarapoto)**

- En el caso de la data sobre Precipitación de esta estación, la información obtenida del SENAMHI- Dirección Zonal 9 se nos entregó por promedio total mensual y la suma total desde el año 2000 hasta el año 2016, la unidad de medida utilizada es milímetros (mm).

<b>PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)</b>													
<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>TOTAL</b>
<b>2000</b>	118.3	130.9	93.2	181.7	58	55.1	57.7	92.4	177	50.2	42.5	139.1	<b>1196.1</b>
<b>2001</b>	81.6	112.9	131.6	357	142.7	47.3	140.6	66	96.8	122	71.3	221.2	<b>1591.0</b>
<b>2002</b>	19.5	100.5	89.5	167.9	52.4	61.3	146.5	24	18.9	93.6	102.6	94.6	<b>971.3</b>
<b>2003</b>	169	167.1	177.7	131.2	106.2	99.7	36.7	41	70.2	155.4	97.7	200.6	<b>1452.5</b>
<b>2004</b>	24.8	154.3	82.9	64.8	137.6	89.3	84.5	104.4	76.4	99.8	119.6	169.4	<b>1207.8</b>
<b>2005</b>	56.2	153.1	145.7	185.5	44.8	118.9	35.2	15.9	77	150.5	228.4	21.9	<b>1233.1</b>
<b>2006</b>	151.6	145.7	107.9	151.3	59.7	53.3	144.1	14.8	41.4	144.5	193.0	84.6	<b>1291.9</b>
<b>2007</b>	121.5	34.4	278.9	119.3	138.7	21.8	91.5	104.2	106.0	104.9	211.8	50.1	<b>1383.1</b>
<b>2008</b>	96.8	192.8	155.6	100.7	81.6	103.2	19.0	40.5	103.4	83.5	85.5	49.7	<b>1112.3</b>
<b>2009</b>	154.5	158.8	168.5	244.4	117.1	128.5	53.6	95.7	132.5	99.3	108.0	101.4	<b>1562.3</b>
<b>2010</b>	71.7	156.2	113.7	254.7	103.7	64.7	17.9	70.2	43.9	100.5	207.5	116.2	<b>1320.9</b>
<b>2011</b>	84.4	53.3	270.7	135.2	125.1	179.2	93.3	27.1	68.0	90.4	183.2	164.8	<b>1474.7</b>
<b>2012</b>	193.7	125.1	175.3	298.4	125.1	87.1	59.1	14.3	95.5	137.3	59.3	223.3	<b>1593.5</b>
<b>2013</b>	140.8	144.3	168.0	77.9	112.3	99.7	49.7	128.4	105.3	65.2	217.6	85.0	<b>1394.2</b>
<b>2014</b>	154.7	134.2	296.6	128.9	145.1	50.4	81.1	51.8	82.7	196.8	102.2	85.5	<b>1510.0</b>
<b>2015</b>	141.6	204.8	116.6	271.3	145.7	72.2	43.9	71.5	26.6	116.8	144.2	227.6	<b>1582.8</b>
<b>2016</b>	62.4	197.7	192.5	79.3	182.6	114.9	50.7	23.7	77.8	78.2	68.7	106.0	<b>1234.5</b>

**Tabla 6.** Precipitación Total mensual (mm).

**Fuente:** SENAMHI (2017) Estación Meteorológica – Tarapoto.

- En el caso de la data sobre Temperatura de esta estación la información obtenida del SENAMHI- Dirección Zonal 9 se nos entregó la temperatura máxima y mínima en promedio mensual, desde el año 2000 hasta el año 2016, la unidad de medida utilizada es Grados Celsius (°C).

<b>TEMPERATURA MÁXIMA PROMEDIO MENSUAL (°C)</b>													
<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>MEDIA</b>
<b>2000</b>	32.1	31.4	31.4	29.9	31.1	31.8	30.4	31.8	31.8	32.8	34.1	32.5	<b>31.8</b>
<b>2001</b>	32.2	32	31.4	31.1	31.2	29.5	30.6	31.5	32.1	33.7	34	32.7	<b>31.8</b>
<b>2002</b>	33.9	33.1	32.5	31.5	31.3	31.6	30.1	32.4	34.3	33.6	33	32.9	<b>32.5</b>
<b>2003</b>	33.1	33.2	31.9	31.7	30.7	30.9	31.6	32	32.9	33.8	33.8	32.5	<b>32.3</b>
<b>2004</b>	34.4	33.5	33.1	33.6	31.9	30.4	30.7	31.9	32.1	34.2	33.9	33.7	<b>32.8</b>
<b>2005</b>	34.5	32.6	32.7	32.0	32.9	32.5	31.9	33.9	33.8	33.4	32.7	32.9	<b>33.0</b>
<b>2006</b>	32.8	32.3	32.8	32.4	32.7	32.7	32.8	33.6	34.2	32.9	31.9	31.9	<b>32.8</b>
<b>2007</b>	31.8	33.0	30.8	30.3	31.0	29.6	31.6	32.8	31.5	32.0	31.4	32.5	<b>31.5</b>
<b>2008</b>	31.3	31.0	30.1	31.2	31.2	31.0	31.4	33.6	31.9	32.2	32.4	33.7	<b>31.8</b>
<b>2009</b>	31.1	31.5	31.2	30.4	30.9	30.3	30.8	32.5	32.4	33.2	33.9	33.1	<b>31.8</b>
<b>2010</b>	33.5	32.9	32.8	31.8	31.6	31.5	32.1	34.2	35.0	34.8	33.3	33.7	<b>33.1</b>
<b>2011</b>	33.8	32.8	31.7	31.6	31.0	30.7	31.5	34.0	32.6	32.9	32.9	32.1	<b>32.3</b>
<b>2012</b>	33.3	31.7	31.3	31.0	31.7	30.5	31.2	33.8	33.5	33.4	34.0	32.6	<b>32.3</b>
<b>2013</b>	32.8	32.0	32.6	33.3	31.7	30.6	31.0	32.0	33.6	34.0	33.0	33.1	<b>32.5</b>
<b>2014</b>	32.3	31.5	30.7	30.9	31.9	31.6	31.8	32.5	33.7	32.2	33.0	32.7	<b>32.1</b>
<b>2015</b>	32.1	31.8	31.5	30.6	30.6	30.7	31.3	33.2	35.0	34.4	34.5	32.9	<b>32.4</b>
<b>2016</b>	36.0	31.9	32.3	32.4	31.9	31.5	32.1	34.3	34.2	34.3	34.9	33.8	<b>33.3</b>

**Tabla 7.** Temperatura máxima promedio mensual (°C).

*Fuente:* SENAMHI (2017) Estación Meteorológica – Tarapoto.

<b>TEMPERATURA MÍNIMA PROMEDIO MENSUAL (°C)</b>													
<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>MEDIA</b>
<b>2000</b>	20.5	19.9	20.1	21.7	21.8	21.4	19.9	20.6	21.3	21.6	22.8	22.4	<b>21.2</b>
<b>2001</b>	21.7	21.9	21.5	21.5	21.5	20.1	20.6	20.4	21.0	22.3	22.5	22.6	<b>21.5</b>
<b>2002</b>	22.7	22.8	22.4	22.3	21.7	20.4	21.0	20.6	21.3	22.1	22.2	22.8	<b>21.9</b>
<b>2003</b>	22.9	23.1	22.1	22.3	21.5	21.3	20.2	20.5	20.8	22.3	22.2	22.8	<b>21.8</b>
<b>2004</b>	23.2	22.7	22.9	22.6	21.9	20.8	20.9	20.7	20.9	22.5	23.2	23.0	<b>22.1</b>
<b>2005</b>	23.5	22.8	22.6	21.9	22.0	21.0	19.8	20.9	21.5	22.0	21.9	22.7	<b>21.9</b>
<b>2006</b>	22.4	22.1	21.9	21.7	20.8	20.7	20.2	20.3	20.9	22.0	21.8	22.6	<b>21.5</b>
<b>2007</b>	22.2	22.6	21.3	21.0	20.2	22.5	19.5	19.9	19.9	20.7	21.2	22.0	<b>21.1</b>
<b>2008</b>	21.7	21.0	20.9	20.9	20.4	19.9	19.5	19.8	20.1	20.8	21.4	22.3	<b>20.7</b>
<b>2009</b>	21.0	21.7	21.2	21.0	20.7	20.0	20.6	20.6	21.0	21.3	22.4	22.4	<b>21.2</b>
<b>2010</b>	22.3	22.1	22.6	22.4	21.8	20.8	20.2	20.3	21.4	22.1	21.9	22.4	<b>21.7</b>
<b>2011</b>	23.0	21.7	22.1	21.3	21.3	20.8	20.2	20.3	21.1	22.1	22.0	22.3	<b>21.5</b>
<b>2012</b>	22.0	21.6	21.2	21.4	20.9	20.1	19.5	20.4	20.4	21.7	22.5	22.6	<b>21.2</b>
<b>2013</b>	22.1	22.1	22.3	21.3	21.4	20.9	19.7	19.9	20.7	21.7	21.8	22.2	<b>21.3</b>
<b>2014</b>	22.2	21.9	21.9	21.3	21.7	21.1	20.2	20.2	20.9	21.2	22.7	22.5	<b>21.5</b>
<b>2015</b>	22.0	22.1	21.7	21.6	21.7	20.7	20.9	21.1	21.9	22.5	23.3	22.6	<b>21.8</b>
<b>2016</b>	23.6	22.7	22.7	22.2	21.7	20.8	20.5	20.6	21.3	22.3	23.0	22.4	<b>22.0</b>

**Tabla 8.** Temperatura mínima promedio mensual (°C).

*Fuente:* SENAMHI (2017) Estación Meteorológica – Tarapoto.



**c) Datos (Estación Meteorológica – El Porvenir)**

- En el caso de la data sobre Precipitación de esta estación se nos entregó por promedio total mensual y la suma total desde el año 1986 hasta el año 2016, la unidad de medida utilizada es milímetros (mm).

<b>PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL (mm)</b>													
<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1986</b>	94.3	109.5	117	119.7	78.4	9	40.6	136.1	96	61.1	73.4	136.2	<b>1071.3</b>
<b>1987</b>	73.1	144.6	36	196.4	30.3	75.5	107.4	59.1	36.2	54.6	125.2	15.7	<b>954.1</b>
<b>1988</b>	18.9	175	107.9	105.6	132.1	18.2	3.9	57.1	88.3	98.8	167.4	62	<b>1035.2</b>
<b>1989</b>	46	159.8	72	71.1	125.8	154.8	38.8	40.9	65.9	214.1	61.2	8	<b>1058.4</b>
<b>1990</b>	31.4	125.5	149.4	84.2	75.3	109.8	65.5	79	96.4	86.2	131.1	50.8	<b>1084.6</b>
<b>1991</b>	16.7	91.2	226.8	97.2	44	81.9	64.6	84.2	68	186.4	125.2	6.6	<b>1092.8</b>
<b>1992</b>	29.1	68.8	252.7	122.2	12.6	54	63.8	89.3	59	76.7	34	151.3	<b>1013.5</b>
<b>1993</b>	130.9	237.4	200.9	72.1	110.5	116	49.5	21.7	29.4	110.5	72.3	41.9	<b>1193.1</b>
<b>1994</b>	40.1	25.5	120	174.3	62.1	184.4	105	38.2	89.8	116.4	104.3	150.8	<b>1210.9</b>
<b>1995</b>	43.6	45.9	107.6	56	39.8	41.2	48.2	28.6	47.9	90.8	77.4	115.1	<b>742.1</b>
<b>1996</b>	105	62.1	115.7	101	43.9	85.1	27	60.4	72.7	137.9	45	158.3	<b>1014.1</b>
<b>1997</b>	71.6	145.1	113.7	89.9	165.9	2.8	23.2	69.8	157	24.5	26.3	41.6	<b>931.4</b>
<b>1998</b>	95.1	120.4	75.2	190.7	82.1	122.5	25.1	14.1	107.1	111.4	90	65.5	<b>1099.2</b>
<b>1999</b>	123.6	163.8	124.2	105.2	177.7	19.8	34.8	41.6	59.3	40.3	117.6	44.1	<b>1052.0</b>
<b>2000</b>	84.5	118.9	91.5	167.8	30.7	45.2	38.9	67.4	82.5	36.9	36.8	160.1	<b>961.2</b>
<b>2001</b>	68	126.4	109.6	226.5	141.9	49.7	176.8	70.4	78.4	121.5	65.6	121.1	<b>1355.9</b>
<b>2002</b>	24.9	80.4	65.7	115.3	70.7	52.6	119.2	30.9	24.1	92.5	118.6	81.1	<b>876.0</b>
<b>2003</b>	140.7	48.8	152.1	93.8	76.1	97.2	16.4	62.6	45	125.2	122.8	187.4	<b>1168.1</b>
<b>2004</b>	34.9	139.1	82.8	22.8	47.3	67.8	76.3	89.9	100.9	103.5	75.8	78.6	<b>919.7</b>
<b>2005</b>	34.3	113.5	69.2	127	36.6	68.9	54	22.4	57.9	140.6	209.2	29.7	<b>963.3</b>
<b>2006</b>	77.6	137.1	73.1	158.6	61.8	62.3	98.8	31.1	34.5	140.1	106.7	75.8	<b>1057.5</b>
<b>2007</b>	68.0	39.5	242.8	87.3	174.6	15.9	76.2	45.9	137.5	133.0	159.7	11.2	<b>1191.6</b>
<b>2008</b>	59.4	173.1	108.3	64.1	65.3	73.1	39.9	49.2	82.2	79.4	133.7	21.8	<b>949.5</b>
<b>2009</b>	173.6	88.8	134.7	199.9	85.4	97.3	86.2	61.3	203.0	96.6	62.2	44.6	<b>1333.6</b>
<b>2010</b>	57.9	97.6	101.7	108.8	74.4	60.1	11.6	37.2	40.1	153.2	80.0	96.7	<b>919.3</b>
<b>2011</b>	66.2	45.6	153.6	147.5	126.3	124.6	56.5	89.9	155.2	127.2	117.3	189.3	<b>1399.2</b>
<b>2012</b>	128.4	95.1	182.4	251.4	82.1	95.2	36.0	43.8	36.5	160.6	143.8	203.2	<b>1458.5</b>
<b>2013</b>	96.4	64.5	135.9	55.0	81.9	71.0	57.0	91.0	75.2	46.8	176.9	63.8	<b>1015.4</b>
<b>2014</b>	109.3	102.0	163.4	134.3	91.4	45.7	76.3	70.8	128.8	130.0	102.7	78.5	<b>1233.2</b>
<b>2015</b>	96.5	190.0	109.8	240.4	96.6	68.4	33.0	36.4	41.0	152.7	87.5	95.5	<b>1247.8</b>
<b>2016</b>	13.9	123.0	169.5	64.0	114.1	32.7	33.1	50.8	74.9	89.3	29.5	61.7	<b>856.5</b>

**Tabla 9.** Precipitación total mensual (mm).

*Fuente:* SENAMHI (2017) Estación Meteorológica – El Porvenir.

- En el caso de la data sobre Temperatura de esta estación la información obtenida del SENAMHI- Dirección Zonal 9 se nos entregó la temperatura máxima y mínima en promedio mensual, desde el año 1986 hasta el año 2016, la unidad de medida utilizada es Grados Celsius (°C).

<b>TEMPERATURA MÁXIMAPROMEDIO MENSUAL (°C)</b>													
<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>MEDIA</b>
<b>1986</b>	33.9	31.6	30.6	32	32.2	32.8	31.3	32.6	31.2	33.4	33.7	33.4	<b>32.4</b>
<b>1987</b>	32.6	32.0	33.1	31.7	31.7	31.6	31.8	32.9	33.7	34.6	34.1	34.5	<b>32.9</b>
<b>1988</b>	34.6	33.5	32.2	32.5	31.6	31.5	32.9	33.6	33.7	32.5	31.7	32.8	<b>32.8</b>
<b>1989</b>	32.7	32.1	31.6	31.6	30.9	30.4	31.2	32.4	34.2	31.2	33.1	35.1	<b>32.2</b>
<b>1990</b>	33.8	33.4	31.5	32.0	31.2	30.8	30.0	32.9	32.6	33.1	32.5	32.9	<b>32.2</b>
<b>1991</b>	34.1	33.7	32.0	31.6	32.3	32.5	32.6	32.8	32.8	32.3	32.2	33.2	<b>32.7</b>
<b>1992</b>	33.3	33.7	31.5	32.1	33.5	32.6	31.5	32.4	32.7	33.3	34.3	33.1	<b>32.8</b>
<b>1993</b>	33.2	32.5	31.2	32.0	32.5	30.7	31.3	32.4	34.0	34.3	33.1	34.8	<b>32.7</b>
<b>1994</b>	34.0	34.0	33.2	31.4	31.6	30.2	30.8	31.8	33.0	32.1	32.7	32.8	<b>32.3</b>
<b>1995</b>	34.0	35.8	33.3	33.2	32.3	32.7	33.3	34.3	34.8	34.4	32.8	33.4	<b>33.7</b>
<b>1996</b>	33.7	31.4	32.3	31.8	32.0	31.5	32.1	32.6	33.4	33.0	33.5	32.3	<b>32.5</b>
<b>1997</b>	33.8	32.0	31.8	31.8	31.3	33.3	34.3	33.1	34.7	35.9	35.6	35.4	<b>33.6</b>
<b>1998</b>	35.2	34.5	34.2	32.8	32.5	32.1	32.7	34.7	34.0	33.4	34.1	34.2	<b>33.7</b>
<b>1999</b>	32.8	31.7	32.0	30.7	30.5	31.4	31.5	32.6	33.9	33.9	32.7	34.5	<b>32.4</b>
<b>2000</b>	33.4	32.6	32.0	30.3	31.9	32.3	31.5	33.2	33.5	33.5	34.8	32.5	<b>32.6</b>
<b>2001</b>	32.4	32.8	32.0	31.7	31.8	30.7	31.6	32.0	32.3	33.9	34.2	33.2	<b>32.4</b>
<b>2002</b>	34.2	33.8	33.4	31.9	32.2	32.7	30.8	33.1	35.4	34.5	33.2	34	<b>33.3</b>
<b>2003</b>	34	33.9	32.7	32.4	31.7	31.9	32.5	33.7	33.9	34	33.6	32.2	<b>33.0</b>
<b>2004</b>	33.8	33.5	32.8	34	32.8	31	31.9	32.4	31.8	33.9	33.7	33.8	<b>33.0</b>
<b>2005</b>	34.6	33	33.1	32.2	32.8	32.6	32.1	34	34.2	33.3	32.8	33.3	<b>33.2</b>
<b>2006</b>	33.2	32.4	32.5	31.9	32.1	32.7	33.0	33.5	34.7	34.3	33.2	33.3	<b>33.1</b>
<b>2007</b>	33.6	34.9	32.5	31.6	31.8	32.6	32.6	33.5	32.8	33.0	32.4	33.2	<b>32.9</b>
<b>2008</b>	32.8	32.2	30.9	31.8	32.0	31.1	32.0	33.9	32.9	32.7	32.7	33.9	<b>32.4</b>
<b>2009</b>	32.0	32.1	31.4	30.8	31.8	31.2	32.0	33.0	33.2	33.7	34.3	34.2	<b>32.5</b>
<b>2010</b>	34.4	33.8	32.9	32.5	32.5	32.4	33.1	34.8	35.5	34.4	33.0	33.8	<b>33.6</b>
<b>2011</b>	34.0	32.8	32.0	31.7	31.3	31.3	31.8	33.7	32.3	32.6	33.2	32.8	<b>32.5</b>
<b>2012</b>	33.4	32.1	31.8	31.9	32.6	31.7	32.5	34.5	34.4	34.1	34.2	32.9	<b>33.0</b>
<b>2013</b>	33.1	32.8	33.2	34.1	33.0	32.3	32.4	33.1	34.6	34.9	33.3	33.8	<b>33.4</b>
<b>2014</b>	33.3	32.9	32.0	32.3	32.7	33.0	33.1	33.1	34.3	32.8	33.2	33.6	<b>33.0</b>
<b>2015</b>	32.7	32.5	32.3	31.9	32.1	32.2	32.6	34.6	36.3	35.0	34.9	33.7	<b>33.4</b>
<b>2016</b>	36.9	33.5	33.2	33.5	33.1	32.9	33.9	35.2	35.0	35.1	35.6	35.0	<b>34.4</b>

**Tabla 10.** *Temperatura máxima promedio mensual (°C).*

*Fuente:* SENAMHI (2017) Estación Meteorológica – El Porvenir.

<b>TEMPERATURA MÍNIMA PROMEDIO MENSUAL (°C)</b>													
<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>MEDIA</b>
<b>1986</b>	17.8	20.5	21.2	21.3	21.2	19.1	18.2	19.7	20.7	20.7	20.7	21.5	<b>20.2</b>
<b>1987</b>	21.6	21.8	21.5	22.0	20.6	19.8	19.2	19.4	21.1	21.6	22.0	21.9	<b>21.0</b>
<b>1988</b>	22.0	22.3	22.3	21.8	21.3	19.2	18.1	19.9	20.9	21.2	21.1	20.7	<b>20.9</b>
<b>1989</b>	21.5	21.5	21.4	21.1	20.5	20.5	18.4	19.6	20.3	20.7	21.1	20.6	<b>20.6</b>
<b>1990</b>	21.6	21.8	22.0	21.7	20.1	20.7	18.4	18.5	19.1	21.4	21.6	21.9	<b>20.7</b>
<b>1991</b>	21.7	21.4	22.0	22.1	21.8	21.0	18.9	19.8	20.6	20.5	21.6	21.0	<b>21.0</b>
<b>1992</b>	21.2	22.4	22.1	22.1	21.2	20.4	18.4	19.7	20.6	21.2	21.2	21.7	<b>21.0</b>
<b>1993</b>	21.8	21.6	21.6	21.4	21.3	20.2	19.1	18.5	20.2	21.0	21.8	22.0	<b>20.9</b>
<b>1994</b>	21.6	21.4	21.6	21.9	21.6	19.9	19.3	19.3	20.6	21.6	21.2	21.9	<b>21.0</b>
<b>1995</b>	21.3	21.9	21.8	21.5	20.5	20.3	19.6	19.5	20.3	21.7	21.6	21.5	<b>21.0</b>
<b>1996</b>	21.4	21.6	21.8	21.4	21.6	20.5	19.3	20.4	21.3	21.3	21.4	21.1	<b>21.1</b>
<b>1997</b>	21.7	21.9	21.9	21.4	21.2	20.0	19.1	19.9	21.1	21.7	22.4	22.7	<b>21.3</b>
<b>1998</b>	22.8	23.4	23.0	23.0	21.0	19.8	19.4	20.2	20.1	21.5	21.9	21.6	<b>21.5</b>
<b>1999</b>	21.8	21.6	21.4	21.1	21.2	20.4	18.9	18.2	20.6	20.5	21.4	22.0	<b>20.8</b>
<b>2000</b>	21.6	21.4	21.6	21.4	21.2	20.7	18.9	19.9	20.4	20.8	22.0	21.6	<b>21.0</b>
<b>2001</b>	21.3	21.5	21.4	21.5	21.6	19.8	20.3	19.9	20.4	21.6	21.9	22.2	<b>21.1</b>
<b>2002</b>	21.4	22.5	21.8	22.0	21.4	19.9	20.9	19.8	20.4	21.5	21.7	21.9	<b>21.3</b>
<b>2003</b>	22.2	22.6	21.9	21.8	21.1	20.8	19.5	19.4	20.1	21.4	21.6	22.3	<b>21.2</b>
<b>2004</b>	22.1	21.9	22.2	21.9	21.0	20.1	19.9	19.7	20.0	21.2	21.7	21.6	<b>21.1</b>
<b>2005</b>	21.5	20.9	21.3	20.9	20.6	20.2	18.7	19.1	20.1	21.1	21.4	22.0	<b>20.7</b>
<b>2006</b>	22.0	21.5	21.9	21.7	20.0	20.6	19.6	20.2	20.9	22.1	21.9	22.2	<b>21.2</b>
<b>2007</b>	21.9	21.8	20.0	20.1	19.1	18.6	18.2	18.5	19.1	20.3	20.7	21.2	<b>20.0</b>
<b>2008</b>	21.2	21.2	21.6	21.3	20.5	20.5	20.1	20.5	20.8	21.6	22.2	22.1	<b>21.1</b>
<b>2009</b>	21.9	21.9	21.9	21.6	21.0	20.1	20.3	20.2	21.0	21.7	22.9	22.3	<b>21.4</b>
<b>2010</b>	21.9	22.3	22.3	22.2	21.6	20.2	19.5	19.5	21.0	21.9	21.8	21.7	<b>21.3</b>
<b>2011</b>	22.1	21.6	21.6	21.3	21.3	20.9	20.0	19.6	20.7	21.7	21.8	22.0	<b>21.2</b>
<b>2012</b>	21.1	21.0	21.0	21.6	20.9	19.9	19.2	19.6	20.2	21.5	22.1	22.0	<b>20.8</b>
<b>2013</b>	21.8	21.5	22.0	21.0	21.5	20.7	19.4	19.6	20.6	21.8	22.0	22.1	<b>21.2</b>
<b>2014</b>	21.9	21.6	21.8	21.4	21.6	20.8	20.1	19.6	20.8	21.4	22.4	22.3	<b>21.3</b>
<b>2015</b>	21.6	21.7	21.6	21.4	21.4	20.5	20.3	20.2	21.4	22.5	23.0	22.3	<b>21.5</b>
<b>2016</b>	22.8	22.6	22.4	22.0	21.0	19.4	19.2	19.4	20.8	22.1	22.6	22.3	<b>21.4</b>

**Tabla 11.** *Temperatura mínima promedio mensual (°C).*

*Fuente:* SENAMHI (2017) Estación Meteorológica – El Porvenir.

**d) Datos (Estación Hidrológica Cumbaza)**

- La base de data de caudales recibida consta desde el año 1995 al 2016 teniendo como unidad de medida  $m^3/s$ .

<b>CAUDAL MÁXIMO PROMEDIO MENSUAL (<math>m^3/s</math>)</b>													
<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>ACT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>MEDIO</b>
<b>1995</b>	14.864	21.12	52.834	19.869	17.366	17.366	29.045	24.039	39.894	29.045	40.729	41.563	<b>28.978</b>
<b>1996</b>	57.427	25.708	22.788	35.721	8.43	5.213	2.137	1.622	3.779	188.799	SR	SR	<b>35.162</b>
<b>1997</b>	14.7	80.086	22.48	15.404	36.962	12.471	4.147	9.285	28.888	5.174	16.274	17.406	<b>21.940</b>
<b>1998</b>	14.826	24.118	19.382	26.927	14.475	34.212	5.812	4.571	17.655	29.708	30.662	30.136	<b>21.040</b>
<b>1999</b>	22.343	30.136	27.575	18.027	48.103	31.224	15.825	9.006	14.372	7.365	12.735	22.532	<b>21.604</b>
<b>2000</b>	7.337	33.763	33.228	20.463	14.388	19.994	5.78	13.953	51.388	21.604	13.9	31.329	<b>22.261</b>
<b>2001</b>	23.257	34.658	41.383	191.846	268.588	30.182	25.116	8.156	15.237	19.372	82.094	64.723	<b>67.051</b>
<b>2002</b>	5.404	16.379	18.066	19.661	40.179	15.478	41.618	4.944	30.237	20.646	27.812	29.621	<b>22.504</b>
<b>2003</b>	10.52	10.995	16.189	11.517	11.023	11.525	4.067	3.802	3.44	4.333	5.772	18.215	<b>9.283</b>
<b>2004</b>	1.28	3.6	5.304	3.671	5.753	4.235	4.874	5.515	3.521	5.403	5.997	2.831	<b>4.332</b>
<b>2005</b>	2.669	7.274	12.849	13.379	7.086	7.421	5.697	1.037	3.709	18.59	13.788	0.765	<b>7.855</b>
<b>2006</b>	6.869	8.879	11.404	8.927	0.973	4.321	5.04	3.004	1.186	11.096	18.225	8.354	<b>7.357</b>
<b>2007</b>	11.544	0.834	13.685	12.002	19.359	1.15	3.691	1.831	6.872	9.642	13.318	5.301	<b>8.269</b>
<b>2008</b>	6.971	16.346	12.995	7.408	2.44	8.577	1.53	0.936	11.725	5.301	4.151	4.054	<b>6.870</b>
<b>2009</b>	9.319	10.406	15.06	21.576	16.164	7.368	4.38	7.041	12.541	3.895	6.358	3.931	<b>9.837</b>
<b>2010</b>	1.697	8.467	3.55	23.964	9.288	3.635	5.894	0.551	0.275	3.499	6.306	7.097	<b>6.185</b>
<b>2011</b>	3.858	2.463	12.193	6.395	7.146	12.139	8.716	3.506	12.365	16.094	27.232	17.209	<b>10.776</b>
<b>2012</b>	28.563	9.745	40.801	35.87	25.151	8.82	4.369	1.722	3.652	11.153	3.244	20.561	<b>16.138</b>
<b>2013</b>	24.743	17.236	22.697	12.907	25.313	13.108	7.685	15.07	18.682	9.596	17.923	9.587	<b>16.212</b>
<b>2014</b>	21.253	24.466	42.641	23.589	28.514	5.811	8.359	4.002	16.148	37.96	5.876	15.699	<b>19.527</b>
<b>2015</b>	13.543	33.645	12.937	15.711	12.774	8.105	2.046	1.885	0.503	1.845	6.494	15.435	<b>10.410</b>
<b>2016</b>	1.408	18.205	33.205	10.367	23.375	8.577	1.166	1.845	2.563	6.658	2.976	2.45	<b>9.400</b>

**Tabla 12.** Caudal máximo promedio mensual ( $m^3/s$ ).

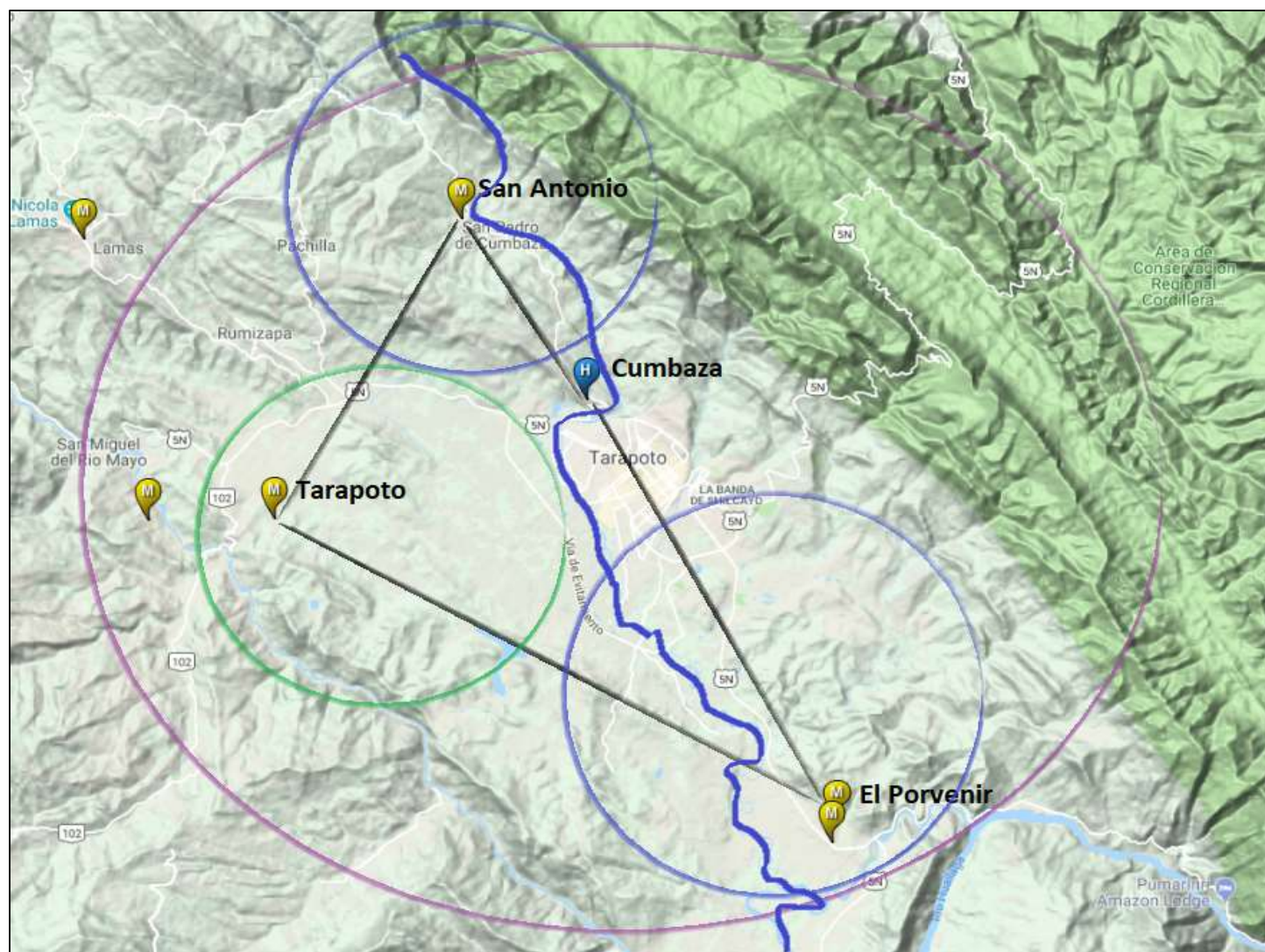
*Fuente:* SENAMHI (2017) Estación Hidrológica Cumbaza.

CAUDAL MÍNIMO PROMEDIO MENSUAL (m <sup>3</sup> /s)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MEDIO
1995	1.504	1.824	2.303	0.705	0.386	0.705	2.942	1.824	2.783	3.901	7.776	4.7	<b>2.613</b>
1996	1.345	5.339	2.623	4.86	2.274	1.833	0.522	0.324	0.423	1.124	SR	0.711	<b>1.943</b>
1997	0.293	0.528	3.12	1.26	2.797	1.079	0.292	0.292	0.428	0.428	0.399	0.281	<b>0.933</b>
1998	0.592	1.511	1.511	4.786	1.43	0.612	0.612	0.444	0.444	0.482	1.933	0.254	<b>1.218</b>
1999	0.703	3.889	3.562	1.45	1.45	2.881	1.304	0.337	0.323	0.154	0.154	0.42	<b>1.386</b>
2000	0.21	0.172	0.543	1.526	1.526	1.4	0.743	0.452	0.208	0.824	0.254	1.299	<b>0.763</b>
2001	2.212	0.45	2.051	3.84	4.232	0.813	0.575	0.227	0.662	0.662	0.444	1.187	<b>1.446</b>
2002	0.782	1.392	1.392	2.828	1.245	0.306	0.418	0.989	0.087	0.896	2.271	4.586	<b>1.433</b>
2003	1.326	1.339	6.129	5.553	5.574	5.317	2.537	2.129	1.385	2.06	1.673	1.349	<b>3.031</b>
2004	0.824	0.903	1.396	1.357	2.272	2.024	1.86	1.061	1.264	1.702	2.814	0.383	<b>1.488</b>
2005	0.886	2.178	4.295	6.367	3.182	3.41	1.97	0.749	0.566	3.432	4.993	1.349	<b>2.781</b>
2006	2.47	2.484	4.201	3.319	0.527	1.451	0.859	1.061	0.471	1.971	3.526	0.383	<b>1.894</b>
2007	3.266	0.44	2.333	4.916	5.002	0.604	0.585	0.53	1.459	3.018	5.118	2.108	<b>2.448</b>
2008	2.029	4.3	2.853	2.905	1.192	3.603	0.51	0.285	1.714	1.592	1.315	2.022	<b>2.027</b>
2009	3.038	3.719	5.206	7.294	5.27	3.201	1.891	2.318	2.318	1.817	0.861	0.842	<b>3.148</b>
2010	0.302	3.241	1.463	5.387	4.423	1.064	1.491	0.218	0.099	0.313	1.356	1.074	<b>1.703</b>
2011	0.262	0.386	3.194	3.466	2.733	4.42	3.78	2.018	5.47	8.192	9.583	1.195	<b>3.725</b>
2012	8.251	4.611	9.586	11.307	8.281	3.713	2.486	0.932	1.318	2.41	1.653	7.402	<b>5.163</b>
2013	7.59	5.038	10.97	8.525	10.414	5.31	4.913	4.916	6.925	4.431	5.909	4.503	<b>6.620</b>
2014	4.102	7.999	16.463	10.292	11.177	3.792	2.999	2.179	3.219	1.507	1.212	3.255	<b>5.683</b>
2015	2.158	8.413	2.615	5.234	5.511	2.14	0.943	0.627	0.269	0.283	0.996	2.021	<b>2.601</b>
2016	0.499	3.659	7.793	3.204	5.736	1.73	0.416	0.396	0.576	0.953	0.981	0.684	<b>2.219</b>

**Tabla 13.** Caudal mínimo promedio mensual (m<sup>3</sup>/s)

*Fuente:* SENAMHI (2017) Estación Hidrológica Cumbaza.

- La data sobre caudal promedio máximos y mínimos se trabajaron con la unidad de medida m<sup>3</sup>/s, esta data se trabajó en base a 22 años.
- Una vez obtenida la información climatológica se procedió a sistematizar en la herramienta estadística de Excel para una mejor manipulación donde ayudara a realizar un cálculo rápido y matemático de los datos.



**Figura 3:** Estaciones meteorológicas sobre la cuenca del Cumbaza.

*Fuente:* SENAMHI.

### 3.1.1. Aplicación de Método de la recta de regresión.

Al analizar la data por años obtenidos se pudo identificar la falta de información tanto en precipitación y temperatura máxima, mínima. Para lo cual se vio necesario buscar alguna metodología para realizar la complementación de datos faltantes.

El método de la recta de regresión o método de regresión lineal es el que se aplicó para el llenado de datos faltantes, cabe recalcar que solo sirvió para el caso de datos de precipitación de la estación de Tarapoto y en temperatura máxima en el caso de la estación de Tarapoto y san Antonio.

El método aplicado se basa en completar datos faltantes de una serie completa a una que le falten un número determinado de datos, esto a través de la correlación que pueda existir entre ambas. Al respecto (MEDINA, Ruben,2008, manifiesta que:

- *El objetivo del análisis de correlación es la medición de la fuerza o el grado de asociación lineal entre dos variables por medio del coeficiente de correlación (r). p.24.*

Para lo cual el método de Recta de regresión se logra aplicando las siguientes formulas:

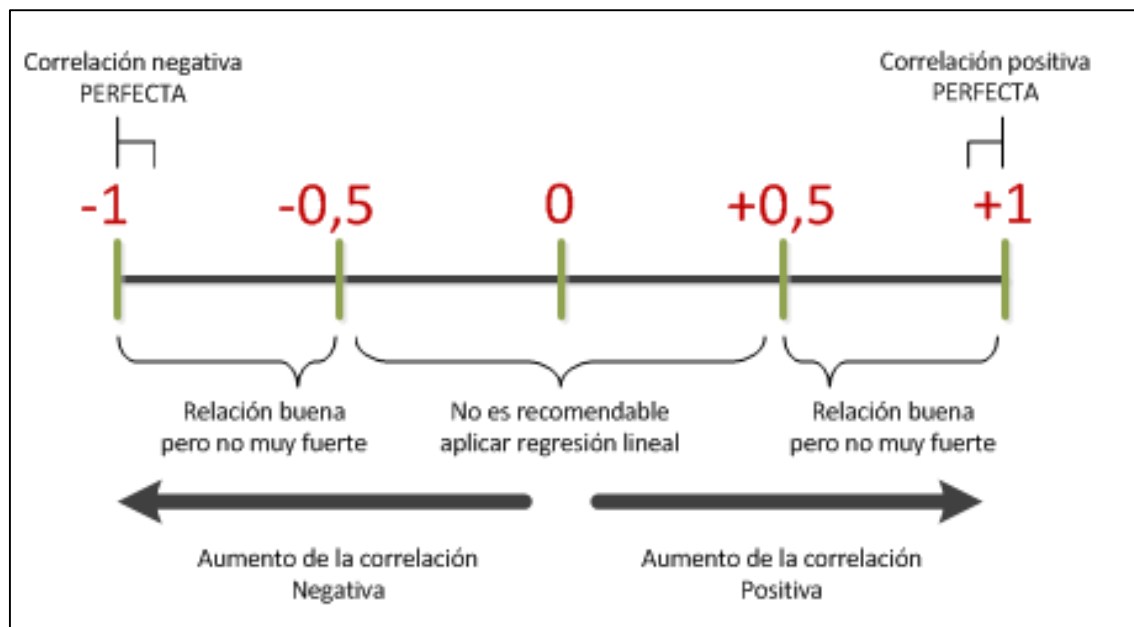
1. Las series deben tener un coeficiente de correlación  $R = > 0.7$

Formula de coeficiente de correlación:

Con respecto a la correlación Betancourt, 2016, manifiesta que:

$$R = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{(n - 1)\sigma_X\sigma_Y}$$

- *Correlación perfecta: Cuando el resultado de coeficiente es igual a 1 o -1. En este caso existe una relación directamente proporcional entre la demanda y el tiempo.*
- *Correlación fuerte: Cuando el resultado es mayor a 0.5 y menor que 1 (correlación positiva) o menor a -0.5 y mayor que -1 (correlación negativa).*
- *Correlación débil: Valores que están entre -0.5 y 0.5.*



**Figura 4:** Coeficiente de correlación,

*Fuente:* Ingeniera industrial online.

2. Varianza

$$\sigma_X^2 = \frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n} \quad \sigma_Y^2 = \frac{\sum(Y - \bar{Y})^2}{n}$$

3. Covarianza

$$\sigma_{XY} = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{n}$$

4. Formula de llenado

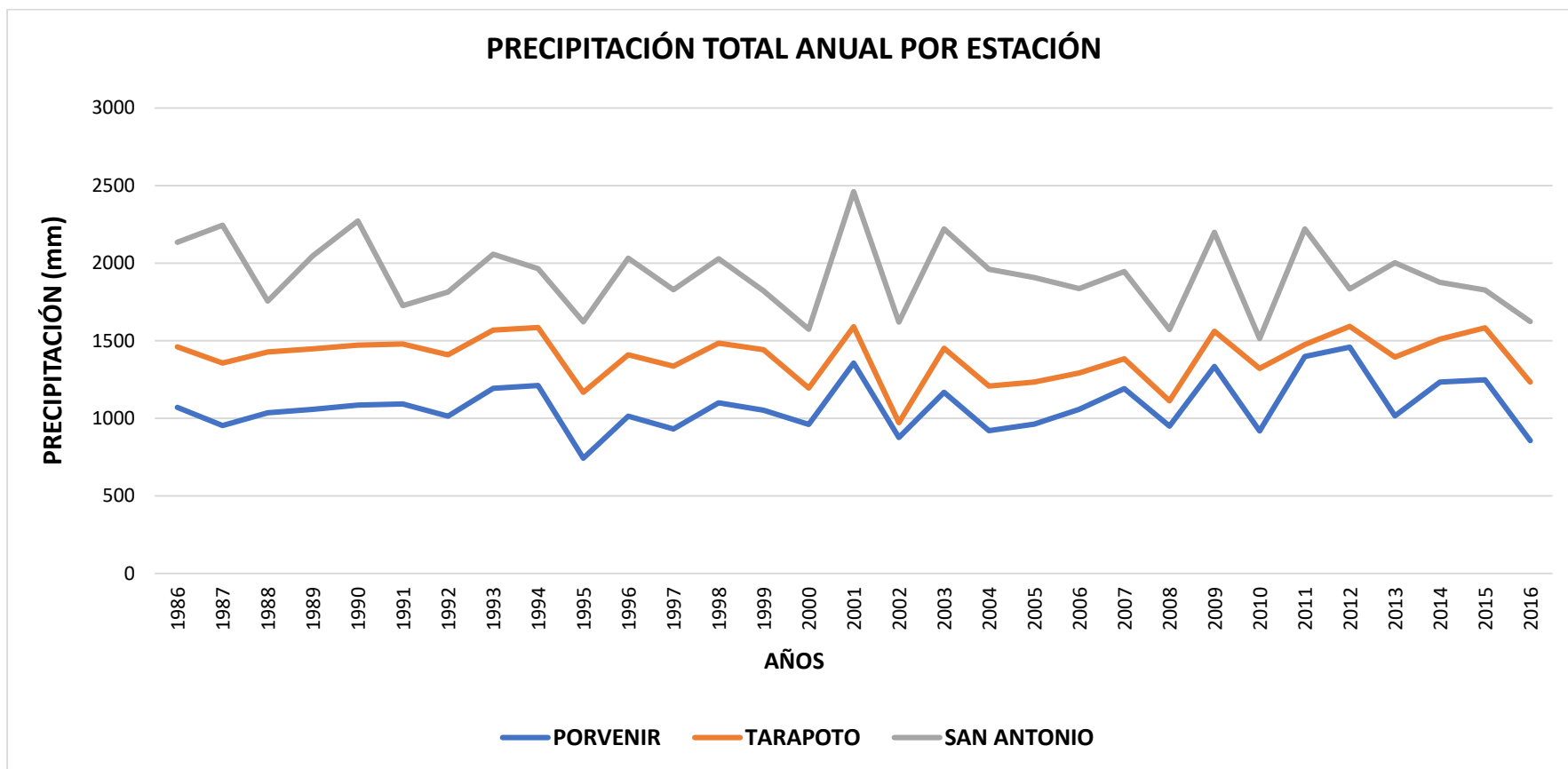
$$Y = a + bX \quad b = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X^2} \quad a = \bar{Y} - \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X^2} \bar{X}$$



<b>PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL POR ESTACIÓN</b>				
<b>AÑOS</b>	<b>PORVENIR</b>	<b>TARAPOTO</b>	<b>SAN ANTONIO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1986</b>	1071.3	1460.2	2134.3	4665.8
<b>1987</b>	954.1	1355.9	2245.1	4555.1
<b>1988</b>	1035.2	1428.1	1755	4218.3
<b>1989</b>	1058.4	1448.8	2047.5	4554.7
<b>1990</b>	1084.6	1472.1	2272.4	4829.1
<b>1991</b>	1092.8	1479.4	1726.4	4298.6
<b>1992</b>	1013.5	1408.8	1814.6	4236.9
<b>1993</b>	1193.1	1568.7	2058.6	4820.4
<b>1994</b>	1210.9	1584.5	1963.8	4759.2
<b>1995</b>	742.1	1167.2	1621.2	3530.5
<b>1996</b>	1014.1	1409.3	2031.4	4454.8
<b>1997</b>	931.4	1335.7	1829.4	4096.5
<b>1998</b>	1099.2	1485.1	2029	4613.3
<b>1999</b>	1052	1443.1	1821.6	4316.7
<b>2000</b>	961.2	1196.1	1575	3732.3
<b>2001</b>	1355.9	1591	2460.9	5407.8
<b>2002</b>	876	971.3	1619.8	3467.1
<b>2003</b>	1168.1	1452.5	2220.2	4840.8
<b>2004</b>	919.7	1207.8	1960.5	4088
<b>2005</b>	963.3	1233.1	1907.3	4103.7
<b>2006</b>	1057.5	1291.9	1835.7	4185.1
<b>2007</b>	1191.6	1383.1	1946.5	4521.2
<b>2008</b>	949.5	1112.3	1572.3	3634.1
<b>2009</b>	1333.6	1562.3	2199.2	5095.1
<b>2010</b>	919.3	1320.9	1513.7	3753.9
<b>2011</b>	1399.2	1474.7	2220	5093.9
<b>2012</b>	1458.5	1593.5	1834.9	4886.9
<b>2013</b>	1015.4	1394.2	2003.2	4412.8
<b>2014</b>	1233.2	1510	1876	4619.2
<b>2015</b>	1247.8	1582.8	1826.7	4657.3
<b>2016</b>	856.5	1234.5	1622.9	3713.9

**Tabla 14.** *Precipitación total anual por estación.*

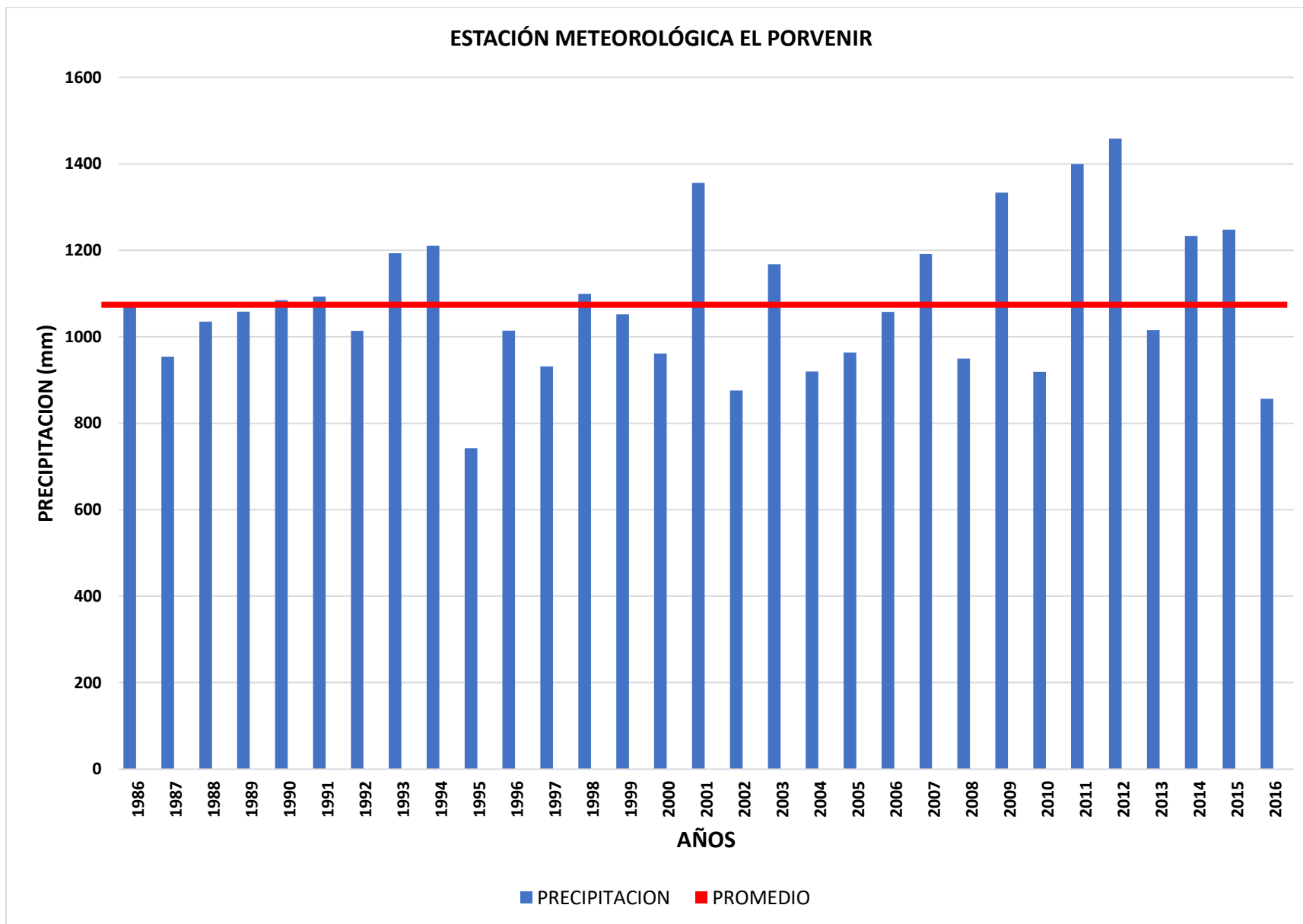
*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.



**Figura 5.** Precipitación total anual.

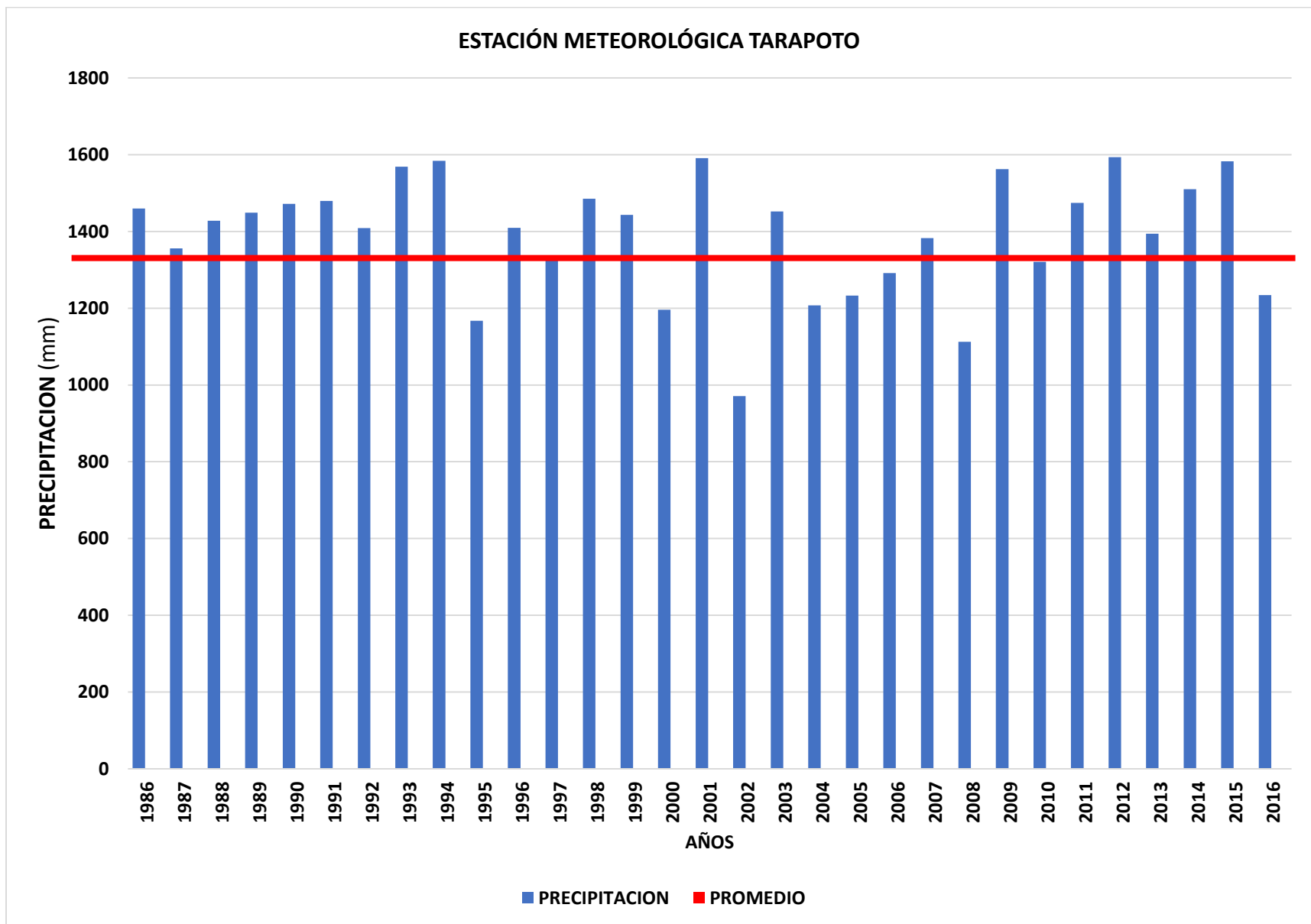
*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.

- En la siguiente figura se muestra un gráfico de líneas del total anual de la precipitación que se han generado y registrado en las 3 estaciones, teniendo como índice más alto de precipitación en año 2001 con 2460.9 mm de la estación San Antonio y el más bajo en el 2016 con 856.5 mm de la estación El Porvenir. esta nos da a conocer que en 3 décadas la precipitación registrada por las 3 estaciones ha ido formando unas líneas de altos y bajos en base a su promedio precipitado.
- La unidad de medida de las precipitaciones: 1 mm de agua equivale a 1 litro de agua que se precipita en 1 m<sup>2</sup> de superficie terrestre.



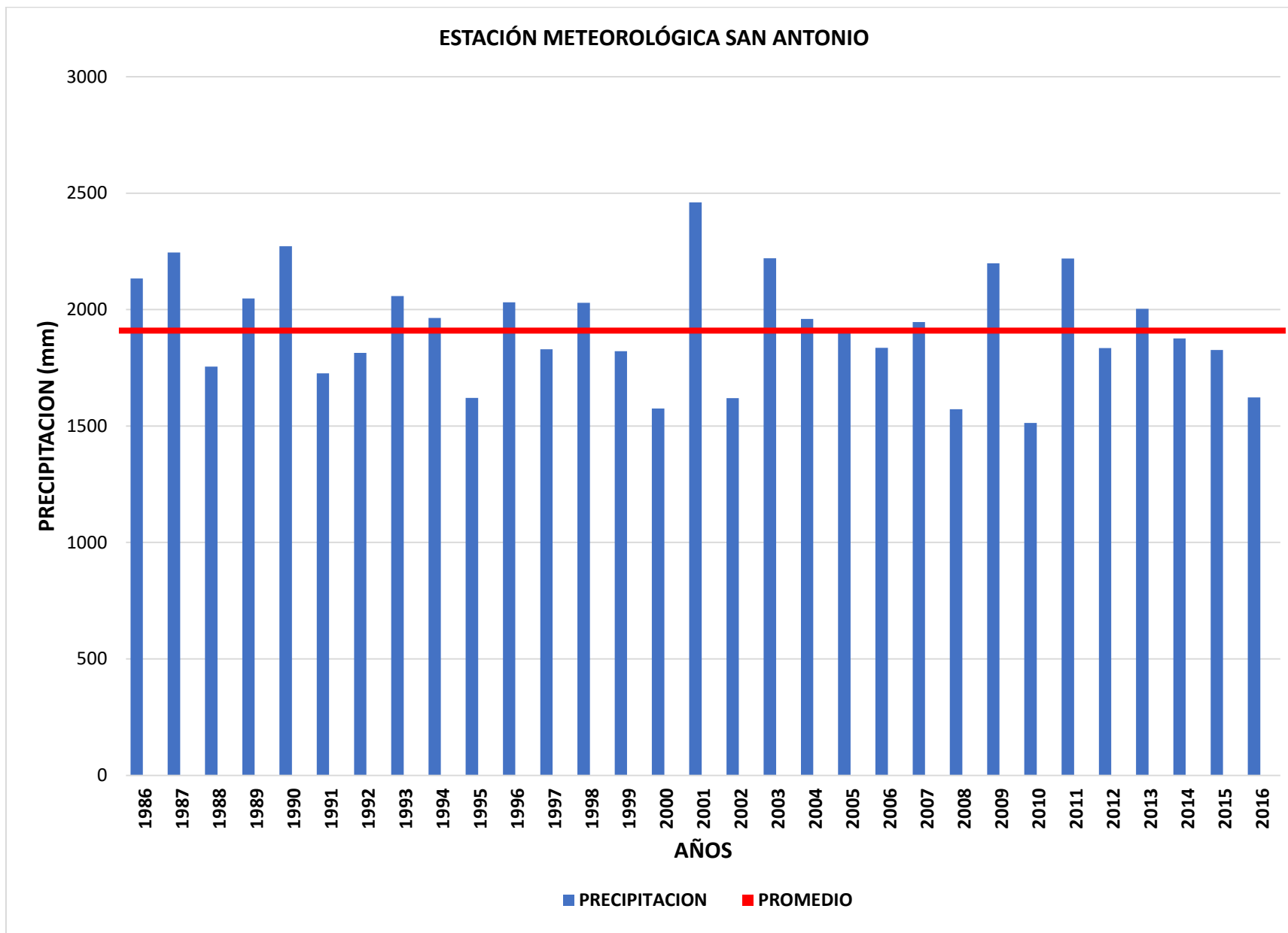
**Figura 6.** Precipitación total estación Meteorológica El Porvenir.

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.



**Figura 7.** Precipitación total estación Meteorológica Tarapoto.

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.



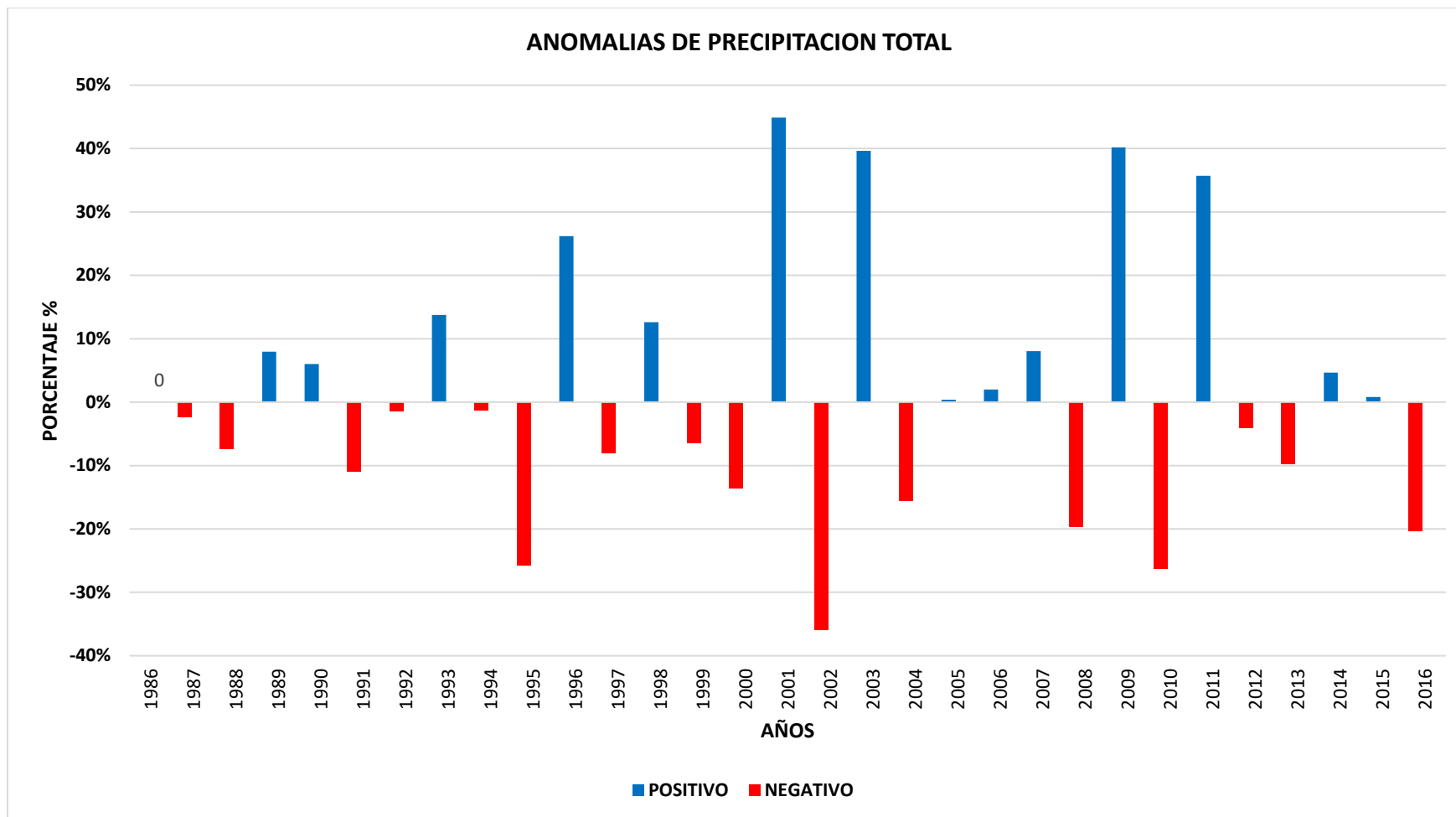
**Figura 8.** Precipitación total estación Meteorológica San Antonio.

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.

<b>PORCENTAJE DE ANOMALIAS</b>		
<b>AÑOS</b>	<b>TOTAL</b>	<b>% (+/-)</b>
<b>1986</b>	4666	0%
<b>1987</b>	4555	-2%
<b>1988</b>	4218	-7%
<b>1989</b>	4555	8%
<b>1990</b>	4829	6%
<b>1991</b>	4299	-11%
<b>1992</b>	4237	-1%
<b>1993</b>	4820	14%
<b>1994</b>	4759	-1%
<b>1995</b>	3530	-26%
<b>1996</b>	4455	26%
<b>1997</b>	4097	-8%
<b>1998</b>	4613	13%
<b>1999</b>	4317	-6%
<b>2000</b>	3732	-14%
<b>2001</b>	5408	45%
<b>2002</b>	3467	-36%
<b>2003</b>	4841	40%
<b>2004</b>	4088	-16%
<b>2005</b>	4104	0%
<b>2006</b>	4185	2%
<b>2007</b>	4521	8%
<b>2008</b>	3634	-20%
<b>2009</b>	5095	40%
<b>2010</b>	3754	-26%
<b>2011</b>	5094	36%
<b>2012</b>	4887	-4%
<b>2013</b>	4413	-10%
<b>2014</b>	4619	5%
<b>2015</b>	4657	1%
<b>2016</b>	3714	-20%

**Tabla 15.** *Porcentaje de anomalías de la Precipitación (mm) Total.*

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.



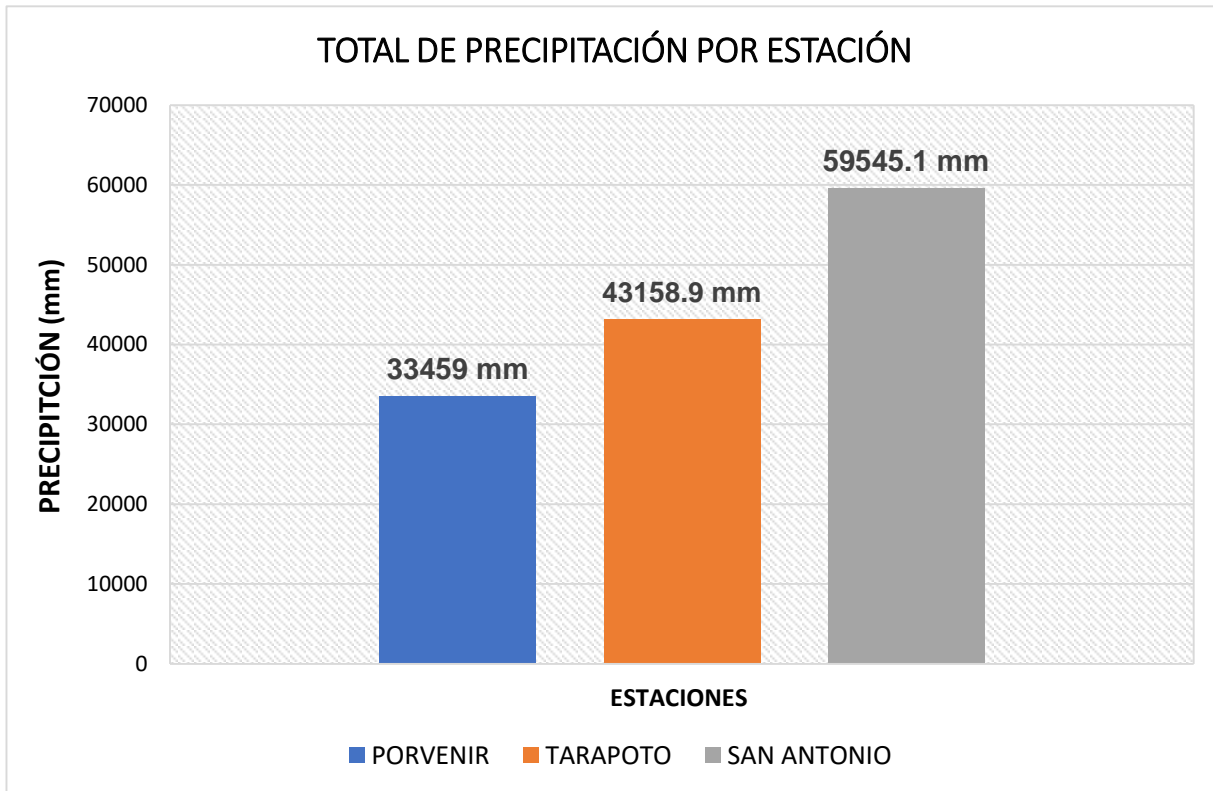
**Figura 9.** Anomalías en la precipitación total anual.

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.

- Observando la gráfica de barras podemos interpretar que los registros con barras que crecen hacia la parte superior muestran aumento de la precipitación con relación a la media de esta, de igual forma las barras que crecen hacia la parte inferior muestran descendencia de la precipitación. Teniendo la mayor descendencia un -36% en relación a los años 2001 a 2002 y el aumento más radical con un 45% entre el año 2000 a 2001.

- Presentando el registro de precipitación (mm) por cada estación durante la últimas 3 décadas:

<b>PERIODO</b>	<b>PORVENIR (mm)</b>	<b>TARAPOTO (mm)</b>	<b>SAN ANTONIO (mm)</b>	<b>TOTAL (mm)</b>
<b>1986-2016</b>	33 459	43 158.9	59 545.1	<b>13 6163</b>



**Figura 10.** *Precipitación total por estación.*

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.

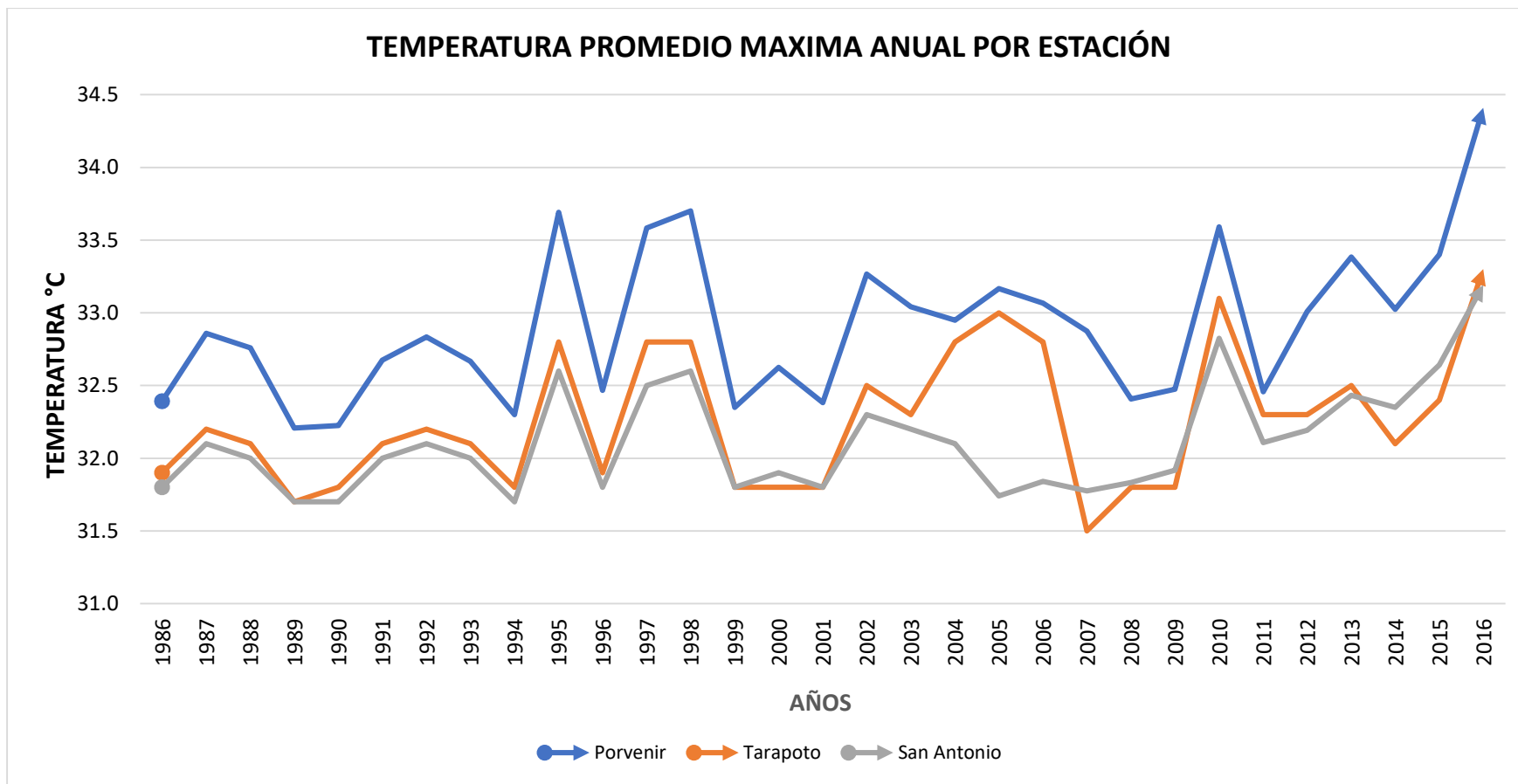
- En la figura de barras podemos observar que la estación San Antonio a logrado registrar mayor cantidad de precipitaciones en las últimas 3 décadas, con un total de 59 545.1 mm y como registro menor tenemos la estación el Porvenir con 33 459 m, en intermedio tenemos a la estación Tarapoto con un registro de 43 158.9 mm.
- Sumando los registros de las tres estaciones, podemos decir que en las últimas 3 décadas en la cuenca del río Cumbaza se ha precipitado un total de **136 163 mm.**



<b>TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL POR ESTACIÓN</b>			
<b>AÑOS</b>	<b>PORVENIR</b>	<b>TARAPOTO</b>	<b>SAN ANTONIO</b>
1986	32.4	31.9	31.8
1987	32.9	32.2	32.1
1988	32.8	32.1	32
1989	32.2	31.7	31.7
1990	32.2	31.8	31.7
1991	32.7	32.1	32
1992	32.8	32.2	32.1
1993	32.7	32.1	32
1994	32.3	31.8	31.7
1995	33.7	32.8	32.6
1996	32.5	31.9	31.8
1997	33.6	32.8	32.5
1998	33.7	32.8	32.6
1999	32.4	31.8	31.8
2000	32.6	31.8	31.9
2001	32.4	31.8	31.8
2002	33.3	32.5	32.3
2003	33.0	32.3	32.2
2004	33.0	32.8	32.1
2005	33.2	33	31.7
2006	33.1	32.8	31.8
2007	32.9	31.5	31.8
2008	32.4	31.8	31.8
2009	32.5	31.8	31.9
2010	33.6	33.1	32.8
2011	32.5	32.3	32.1
2012	33.0	32.3	32.2
2013	33.4	32.5	32.4
2014	33.0	32.1	32.4
2015	33.4	32.4	32.6
2016	34.4	33.3	33.2

**Tabla 16.** Temperatura máxima anual por estación.

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.



**Figura 11:** Temperatura máxima anual por estación.

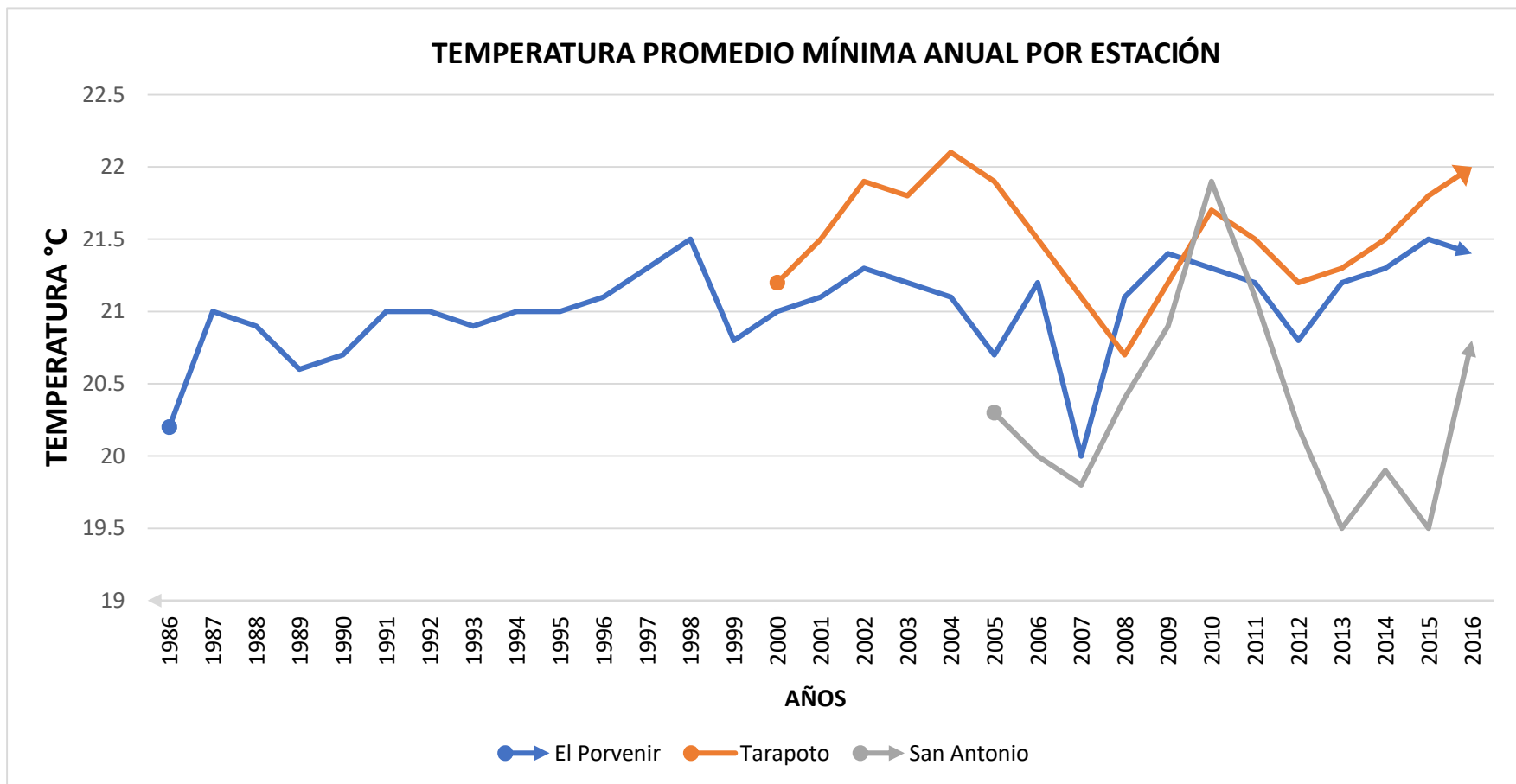
*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.

- En la figura podemos observar que los comportamientos de la temperatura promedio máxima en las estaciones comparten el mismo patrón de manera significativa desde el año 1986 a 2002, y es en el 2003 que la estación Tarapoto registra datos descendientes hasta llegar a 31.7 °C Siendo este el promedio más bajo registrado, a lo contrario de las demás estaciones que registran un aumento de la temperatura. También se puede interpretar que el promedio de temperatura máxima más alto registrado fue registrado en la estación Porvenir con 34.4 °C en el años 2016.

<b>TEMPERATURA MÍNIMA ANUAL POR ESTACIÓN</b>			
<b>AÑOS</b>	<b>EL PORVENIR</b>	<b>TARAPOTO</b>	<b>SAN ANTONIO</b>
<b>1986</b>	20.2	SR	SR
<b>1987</b>	21	SR	SR
<b>1988</b>	20.9	SR	SR
<b>1989</b>	20.6	SR	SR
<b>1990</b>	20.7	SR	SR
<b>1991</b>	21	SR	SR
<b>1992</b>	21	SR	SR
<b>1993</b>	20.9	SR	SR
<b>1994</b>	21	SR	SR
<b>1995</b>	21	SR	SR
<b>1996</b>	21.1	SR	SR
<b>1997</b>	21.3	SR	SR
<b>1998</b>	21.5	SR	SR
<b>1999</b>	20.8	SR	SR
<b>2000</b>	21	21.2	SR
<b>2001</b>	21.1	21.5	SR
<b>2002</b>	21.3	21.9	SR
<b>2003</b>	21.2	21.8	SR
<b>2004</b>	21.1	22.1	SR
<b>2005</b>	20.7	21.9	20.3
<b>2006</b>	21.2	21.5	20
<b>2007</b>	20	21.1	19.8
<b>2008</b>	21.1	20.7	20.4
<b>2009</b>	21.4	21.2	20.9
<b>2010</b>	21.3	21.7	21.9
<b>2011</b>	21.2	21.5	21.1
<b>2012</b>	20.8	21.2	20.2
<b>2013</b>	21.2	21.3	19.5
<b>2014</b>	21.3	21.5	19.9
<b>2015</b>	21.5	21.8	19.5
<b>2016</b>	21.4	22	20.8

**Tabla 17.** *Temperatura mínima anual por estación.*

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.



**Figura 12.** *Temperatura promedio mínima anual por estación.*

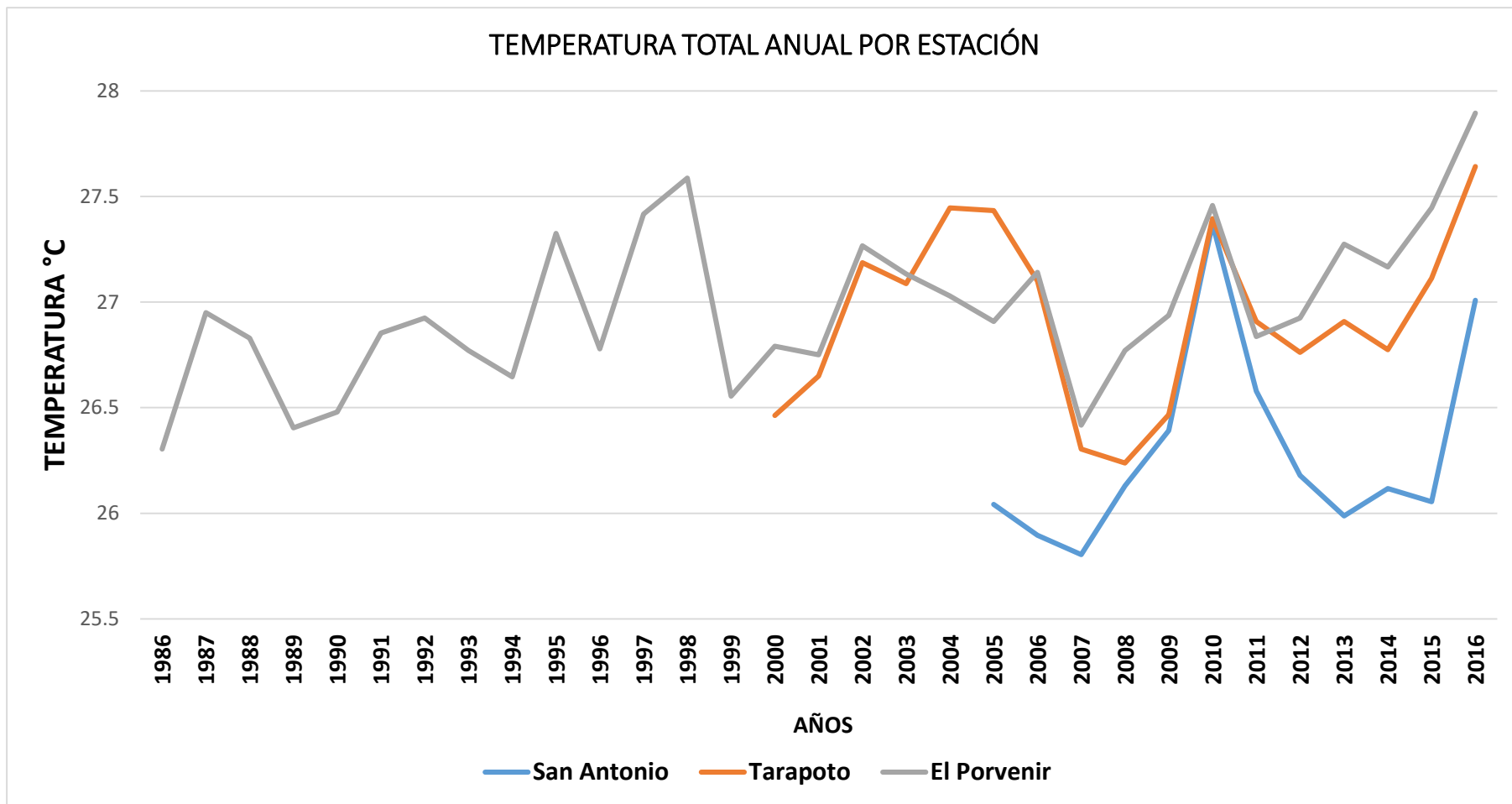
*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.

- En la figura podemos observar las estaciones Tarapoto y San Antonio solo tienen datos registrados a partir del 2000 y 2005 respectivamente a lo contrario de la estación de El porvenir. Se interpreta que el comportamiento de la temperatura mínima guarda relación hasta el año 2013 que las estaciones El Porvenir y Tarapoto registraron datos por encima de su promedio a lo contrario a la estación San Antonio que dibuja la línea por debajo del promedio. En base a lo observado se interpreta que el registro de temperatura promedio mínima más baja registrada es de 19.5 °C.

<b>TEMPERATURA TOTAL ANUAL POR ESTACIÓN</b>			
<b>AÑOS</b>	<b>SAN ANTONIO</b>	<b>TARAPOTO</b>	<b>EL PORVENIR</b>
<b>1986</b>	SR	SR	26.3
<b>1987</b>	SR	SR	27.0
<b>1988</b>	SR	SR	26.8
<b>1989</b>	SR	SR	26.4
<b>1990</b>	SR	SR	26.5
<b>1991</b>	SR	SR	26.9
<b>1992</b>	SR	SR	26.9
<b>1993</b>	SR	SR	26.8
<b>1994</b>	SR	SR	26.6
<b>1995</b>	SR	SR	27.3
<b>1996</b>	SR	SR	26.8
<b>1997</b>	SR	SR	27.4
<b>1998</b>	SR	SR	27.6
<b>1999</b>	SR	SR	26.6
<b>2000</b>	SR	26.5	26.8
<b>2001</b>	SR	26.7	26.8
<b>2002</b>	SR	27.2	27.3
<b>2003</b>	SR	27.1	27.1
<b>2004</b>	SR	27.4	27.0
<b>2005</b>	26.0	27.4	26.9
<b>2006</b>	25.9	27.1	27.1
<b>2007</b>	25.8	26.3	26.4
<b>2008</b>	26.1	26.2	26.8
<b>2009</b>	26.4	26.5	26.9
<b>2010</b>	27.4	27.4	27.5
<b>2011</b>	26.6	26.9	26.8
<b>2012</b>	26.2	26.8	26.9
<b>2013</b>	26.0	26.9	27.3
<b>2014</b>	26.1	26.8	27.2
<b>2015</b>	26.1	27.1	27.4
<b>2016</b>	27.0	27.6	27.9

**Tabla 18.** *Temperatura total anual por estación.*

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.



**Figura 13.** *Temperatura total anual por estación.*

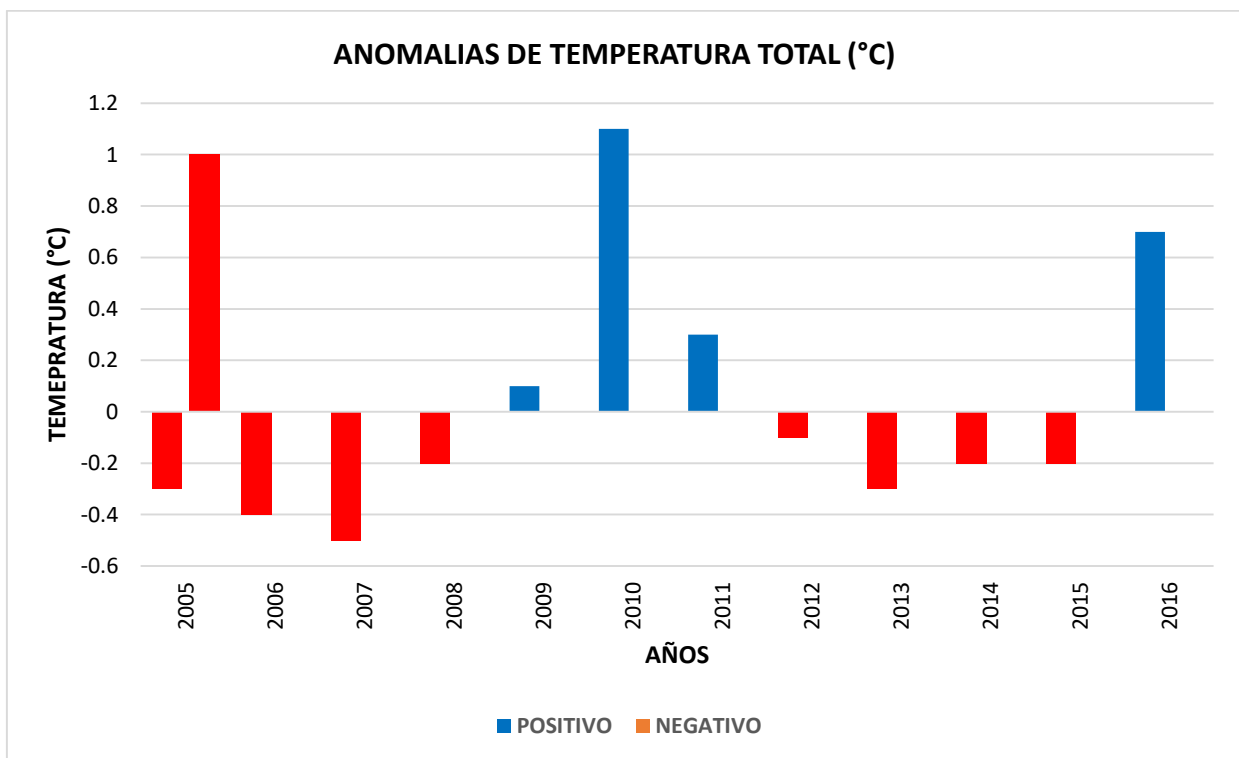
*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.

- La figura podemos observar que los registros de temperatura total anual más bajos se registraron en la estación San Antonio, esto de relación a la ubicación geográfica de esta, ya que se encuentra aguas arriba del Rio Cumbaza donde la presencia de boques es más notoria. Esta estación registro el promedio más bajo el año 2007 con 25.8 grados °C.
- La estación El porvenir se caracteriza por tener el registro más completo y teniendo el registro más alto de Temperatura en el año 2016 con 27.9 grados °C.

ANOMALIAS DE TEMPERATURA TOTAL (°C)		
AÑOS	TEMPERATURA (°C)	°C
2005	26	-0.3
2006	25.9	-0.4
2007	25.8	-0.5
2008	26.1	-0.2
2009	26.4	0.1
2010	27.4	1.1
2011	26.6	0.3
2012	26.2	-0.1
2013	26	-0.3
2014	26.1	-0.2
2015	26.1	-0.2
2016	27	0.7

**Tabla 19.** Anomalías de Temperatura Total (°C) – Estación meteorológica San Antonio

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.



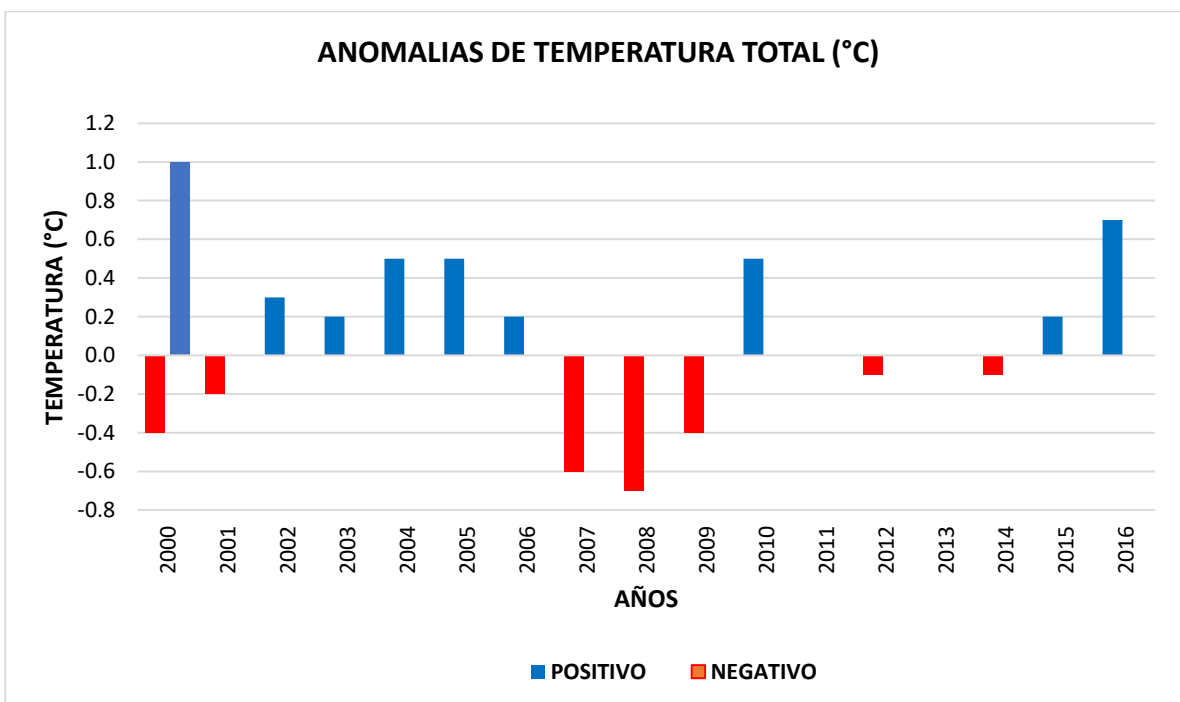
**Figura 14.** Anomalías de Temperatura Total (°C) – Estación meteorológica San Antonio.

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.

ANOMALIAS DE TEMPERATURA TOTAL (°C)		
AÑOS	TEMPERATURA (°C)	°C
2000	26.5	-0.4
2001	26.7	-0.2
2002	27.2	0.3
2003	27.1	0.2
2004	27.4	0.5
2005	27.4	0.5
2006	27.1	0.2
2007	26.3	-0.6
2008	26.2	-0.7
2009	26.5	-0.4
2010	27.4	0.5
2011	26.9	0.0
2012	26.8	-0.1
2013	26.9	0.0
2014	26.8	-0.1
2015	27.1	0.2
2016	27.6	0.7

**Tabla 20.** Anomalías de Temperatura Total (°C) – Estación meteorológica Tarapoto.

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.



**Figura 15.** Anomalías de Temperatura Total (°C) – Estación meteorológica Tarapoto.

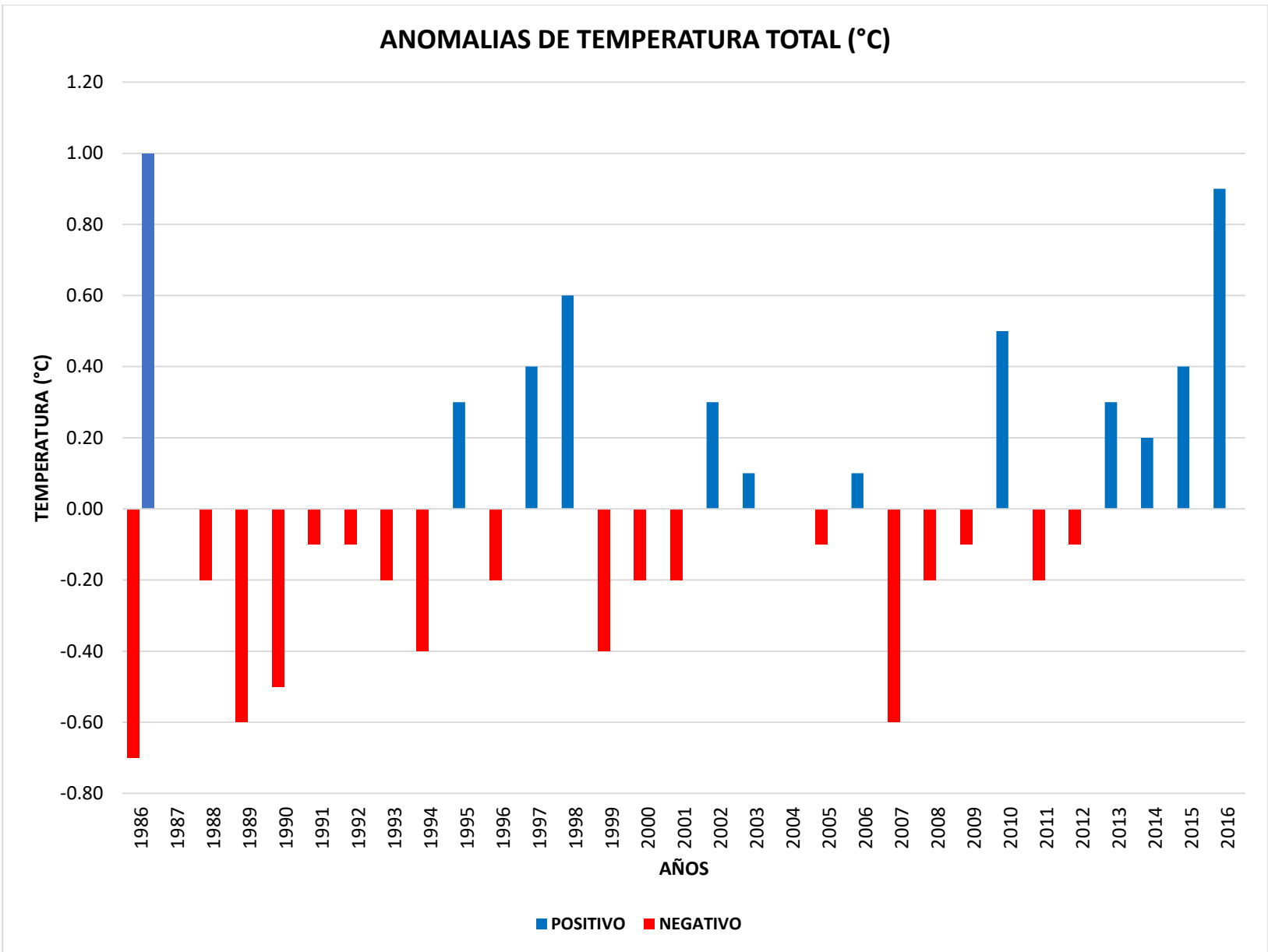
*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.



<b>ANOMALIAS DE TEMPERATURA TOTAL (°C)</b>		
<b>AÑOS</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>°C</b>
<b>1986</b>	26.3	-0.7
<b>1987</b>	27	0.0
<b>1988</b>	26.8	-0.2
<b>1989</b>	26.4	-0.6
<b>1990</b>	26.5	-0.5
<b>1991</b>	26.9	-0.1
<b>1992</b>	26.9	-0.1
<b>1993</b>	26.8	-0.2
<b>1994</b>	26.6	-0.4
<b>1995</b>	27.3	0.3
<b>1996</b>	26.8	-0.2
<b>1997</b>	27.4	0.4
<b>1998</b>	27.6	0.6
<b>1999</b>	26.6	-0.4
<b>2000</b>	26.8	-0.2
<b>2001</b>	26.8	-0.2
<b>2002</b>	27.3	0.3
<b>2003</b>	27.1	0.1
<b>2004</b>	27	0.0
<b>2005</b>	26.9	-0.1
<b>2006</b>	27.1	0.1
<b>2007</b>	26.4	-0.6
<b>2008</b>	26.8	-0.2
<b>2009</b>	26.9	-0.1
<b>2010</b>	27.5	0.5
<b>2011</b>	26.8	-0.2
<b>2012</b>	26.9	-0.1
<b>2013</b>	27.3	0.3
<b>2014</b>	27.2	0.2
<b>2015</b>	27.4	0.4
<b>2016</b>	27.9	0.9

**Tabla 21.** *Anomalías de Temperatura Total (°C) – Estación meteorológica El Porvenir.*

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.



**Figura 16.** Anomalías de Temperatura Total (°C) – Estación meteorológica El Porvenir.

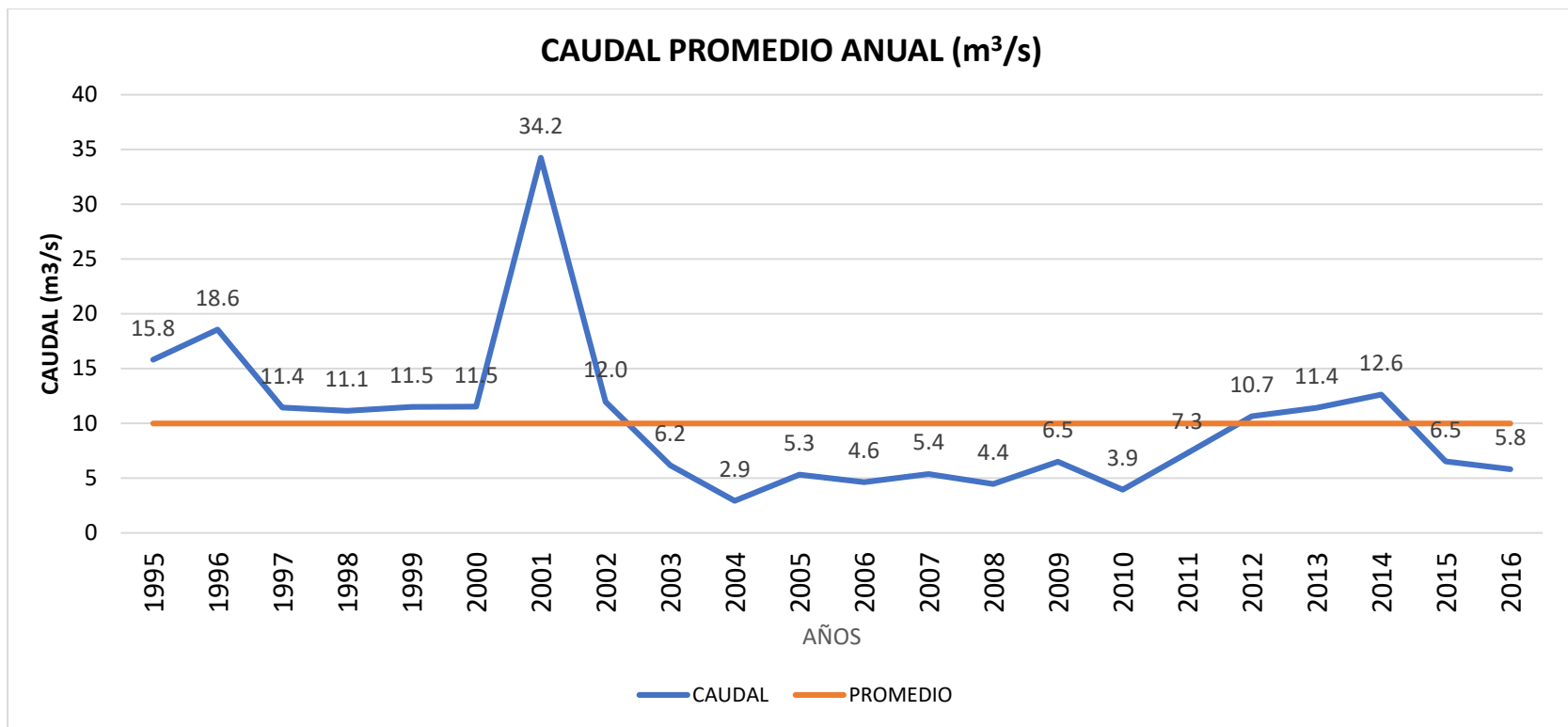
*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.

<b>CAUDAL PROMEDIO ANUAL (m<sup>3</sup>/s)</b>			
<b>AÑOS</b>	<b>MÁXIMO</b>	<b>MÍNIMO</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>1995</b>	28.978	2.613	<b>15.795</b>
<b>1996</b>	35.162	1.943	<b>18.553</b>
<b>1997</b>	21.940	0.933	<b>11.436</b>
<b>1998</b>	21.040	1.218	<b>11.129</b>
<b>1999</b>	21.604	1.386	<b>11.495</b>
<b>2000</b>	22.261	0.763	<b>11.512</b>
<b>2001</b>	67.051	1.446	<b>34.249</b>
<b>2002</b>	22.504	1.433	<b>11.968</b>
<b>2003</b>	9.283	3.031	<b>6.157</b>
<b>2004</b>	4.332	1.488	<b>2.910</b>
<b>2005</b>	7.855	2.781	<b>5.318</b>
<b>2006</b>	7.357	1.894	<b>4.625</b>
<b>2007</b>	8.269	2.448	<b>5.359</b>
<b>2008</b>	6.870	2.027	<b>4.448</b>
<b>2009</b>	9.837	3.148	<b>6.492</b>
<b>2010</b>	6.185	1.703	<b>3.944</b>
<b>2011</b>	10.776	3.725	<b>7.251</b>
<b>2012</b>	16.138	5.163	<b>10.650</b>
<b>2013</b>	16.212	6.620	<b>11.416</b>
<b>2014</b>	19.527	5.683	<b>12.605</b>
<b>2015</b>	10.410	2.601	<b>6.506</b>
<b>2016</b>	9.400	2.219	<b>5.809</b>

**Tabla 22.** Caudal promedio anual por estación (m<sup>3</sup>/s).

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.

- La data sobre caudales se obtuvo de periodo de 1995 a 2016, se sistematizó los máximos y mínimos y se procedió a promediar estos dos para obtener el registro del caudal total de los últimos años.
- El promedio total más alto registrado fue en el año 2001 con **34.2** m<sup>3</sup>/s y el más bajo fue en el año 2004 con **2.9** m<sup>3</sup>/s.



**Figura 17.** Caudal promedio anual (m³/s)

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.

- Observando la figura podemos decir que el comportamiento del caudal en las últimas dos décadas ha sido dinámico, comenzando por encima de su promedio y sufriendo un cambio brusco en el año 2001 por distintos fenómenos climatológicos, luego se fue de caída hasta registrar cifras que van por debajo de su promedio manteniéndose así casi una década y luego generando un alza y baja para el año 2016.
- El promedio de caudal más alto fue registrado en el año 2001 con un 34.2 m³/s, y como dato más bajo, tenemos en el año 2004 con 2.9 m³/s.
- Se tomó el promedio de caudal de inicio 1995 con un 15.8 m³/s y se restó al caudal actual 2016 de 5.8 m³/s, tenemos una diferencia de 9.98 m³/s.

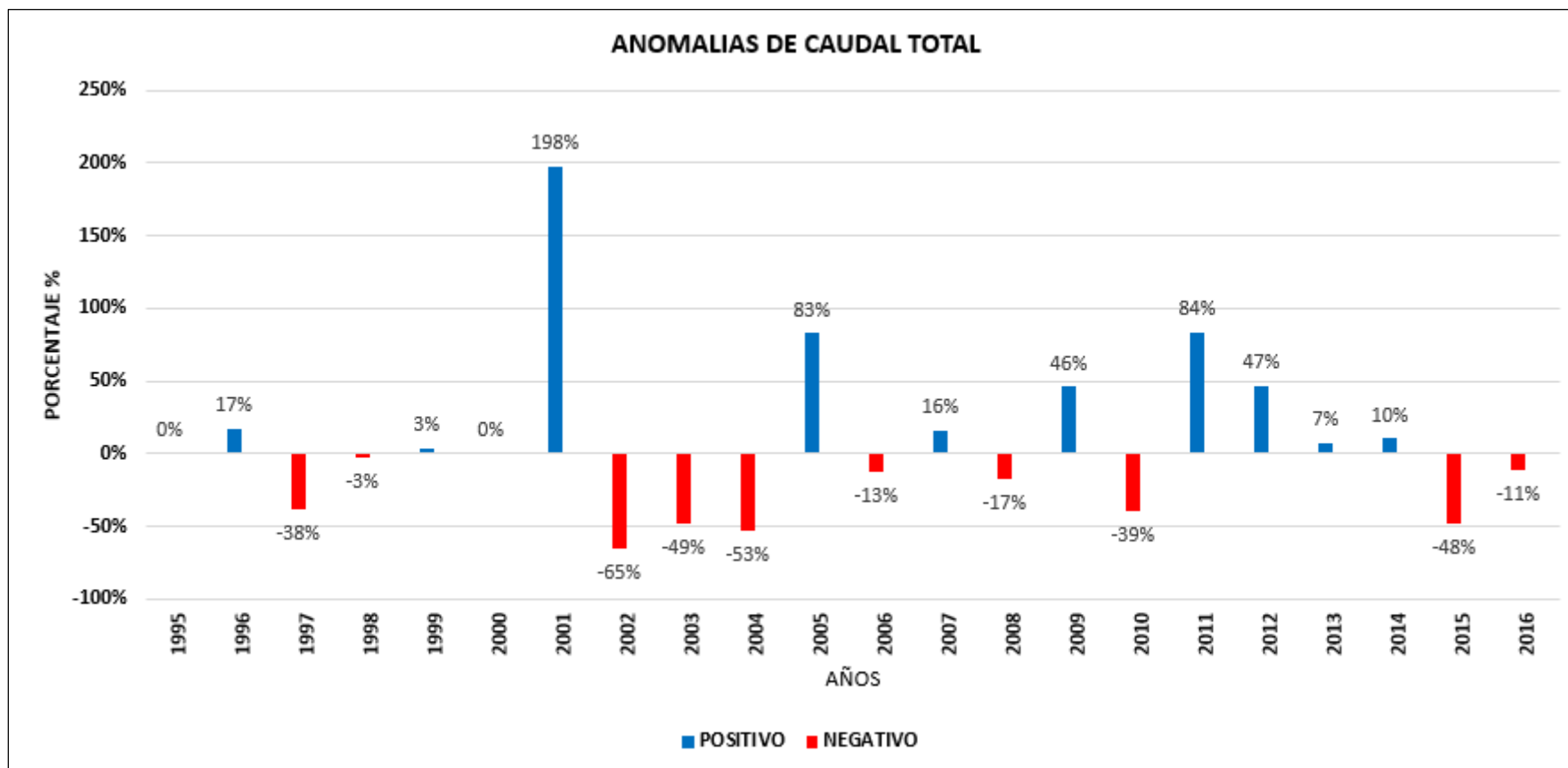
<b>PORCENTAJE DE ANONALÍAS</b>		
<b>AÑOS</b>	<b>PROMEDIO (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>% (+/-)</b>
<b>1995</b>	15.795	0%
<b>1996</b>	18.553	17%
<b>1997</b>	11.436	-38%
<b>1998</b>	11.129	-3%
<b>1999</b>	11.495	3%
<b>2000</b>	11.512	0%
<b>2001</b>	34.249	198%
<b>2002</b>	11.968	-65%
<b>2003</b>	6.157	-49%
<b>2004</b>	2.910	-53%
<b>2005</b>	5.318	83%
<b>2006</b>	4.625	-13%
<b>2007</b>	5.359	16%
<b>2008</b>	4.448	-17%
<b>2009</b>	6.492	46%
<b>2010</b>	3.944	-39%
<b>2011</b>	7.251	84%
<b>2012</b>	10.650	47%
<b>2013</b>	11.416	7%
<b>2014</b>	12.605	10%
<b>2015</b>	6.506	-48%
<b>2016</b>	5.809	-11%

**Tabla 23.** *Porcentaje de anomalías de Caudal (m<sup>3</sup>/s) Total.*

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.

- Las anomalías se calcularon aplicando la siguiente formula:

$$((A - B) / A)$$



**Figura 18.** Anomalías de caudal total.

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.

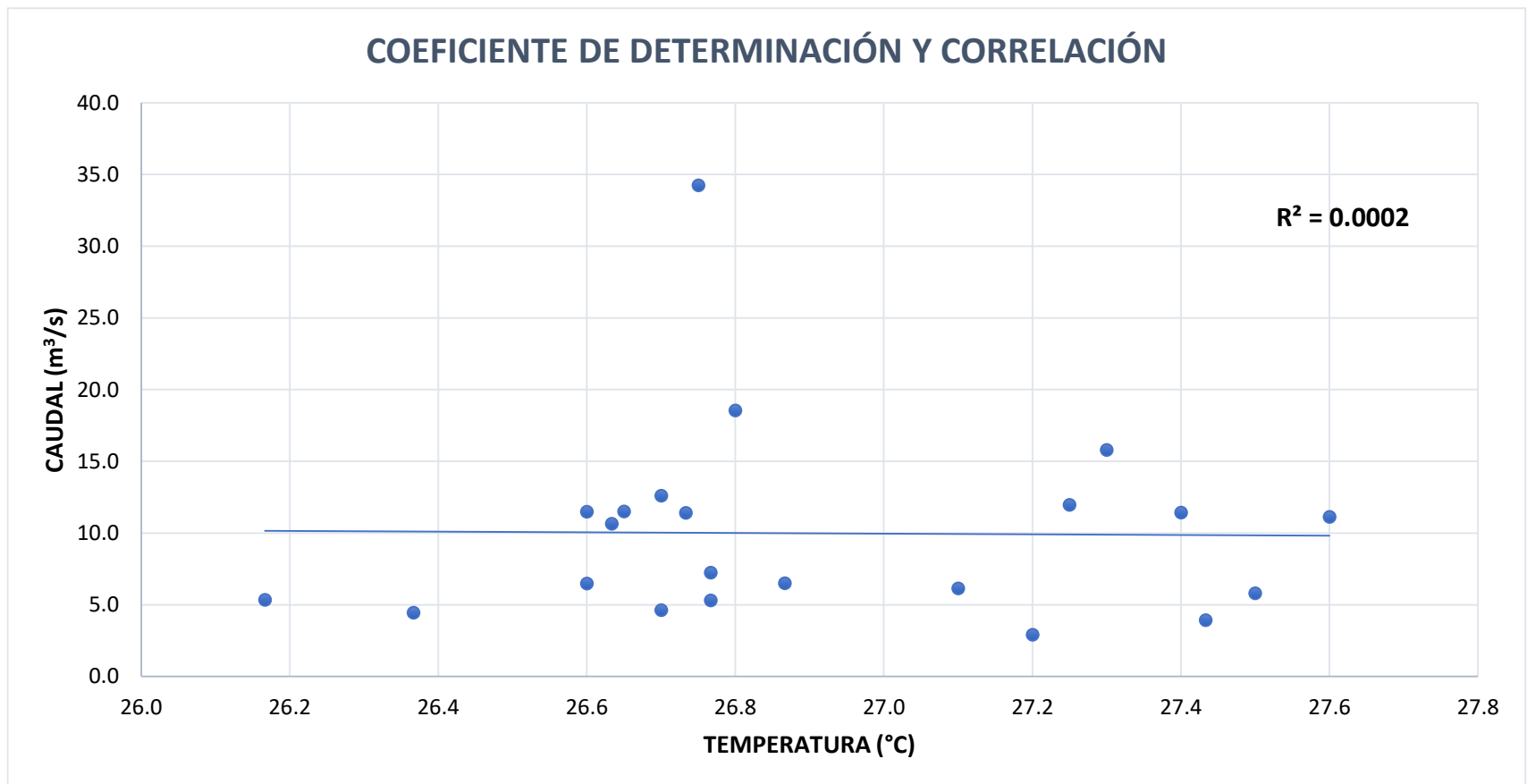
- En la figura de anomalías se presenta con barras de color rojo a los años que registraron disminución del caudal y a las barras de color azul representan los registros que presentaron aumento del caudal en base al promedio general.
- La figura nos muestra 9 años en los cuales el caudal ha presentado disminución sobre el promedio, teniendo como el porcentaje de disminución más bajo respectivo al año 2001 al 2002 con un -65%.
- Diez años presentaron aumento del caudal, en los cuales en el periodo del 2000 a 2001 se registraron un aumento del caudal de casi el doble con 198%.

<b>AÑOS</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>	<b>CAUDAL (m<sup>3</sup>/s)</b>
1995	27.3	15.8
1996	26.8	18.6
1997	27.4	11.4
1998	27.6	11.1
1999	26.6	11.5
2000	26.7	11.5
2001	26.8	34.2
2002	27.3	12.0
2003	27.1	6.2
2004	27.2	2.9
2005	26.8	5.3
2006	26.7	4.6
2007	26.2	5.4
2008	26.4	4.4
2009	26.6	6.5
2010	27.4	3.9
2011	26.8	7.3
2012	26.6	10.7
2013	26.7	11.4
2014	26.7	12.6
2015	26.9	6.5
2016	27.5	5.8

**Tabla 24.** *Temperatura promedio total – Caudal promedio total.*

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.

- En la tabla se muestran datos de promedios tanto de temperatura y caudal, las cuales se trabajó en base a 22 años, por motivo de que no se contaba con data completa de caudal debido a que la estación Hidrológica Cumbaza no estuvo registrando data por casi una década (1986-1994).



**Figura 19.** Coeficiente de correlación y Determinación (Temperatura / Caudal).

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.

- En la gráfica se consideró a los datos de temperatura como variable independiente (X) y a los datos de caudal como variable dependiente (Y).
- Interpretando el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.002$  se puede decir los registros de datos de caudal no son dependientes de los datos de temperatura.  $R^2 = 0.0002 = (0.0002)^2 = 0.000004 \times 100 = 0\%$ .
- Interpretando el coeficiente de correlación  $R = -0.01$  podemos decir que existe una correlación negativa de acuerdo a la **Figura 4** Coeficiente de correlación.

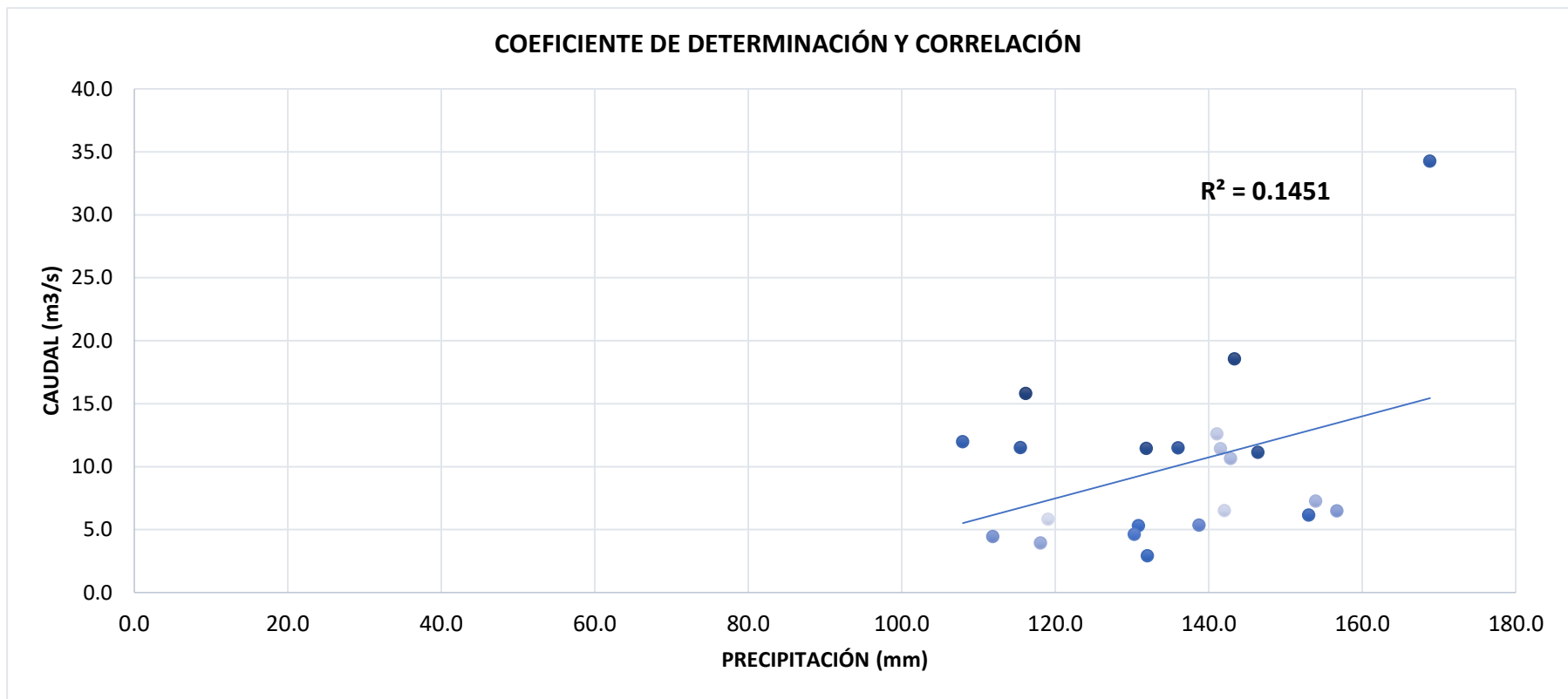


<b>AÑOS</b>	<b>CAUDAL (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>PRECIPITACIÓN (mm)</b>
<b>1995</b>	15.8	116.2
<b>1996</b>	18.6	143.4
<b>1997</b>	11.4	131.9
<b>1998</b>	11.1	146.4
<b>1999</b>	11.5	136.0
<b>2000</b>	11.5	115.5
<b>2001</b>	34.2	168.8
<b>2002</b>	12.0	108.0
<b>2003</b>	6.2	153.0
<b>2004</b>	2.9	132.0
<b>2005</b>	5.3	130.9
<b>2006</b>	4.6	130.3
<b>2007</b>	5.4	138.7
<b>2008</b>	4.4	111.9
<b>2009</b>	6.5	156.7
<b>2010</b>	3.9	118.1
<b>2011</b>	7.3	153.9
<b>2012</b>	10.7	142.9
<b>2013</b>	11.4	141.6
<b>2014</b>	12.6	141.1
<b>2015</b>	6.5	142.1
<b>2016</b>	5.8	119.1

**Tabla 25.** *Precipitación promedio total – Caudal promedio total.*

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.

- En la tabla se muestran datos de promedios tanto de precipitación y caudal, las cuales se trabajó en base a 22 años, por motivo de que no se contaba con data completa de caudal debido a que la estación Hidrológica Cumbaza no estuvo registrando data por casi una década (1986-1994)



**Figura 20.** *Coefficiente de correlación y Determinación (Precipitación / Caudal).*

*Fuente:* Elaboración propia - SENAMHI- Dirección Zonal 9.

- En la gráfica se consideró a los datos de precipitación como variable independiente (X) y a los datos de caudal como variable dependiente (Y).
- Interpretando el coeficiente de determinación  $R^2 = 0.14$  se puede decir los registros de datos de caudal son dependientes de los datos de temperatura.  $R^2 = 0.1451 = (0.1451)^2 = 0.0210 \times 100 = 15\%$ .
- Interpretando el coeficiente de correlación  $R = 0.38$  podemos decir que existe una correlación positiva de acuerdo a la **Figura 4** Coeficiente de correlación.

#### IV. DISCUSIÓN

- El SENAMHI junto a EMAPA realizaron un estudio sobre la vulnerabilidad climáticas de los recursos hídricos con respecto a la disponibilidad de agua en la cuenca de Lurín que se proyecta para el horizonte 2016 - 2030, indica una tendencia a la disminución de la oferta hídrica anual en el conjunto de la cuenca, con un déficit de -5% en la cuenca de recepción de la estación de Antapucro, de acuerdo a la evaluación esto guarda relación con la sub cuenca del Rio Cumbaza ya que la tendencia a disminuir ya que en los últimos 22 años, 9 de ellos registran datos por debajo del promedio es decir presentan una disminución del caudal.
- En el año 2009 el SENAMHI realizó una investigación en la cual se observa que en las estaciones evaluadas hay un incremento rápido (positivo) de la temperatura máxima, con tendencias estadísticamente significativas, pero es importante resaltar que la distribución de los datos a través de los años muestra características bien definidas y muy diferentes. Chiquián presenta una tendencia mayor (1,5 °C por década) porque el incremento es constante (monotónico) durante todo el período de estudios. En Recuay, aparentemente existe una marcada tendencia lineal (0,67°C/década), pues está influenciado por temperaturas muy bajas observadas en los finales de la década de 1960, de acuerdo con el resultado obtenido en el estudio, concuerda en la tendencia de aumento de la temperatura, dicha tendencia es significativa ya que las tendencias de aumento en la primera década solo equivalen 1°C y para la segunda década la tendencia aumenta a 1.2°C, para la tercera década la tendencia aumenta a un 1.9°C.
- El aumento de la tendencia de precipitación el año 2007 un grupo de investigadores del instituto geofísico del Perú elaboraron un proyecto de la variabilidad de las temperaturas máximas y mínimas del valle del Mantaro el cual nos concluye a analizar las tendencias de temperatura máxima de la estación Huayao,, las tendencias de 1922 al 2009, son ligeramente positivas en todas los casos a razón de 0.1% por cada década aproximadamente pero es a partir del 1930, donde las tendencias positivas son más evidentes, con valores entre 0.16 a 0.8 (verano,otoño,invierno), al tomar el periodo 1976 a 2009 las tendencias se incrementan en algunos casos un poco más especialmente en las series anuales de invierno a 0.18; de acuerdo a los resultados obtenidos en la evaluación del presente informe, concuerda con la investigación descrita, ya que se tiene una tendencia decreciente de

precipitación más agresiva con valor de 31% entre los años 2000 a 2001, siendo así que, dichas tendencias están asociadas al proceso de calentamiento global o a otros fenómenos climatológicos como del Niño.

## V. CONCLUSIONES

- Se logró obtener la base de data climatológica del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología específicamente de la Dirección Zonal 9, en base a la ubicación de la sub cuenca del rio Cumbaza, la información obtenida fue: Precipitación Total mensual de la estación Meteorológica San Antonio (1986-2016), Tarapoto (2000-2016) y El Porvenir (1986-2016) como también temperatura máxima de la estación San Antonio (2005-2016), Tarapoto (2000-2016) y El Porvenir (1986-1986) , la temperatura mínima de las estaciones San Antonio (2005-2016), Tarapoto (2000-2016) y El Porvenir (1986-2016) y como parte complementaria la base de data del caudal máximo promedio mensual de la estación Hidrológica Cumbaza de (1995-2016).
- Aplicando el coeficiente de correlación entre Precipitación y Caudal se obtuvo que existe una correlación positiva de **R = 0.38**, esto quiere decir que los datos de precipitación y la variación del caudal existe una correlación positiva, y la influencia de estos representa un **15%** el otro 85% restante estarán influenciando otros factores climáticos.
- Aplicando el coeficiente de correlación entre Temperatura y Caudal se obtuvo que existe una correlación positiva no significativa **R= -0.01** esto quiere decir que entre datos de precipitación y la variación del caudal existe una correlación negativa, y la influencia de estos representa un **0%**.
- Al realizar la comparación de los caudales en base a la data de 22 años obtenida del SENAMHI, gracias a registro representado en forma lineal se muestra claramente la disminución del caudal, esta disminución se dio durante 9 años seguido entre el 2003 - 2011. Teniendo disminuciones de hasta del **-65%** del caudal en el año 2001 a 2002.

## VI. RECOMENDACIONES

- Que la universidad cesar vallejo impulse lo estudios sobre temas relacionados la carrera, así como de en climatología ya que actualmente se vive problemática una de las grandes problemáticas ambientales como lo es el calentamiento global.
- Así mismo a los estudiantes de la escuela de ambiental intensifiquen estudios y proyecto en el área y puedan desarrollar investigación en busca de posibles soluciones para minimizar los efectos de estos problemas.
- Que instituciones como SENAMHI mantengan dinamismo con la población (investigadores) para la obtención de información real y actualizada y se compartan investigaciones.
- Que de acuerdo a los conocimientos obtenidos tomen conciencia sobre las actividades que vienen desarrollando ya que somos el principal problema que aqueja el ambiente con las actividades q desmejora y desproporcionas las estaciones meteorológicas con la generación de gases contaminación.
- Presente informe pueda ser alcanzado a las instituciones competentes como Servicio Nacional de Meteorología E Hidrología del Perú, La Autoridad Nacional del Agua y Municipalidad, para servir como material de información real. Y brindar los conocimientos que pueda requerirse.

## VII. REFERENCIAS

AMPUERO, Ángela. Evaluación de los indicadores isotópicos en las precipitaciones de la cuenca del Alto Mayo para su aplicación en la hidrología. Tesis (Ingeniero Agrícola). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2016.

Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2494/P40-A56-T.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

ALIAGA, Iván. Modelación hidrológica de la cuenca del río Huallaga, aguas arriba del punto de control santa Lorenza. Tesis (Ingeniero Agrícola). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2017.

Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2780/P10-A47-T.pdf?sequence=1>

ASENCIOS, Henry. Corrección del sesgo de la precipitación estimada por satélite para la simulación de caudales en la cuenca del río Rímac. Tesis (Ingeniero Agrícola) Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2016.

Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1957>

CEDISA. Pago de servicios ambientales hídricos para la conservación del bosque y alivio a la pobreza, Región San Martín [en línea]. San Martín: CEDISA: 2014 [Fecha de consulta: 10 de junio de 2017].

Disponible en:

[https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiytuyJuuVWAhVKI5AKHXUNCVkJQFggqMAE&url=http%3A%2F%2Fservicioecosistemas.minam.gob.pe%2FdescargararchivofichaRSEH%3Ffile%3DLINEA%2520DE%2520BASE%2520PSAH%2520CUMBAZA.pdf%26id\\_rseh\\_ficha%3D18&usg=AOvVaw2VMYn1v6F5TUi-88AD0zom](https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiytuyJuuVWAhVKI5AKHXUNCVkJQFggqMAE&url=http%3A%2F%2Fservicioecosistemas.minam.gob.pe%2FdescargararchivofichaRSEH%3Ffile%3DLINEA%2520DE%2520BASE%2520PSAH%2520CUMBAZA.pdf%26id_rseh_ficha%3D18&usg=AOvVaw2VMYn1v6F5TUi-88AD0zom)

CHAVEZ, Ángela. Modelos hidrológicos para la generación de caudales diarios en las cuencas de los ríos Pisco y San Juan – Ica. Tesis (ingeniero Agrícola). Lima. Universidad Nacional Agraria la Molina, 2016.

Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1956>

CONDESAN. Informe del DHR en la microcuenca del río Cumbaza [en línea]. San Martín: Lamas y Tarapoto: 2014 [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2017].

Disponible en: [http://www.sunass.gob.pe/MRSE/5info3\\_cumbaza\\_vs5\\_10\\_12\\_2014.pdf](http://www.sunass.gob.pe/MRSE/5info3_cumbaza_vs5_10_12_2014.pdf)

CORONEL, Noemí y CEDISA. Recuperación de los servicios ecosistémicos en la sub cuenca del río cumbaza, provincias de san Martín y Lamas, región san Martín [en línea]. San Martín: CEDISA, 2014 [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2017].

Disponible en: [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PA00KXK5.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00KXK5.pdf)

ECHEVARRIA, Ligia y OROZCO, Ricardo. Disponibilidad del recurso hídrico en la microcuenca del río Bermúdez. Región Central de Costa Rica. Tesis (.....). Costa Rica: Universidad Nacional de Costa Rica, 2015.

Disponible en <https://revistas.ucm.es/index.php/OBMD/article/viewFile/51289/47595>

GARCÍA, María, PIÑEROS, Andrea, BERNAL, Fabio y ARDILA, Estefanía. Variabilidad climática, cambio climático y el recurso hídrico en Colombia. Revista de ingeniería, 36(1): 60-64, julio 2012.

ISSN: 0121-4993

GONZALES, Frank, ORTEGON, Julián. Cálculo del caudal de la cuenca hidrológica de la quebrada Guaguaqui, del departamento de Boyacá, por el método racional. Tesis (Tecnóloga en Construcciones Civiles). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José De Caldas, 2016. [ Fecha de consulta 07 julio 2017] Disponible en <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3184/2/C%3%81LCULO%20DEL%20CAUDAL%20DE%20LA%20CUENCA%20HIDROL%3%93GICA%20DE%20LA%20QUEBRADA%20GUAGUAQUI%2C%20DEL%20DEPARTAMENTO%20DE%20BOYAC%3%81%2C%20POR%20EL%20M%3%89TODO%20RACIONAL.pdf>



LLAUCA, Harold. Estudio del balance hídrico superficial de las cuencas del Anya y del Mchique, departamento de Junín – Perú. Tesis (ingeniero Agrícola). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2014.

Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1833>

LEON, Karen. Análisis espacio-temporal de las precipitaciones y caudales durante los eventos el niño (1982-83 y 1997-98) en la costa norte peruana. Tesis (Ingeniero Agrícola). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2014.

Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1866>

LÓPEZ, Roaldo, RAMÍREZ, Williams y CIPRA, Wilmer. Aplicación del GIS en la caracterización edafoclimática, del distrito de Cacatachi – provincia de San Martín, con fines de producción agrícola rentable y sostenible, 2014, Tarapoto-San Martín. Tesis (ingeniero Agrícola). Universidad Nacional San Martín. Disponible en <http://tesis.unsm.edu.pe/jspui/handle/11458/1016>

PARRA, Arturo. Modelamiento y manejo de las interacciones entre la hidrología, la ecología y la economía en una cuenca hidrográfica para la estimación de caudales ambientales. Tesis de Maestría (Magister en Ingeniería - Recursos Hidráulicos). Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2012.

Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/9163/1/71194057.2013.Parte1.pdf>

PEÑARRETA, Robert. Evaluación del efecto de cambio climático en los cultivos de Santa Rosa de Cusubamba, Canton Cayambe, provincia de Pichincha. (Tesis de maestría). Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas. Salgado. 2015.

Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12373/1/T-ESPE-049610.pdf>

RAMIREZ, Carlos. Variabilidad climática local y su relación con eventos del fenómeno del niño-oscilación del sur (enso) en la vertiente del pacífico. Tesis de Titulación (Ingeniero Agrónomo – Cultivos tropicales) Guatemala: Universidad Rafael Landívar, 2015.

Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/17/Ramirez-Carlos.pdf>

UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA.

Evaluación Inicial de Caudales Ecológicos/Ambientales en la cuenca del río Huasco-Chile [en línea]. Quito: UICN, 2012 [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2017].

Disponible en: [https://cmsdata.iucn.org/downloads/estudiocaudalambientalhuasco\\_chile.pdf](https://cmsdata.iucn.org/downloads/estudiocaudalambientalhuasco_chile.pdf)

ZALASAR, HUERTADO, SERIO. Predictibilidad de las anomalías de precipitación durante el

ciclo de los cultivos de verano de la región pampeana, Argentina. [en línea]. UBA; 2013

[Fecha de consulta: 20 de mayo de 2017]. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/268522311\\_Predictibilidad\\_de\\_las\\_anomalias\\_de\\_precipitacion\\_durante\\_el\\_ciclo\\_de\\_los\\_cultivos\\_de\\_verano\\_en\\_la\\_Region\\_Pampeana\\_de\\_la\\_Argentina](https://www.researchgate.net/publication/268522311_Predictibilidad_de_las_anomalias_de_precipitacion_durante_el_ciclo_de_los_cultivos_de_verano_en_la_Region_Pampeana_de_la_Argentina)

# **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de consistencia

**Título:** Evaluación del caudal en la cuenca del río Cumbaza en el Periodo Climatológico 1986 a 2016, departamento de San Martín 2017.

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cuál es el comportamiento del caudal de la cuenca del río Cumbaza en base al registro climatológico de 1986 al 2016, en el departamento de San Martín?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Evaluar el caudal de la cuenca del río Cumbaza, a través de data climatológica en el período 1986 a 2016.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlacionar la precipitación con el caudal de la cuenca del río Cumbaza a través de la data climatológica de las estaciones meteorológicas San Antonio, Tarapoto y El Porvenir en el período 1986 a 2016.</li> <li>• Correlacionar la temperatura con el caudal de la cuenca del río Cumbaza a través de la data climatológica de las estaciones meteorológicas San Antonio, Tarapoto y El Porvenir en el período 1986 a 2016.</li> <li>• Comparar los caudales anuales de la cuenca del río Cumbaza, de los últimos 30 años.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>Hipótesis implícita. Se busca conocer el caudal actual y la variación del mismo en los últimos 30 años.</p>	<p><b>Técnica</b></p> <p>Elaboración de gráficos estadísticos.</p> <p><b>Instrumentos</b></p> <p>lista de chequeo</p>
<p><b>Diseño de investigación</b></p>	<p><b>Población y muestra</b></p>	<p><b>Variables y dimensiones</b></p>	
<p>Como diseño de la investigación descriptiva se utilizará la casilla única. En la investigación se evaluará el caudal del río Cumbaza, en función a información climatológica del mismo del mismo río.</p> <p><b>X</b> → <input type="checkbox"/></p>	<p><b>Población</b></p> <p>Registro total climatológico de las estaciones meteorológica (San Antonio, Tarapoto, El porvenir, Cumbaza).</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>Registro climatológico de los últimos 30 años (1986 - 2016) de las estaciones meteorológica (San Antonio, Tarapoto, El porvenir, Cumbaza).</p>	<p><b>Univariable:</b> Evaluación del caudal de la cuenca de río Cumbaza.</p>	

Anexo 2: Lista de chequeo

LISTA DE CHEQUEO DE DATA CLIMATOLOGICA				
N°	Parámetros climatológicos	Recibido		Periodo
		Si	No	
a). Estación Meteorológica San Antonio				
1	Precipitación total mensual (mm)	X		1986-2016
2	Temperatura máxima promedio mensual (°c)	X		2005-2016
3	Temperatura mínima promedio mensual (°c)	X		2005-2016
b). Estación Meteorológica Tarapoto				
4	Precipitación total mensual (mm)	X		2000-2016
5	Temperatura máxima promedio mensual (°c)	X		2000-2016
6	Temperatura mínima promedio mensual (°c)	X		2000-2016
c). Estación Meteorológica El Porvenir				
7	Precipitación total mensual (mm)	X		1986-2016
8	Temperatura máxima promedio mensual (°c)	X		1986-2016
9	Temperatura mínima promedio mensual (°c)	X		1986-2016
d.) Estación Hidrológica Cumbaza				
10	Caudal máximo promedio mensual ( m3/s)	X		1995-2016
11	Caudal mínimo promedio mensual ( m3/s)	X		1995-2016

Anexo 3: Validación de instrumento.

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Torres Delgado Troy  
 Institución donde labora : Autoridad Nacional del Agua  
 Especialidad : Gestión de la Calidad de los Recursos Hídricos  
 Instrumento de evaluación : Lista de chequeo  
 Autor (s) del instrumento (s): Kelvin Petric Volpatis Negra

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Caudal del río Cumbaza</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Caudal del río Cumbaza</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: <b>Caudal del río Cumbaza</b> manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable <b>Caudal del río Cumbaza</b>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						47

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento es valido y puede ser aplicado

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

47

Tarapoto 21 de enero de 2018

**Bigo. Fray Torres Delgado**  
 Doctor en Ciencias Ambientales  
 C.B.P. 7568

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: GUTIÉRREZ LÓPEZ JORGE FERNANDO  
 Institución donde labora : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - I  
 Especialidad : ECONOMISTA - MAGISTER "GESTIÓN PÚBLICA"  
 Instrumento de evaluación : LISTA DE CHEQUEO  
 Autor (s) del instrumento (s): KELVIN PETRIC VALLEJOS NEYRA

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Caudal del río Cumbaza</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Caudal del río Cumbaza</b> .					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: <b>Caudal del río Cumbaza</b> manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable <b>Caudal del río Cumbaza</b> .					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						47

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los objetivos propuestos por lo tanto se puede aplicar.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 47

Tarapoto ..... de ..... de 2018



Econ. Mg. Jorge F. Gutiérrez López  
 CERSM N° 191





## INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

## I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Portella Melgarejo Deliz Esperanza  
 Institución donde labora : Laboratorio Referencial Regional de San Martín  
 Especialidad : Ciencias con Mención en Gestión Ambiental  
 Instrumento de evaluación : Lista de chequeo  
 Autor (s) del instrumento (s): Kevin Petric Vallegos Nayra

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>Caudal del río Cumbaza</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>Caudal del río Cumbaza</b> .					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable: <b>Caudal del río Cumbaza</b> manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.			X		
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable <b>Caudal del río Cumbaza</b> .				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						45

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

## III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento lista de chequeo reúne los requisitos técnicos para su aplicación.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 45

  
 El Sr. Kevin Petric Vallegos Nayra  
 C.B.P. 1175

Tarapoto 21 de enero de 2018



Anexo 4: Carta de solicitud de informacion climatologica.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

"AÑO DEL DIÁLOGO Y LA RECONCILIACIÓN NACIONAL"

Tarapoto, 03 de Octubre de 2018

**OFICIO 059-2018-UCV-T/EPIA**

Señor:  
**ING. DANIEL ENRIQUE SÁNCHEZ LAUREL**  
**DIRECCIÓN ZONAL 9**  
**SENAMHI**

Presente. -

Asunto : SOLICITA DATA CLIMATOLÓGICA DE CAUDAL PROMEDIO MÍNIMO.

*De mi especial consideración:*

*Es grato dirigirme a usted para saludarle en nombre de la Universidad César Vallejo y en especial de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental - Filial Tarapoto, al mismo tiempo presentar al tesista **VALLEJOS NEYRA, KELVIN PETRIC** quien viene desarrollando el proyecto de investigación denominado: "Evaluación del caudal en la cuenca del rio cumbaza en el periodo climatológico 1986 a 2016, departamento de San Martín".*

*En tal sentido, solicito a usted tenga a bien autorizar el permiso para realizar el proyecto y concluir con su investigación.*


*Sin otro particular y a la espera de poder contar con su apoyo, me despido de usted expresándoles mi consideración más distinguida.*

*Atentamente,*



**Mg. Zaidith Nancy Garrido-Campaña**  
Coordinadora de la Escuela Profesional de Ing. Ambiental  
UCV - Filial Tarapoto

Anexo 5: Acta de aprobación de originalidad de tesis.

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Mg. Zedith Nancy Garrido Campaña, docente de la Facultad Ingenierías y Escuela Profesional Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto, revisor (a) de la tesis titulada

"EVALUACIÓN DEL CAUDAL EN LA CUENCA DEL RÍO CUMBAZA EN EL PERIODO CLIMATOLÓGICO 1986 A 2016, DEPARTAMENTO DE SAN MARTIN, 2017", del (de la) estudiante Kelvin Petric Vallejos Neyra, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Cacatachi, 29 de enero del 2019

  
-----  
**Mg. Zedith Nancy Garrido Campaña**  
DNI: 43235341

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Anexo 6: Porcentaje del turnitin.

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface. The main document content is as follows:

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Evaluación del caudal en la cuenca del río Cumbaza en el Periodo Climatológico 1986 a 2016, departamento de San Martín 2017”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**  
Kelvin Petric Vallejos Neyra

On the right side, the 'Match Overview' panel shows a total match percentage of 19%. Below this, a list of matches is provided:

Match Number	Source	Match Percentage
1	pdf.usaid.gov	2%
2	reportorio.pcv.edu.pe	1%
3	www.fahgfa.unal.edu...	1%
4	www.net.igg.gob.pe	1%
5	Submitted to Univers...	1%
6	www.ine.gob.pe	1%
7	alista.concytes.gob.pe	1%
8	www.mesaenfajate.net	1%
9	myskic.es	1%
10	reportorio.ajp.org.edu...	1%

At the bottom of the window, the status bar indicates 'Page: 1 of 85' and 'Word Count: 16635'. The system tray at the very bottom shows the date and time as '10/12/2023 10:00 AM'.

Anexo 7: Autorización de publicación de tesis al repositorio

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Kelvin Petric Vallejos Neyra, identificado con DNI N° 75474175, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, autorizo  . No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Evaluación del caudal en la cuenca del río Cumbaza en el Periodo Climatológico 1986 a 2016, departamento de San Martín 2017"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

  
FIRMA

DNI: 75474175

FECHA: 30 de enero del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Anexo 8: Autorización de la versión final del trabajo de investigación



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

**Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara**  
**Directora de Investigación**

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

---

**Kelvin Petric Vallejos Neyra**

INFORME TÍTULADO:

---

**Evaluación del caudal en la cuenca del río Cumbaza en el Periodo  
Climatológico 1986 a 2016, departamento de San Martín 2017**


PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

**Ingeniero Ambiental**

SUSTENTADO EN FECHA: 14 de diciembre de 2017

NOTA O MENCIÓN: 13

  
**Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara**  
**DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN**  
**UCV - TARAPOTO**