



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

**“Escenarios climatológicos al 2030 para la identificación de los eventos
extremos en la cuenca media y alta del río Chillón-2018”**

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

AUTORA:

Rosa Isabel Torres Cayatopa

ASESOR:

Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión de Riesgo y Adaptación al Cambio Climático

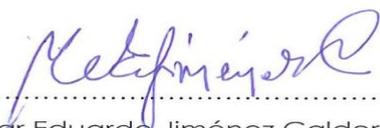
Lima– Perú

2018-II

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) ROSA ISABEL TORRES CAYATOPA, cuyo título es: ESCENARIOS CLIMATOLOGICOS AL 2030 PARA LA IDENTIFICACION DE LOS EVENTOS EXTREMOS EN LA CUENCA MEDIA Y ALTA DEL RIO CHILLON-2018.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 10 (número)
Diez.....(letras).

Los Olivos...13 de diciembre..... del 2018



.....
Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
PRESIDENTE



.....
Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza
SECRETARIO




.....
Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez
VOCAL

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

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se la dedico a mis padres, que son ejemplo de perseverancia esfuerzo, amor, apoyo incondicional cada día, por eso les agradezco de corazón, en reconocimiento a todo el sacrificio que hicieron por mí, para que yo pueda terminar mi carrera profesional con éxito.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, por darme una luz de esperanza, fe, salud y poder culminar este trabajo.

Un agradecimiento especial a mi asesor Dr. Juan Julio Ordoñez Gálvez por la ayuda brindada, paciencia y sobretodo su motivación durante todo el desarrollo de la tesis, también un reconocimiento a mis docentes, amigos, familiares y hermanos que siempre están conmigo en cada momento.

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo Rosa Isabel Torres Cayatopa con DNI N° 48380892, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima 13 de diciembre de 2018



Rosa Isabel Torres Cayatopa

PRESENTACION

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “Escenarios climatológicos al 2030 para la identificación de los eventos extremos en la cuenca media y alta del río Chillón-2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

Rosa Isabel Torres Cayatopa

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DEL JURADO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARACION DE AUTENTICIDAD.....	iv
PRESENTACION.....	v
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática.....	2
1.2. Trabajos previos.....	3
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	10
1.3.1. Marco teórico.....	10
1.3.1.1. Comportamiento del clima.....	10
1.3.1.2. Elementos del clima.....	10
1.3.1.3. Características geomorfológicas de la cuenca.....	12
1.3.1.4. Análisis de consistencia de elementos climatológicos.....	13
1.3.1.5. Análisis de tendencia.....	14
1.3.1.6. Arc Gis.....	14
1.3.1.7. Escenarios climáticos.....	15
1.3.2. Marco conceptual.....	15
1.4. Formulación del problema.....	16
1.4.1. Problema general.....	16
1.4.2. Problemas específicos.....	16
1.5. Justificación del estudio.....	16
1.6. Hipótesis.....	18
1.6.1. Hipótesis general.....	18
1.6.2. Hipótesis específicas.....	18
1.7. Objetivo.....	18
1.7.1. Objetivo general.....	18
1.7.2. Objetivos específicos.....	18
II. MÉTODO.....	19

2.1. Diseño de investigación.....	19
2.1.2. Procedimiento de trabajo de investigación.....	19
2.1.2.1. Ubicación del área	19
2.1.2.2. Recopilación de información.....	20
2.1.2.3. Trabajo en gabinete.....	20
2.2. Operacionalización de variables.....	22
2.3. Población y muestra.....	23
2.3.1. Población... ..	23
2.3.1. Muestra.....	23
2.3.2. Muestreo... ..	23
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	23
2.4.1. Técnicas.....	23
2.4.2. Instrumentos	24
2.4.3. Validación y confiabilidad del instrumento.....	24
2.5. Métodos de análisis de datos	25
2.6. Aspectos éticos	25
III. RESULTADOS	25
3.1. Características de la sub cuenca media y alta del río Chillón.....	25
3.2. Comportamiento histórico climático (precipitación y temperatura).....	37
3.3. Escenarios climatológicos	39
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	75
V. CONCLUSIONES	79
VI. RECOMENDACIONES	80
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	81
VIII. ANEXOS	91

LISTA DE TABLAS

Tabla N° 1. Operacionalización de variables	22
Tabla N° 2. Docentes que validaron los instrumentos	24
Tabla N° 3. Alfa de Cronbach	26
Tabla N° 4. Análisis por elementos	26
Tabla N° 5: Coeficiente de Alfa de Cronbach final.....	27
Tabla N° 6: Características de la cuenca media y alta del río Chillón.....	28
Tabla N° 7. Tipos de cobertura vegetal por piso altitudinal.....	28
Tabla N° 8. Población total en la sub cuenca media y alta del río Chillón	29
Tabla N° 9. Actividades que se realizan en la Sub cuenca media y alta	29
Tabla N° 10. Respuestas de la primera pregunta de la encuesta	30
Tabla N° 11. Respuestas de la segunda pregunta de la encuesta.....	31
Tabla N° 12. Respuestas de tercera pregunta de la encuesta.....	32
Tabla N° 13. Respuestas de cuarta pregunta de la encuesta.....	33
Tabla N° 14. Respuestas de la quinta pregunta de la encuesta.....	34
Tabla N° 15. Respuestas de la sexta pregunta de la encuesta	35
Tabla N° 16. Respuestas de la séptima pregunta de la encuesta	36
Tabla N° 17. Respuestas de la octava pregunta de la encuesta	37
Tabla N° 18. Respuestas de la novena pregunta de la encuesta	36
Tabla N° 19: Respuestas de la décima pregunta de la encuesta.....	38
Tabla N° 20: Promedios multianuales de precipitación del periodo 1980-2017.....	39
Tabla N° 21. Promedios multianuales de temperatura promedio, máxima, mínima periodo 1980-2017.....	41
Tabla N° 22. Escenarios de precipitación total anual al 2030 (mm).....	43
Tabla N° 23: Escenarios de precipitación total anual al 2030 (mm).....	44
Tabla N° 24. Escenarios de precipitaciones total anual al 2030 (mm).....	45
Tabla N° 25. Escenarios de precipitación total anual al 2030 (mm).....	47
Tabla N° 26. Escenarios de precipitación total anual al 2030 (mm).....	48
Tabla N° 27. Escenarios de precipitación total anual al 2030 (mm).....	50
Tabla N° 28. Escenarios de temperatura promedio total anual al 2030 (° C).....	51

Tabla N° 29. Escenarios de temperatura máxima total anual al 2030 (°C).....	52
Tabla N° 30: Escenarios de temperatura mínima total anual al 2030 (° C).....	54
Tabla N° 31. Escenarios de temperatura promedio anual total al 2030 (°C).....	55
Tabla N° 32. Escenarios de temperatura máxima total anual al 2030 (°C).....	57
Tabla N° 33. Escenarios de temperatura mínima total anual al 2030 (°C).....	59
Tabla N° 33. Escenarios de anomalías de precipitación total anual al 2030 (mm).....	61
Tabla N° 34. Escenarios de anomalías de precipitación total anual al 2030 (mm).....	62
Tabla N° 35. Escenarios de anomalías de precipitación total anual al 2030 (mm).....	64
Tabla N° 36. Escenarios de anomalías de precipitación total anual al 2030 en (mm)...	65
Tabla N° 37. Escenarios de anomalías de precipitación total anual al 2030 (mm).....	66
Tabla N° 38. Escenarios de anomalía de precipitación total anual al 2030 (mm).....	68
Tabla N° 39. Escenarios de anomalías de temperatura promedio total anual (°C).....	69
Tabla N° 40. Escenarios de anomalías de temperatura máxima anual al 2030 (°C).....	70
Tabla N° 41. Escenarios de anomalías de temperatura mínima anual al 2030 (° C).....	71
Tabla N° 42. Escenarios de anomalías de temperatura promedio anual al 2030 (°C).....	72
Tabla N° 43. Escenarios de anomalías de temperatura máxima anual al 2030 (° C).....	73
Tabla N° 44: Escenarios de anomalías de temperatura mínima anual al 2030(° C).....	74
Tabla N° 45. Probabilidades de escenarios de anomalías de precipitación al 2030.....	77
Tabla N° 46. Probabilidades de escenarios de anomalías de temperaturas promedio, máxima y mínima al 2030.....	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Zonificación funcional de una cuenca.....	12
Figura 2. Modelo de regresión lineal	14
Figura 3: Diagrama de flujo de procesamiento de datos.....	21
Figura 4. Base de datos generada en SPSS.....	25
Figura 5: Coeficiente de Alfa de Cronbach	25
Figura 6: Representación gráfica de las repuestas - primera pregunta.....	31
Figura 7. Representación gráfica de las respuestas-segunda pregunta.....	32
Figura 8. Representación gráfica de las respuestas-tercera pregunta.....	33
Figura 9. Representación gráfica de las respuestas-cuarta pregunta.....	34
Figura 10. Representación gráfica de las respuestas-quinta pregunta	35
Figura 11. Representación gráfica de las respuestas -sexta pregunta	36
Figura 12. Representación gráfica de las respuestas-séptimas pregunta.....	37
Figura 13. Representación de gráficos de las respuestas-octava pregunta.....	38
Figura 14. Representación de gráficos de las respuestas-novena pregunta	39
Figura 15. Representación gráfica de las respuestas-decima pregunta	40
Figura 16. Escenarios de precipitación al 2030 – Estación: Canta	44
Figura 17. Escenarios de precipitación al 2030, estación: Pariacancha.....	45
Figura 18. Escenarios de precipitación al 2030, estación meteorológica Huaros	47
Figura 19. Escenarios de precipitación al 2030, estación: Huamantanga	48
Figura 20. Escenarios de precipitación al 2030, estación: Arahuaay	49
Figura 21. Escenarios de precipitación al 2030, estación: Lachaqui	50
Figura 22. Escenarios de temperatura promedio al 2030, estación: Canta	52
Figura 23. Escenarios de temperatura máxima al 2030, estación: Canta.....	54
Figura 24. Escenarios de temperatura mínima al 2030, estación: Canta	55
Figura 25. Escenarios de temperatura promedio al 2030, estación Ñaña	56
Figura 26. Escenarios de temperatura máxima al 2030, estación: Ñaña.....	57
Figura 27. Escenarios de temperatura mínima al 2030, estación Ñaña	59

Figura 28. Escenarios de Anomalías de precipitación al 2030, estación: Canta.....	61
Figura 29. Escenarios de Anomalías de precipitación al 2030, estación Pariacancha.....	63
Figura 30. Escenarios de Anomalías de precipitaciones al 2030, estación: Huaros	65
Figura 31. Escenarios de Anomalías de precipitación al 2030, estación: Huamantanga	66
Figura 32. Escenarios de Anomalías de precipitación al 2030, estación: Arahua y	67
Figura 33. Escenarios de Anomalías de precipitación al 2030, estación: Lachaqui	68
Figura 34. Escenarios de Anomalías de temperatura promedio, estación: Canta	69
Figura 35. Escenarios de anomalías de temperatura máxima, estación: Canta.....	71
Figura 36. Escenarios de temperatura mínima, estación: Canta	72
Figura 37. Escenarios de anomalías de temperatura al 2030 promedio-estación meteorológica Ñaña.....	73
Figura 38. Escenarios de Anomalías de temperatura máxima al 2030....	74
Figura 39. Escenarios de Anomalías de temperatura mínima al 2030.....	75

RESUMEN

La presente investigación titulada escenarios climatológicos al 2030 para la identificación de los eventos extremos en la cuenca media y alta del río Chillón, tiene como objetivo principal identificar eventos extremos en función a escenarios climatológicos al 2030. La información de datos meteorológicos de temperatura y precipitación que se utilizó en el desarrollo de la investigación corresponden del periodo de 1980 hasta el 2017, lo cual fue proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

Para el desarrollo de la presente de la investigación, nos apoyamos en diversos instrumentos como el software Arc Gis 10.3, la hoja de cálculo Excel, SPSS, instrumentos para el levantamiento de información de campo, cuestionario, libreta de campo para la recolección de datos del área de estudio, con el fin de determinar las características hidrogeomorfológicas de la sub cuenca media y alta del río Chillón e identificar eventos extremos en base a los escenarios climatológicos generados.

Como resultados se obtuvo los escenarios climatológicos generados hacia el año 2030, en función al comportamiento y tendencia de las series históricas analizadas, permitiendo de esta manera identificar la posibilidad de eventos extremos asociados a excesos de precipitación con años muy húmedos (inundación) en la parte media y baja del río Chillón; debido a que el promedio de anomalía en el 2017 fue de +107, 61 mm, mientras que para el año 2030 se estima el valor de +224,19 mm. Además se identificó eventos extremos asociados a temperaturas mínimas bajas, probabilidad de presencia de heladas al 2030.

Palabras claves: Eventos extremos, temperatura, precipitación, escenarios, cuenca.

ABSTRACT

The present investigation entitled climatological scenarios to 2030 for the identification of extreme events in the middle and upper watershed of the Chillón River, has as main objective to identify extreme events according to climatological scenarios to 2030. The meteorological data information of temperature and precipitation that It was used in the development of the research correspond to the period from 1980 to 2017, which was provided by the National Service of Meteorology and Hydrology of Peru (SENAMHI).

For the development of this research, we rely on various tools such as the Arc Gis 10.3 software, the Excel spreadsheet, SPSS, tools for the collection of field information, questionnaire, field notebook for data collection of the area of study, in order to determine the hydrogeomorphological characteristics of the middle and upper sub-basin of the Chillón River and to identify extreme events based on the climatological scenarios generated.

As a result, the climatological scenarios generated towards the year 2030 were obtained, according to the behavior and trend of the historical series analyzed, thus allowing to identify the possibility of extreme events associated with excess rainfall with very wet years (flood) in the middle and lower of the Chillón river; because the average anomaly in 2017 was +107, 61 mm, while for the year 2030 the value of +224.19 mm is estimated. In addition, extreme events associated with low minimum temperatures were identified, probability of frost to 2030.

Keywords: Extreme events, temperature, precipitation, scenarios, basin.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel global el índice de incremento de los gases de efecto invernadero de manera descontrolada, está originando alteraciones significativas a la variabilidad climática, es decir, en algunas zonas las temperaturas se irán incrementando y en otra disminuirá en relación a su normal térmica, ocasionando eventos extremos que afectan de manera directa al planeta. En el Perú, venimos apreciando que la variabilidad climática experimenta cambios en el patrón del comportamiento del ciclo hidrológico, generándose en las cuencas eventos extremos recurrentes como: inundaciones o sequías. La ciudad de Lima, asentada en un inicio en la parte baja de la cuenca del río Rímac, ha experimentado un crecimiento acelerado extendiéndose no solo en el valle sino alcanzando la parte media y las zonas de inter cuencas entre Chillón y Lurín, procesos que dan origen a la contaminación en la cuenca. El río Chillón no escapa a esta vorágine antrópica, debido a que viene experimentando un proceso de expansión urbana en su valle, generándose fuertes presiones en el ecosistema, que sostienen el cambio climático.

En el 2017, producto del fenómeno del niño costero, en la parte alta de la cuenca se produjo intensas lluvias que incrementó el caudal del río por encima de su nivel normal y como consecuencia se originó eventos extremos, tales como desbordes y huaycos en la cuenca media y baja principalmente y heladas en la parte alta del río, perjudicando a las localidades ubicadas en la franja ribereña.

Esto me ha llevado a plantear el presente proyecto de investigación, bajo la línea de cambio climático; la cual permitirá conocer los escenarios climáticos para la cuenca media y alta del río Chillón hacia el 2030 y las incidencias que esto generará en las comunidades de Canta, Huaros y Obrajillo.

1.1.REALIDAD PROBLEMÁTICA

El cambio climático a nivel mundial hoy en día viene siendo un problema bien delicado, ya que la variabilidad del clima se genera producto del aumento de los gases de efecto invernadero que ocasiona la actividad antrópica. Los efectos del cambio climático están afectando de manera drástica al continente africano a pesar de que emite el 3% de emisiones de gases de efecto invernadero. (Andaluz, 2016).

La mayor concentración de los gases de efecto invernadero es producido por países industrializados. Sin embargo, en América Latina se desarrollan actividades industriales, el transporte, la agricultura, la silvicultura y la acumulación de residuos que generan estas clases de gases. Ya que el cambio climático va en aumento debido a la degradación, tala de árboles, cambios en los usos de suelo. (Herrán, 2012, p.4).

Por consiguiente, todo esto origina que las diferentes comunidades de América Latina estén sufriendo daños debido al aumento de nivel del mar que principalmente ocasiona malestar a las viviendas cercanas a las costas de Océano Pacífico y Atlántico. El incremento de la temperatura del mar produce desequilibrios en los ciclos de vida de flora y fauna acuática, afectando a los pobladores, ya que estas actividades son su sustento principal. (Herrán, 2012, p.5).

El Perú se considera uno de los países más vulnerables al cambio climático por su ubicación geográfica. Según el diario Perú 21 (2014) menciona que el cambio climático está afectando a las cuencas de los ríos a nivel nacional, según la directora de meteorología aplicada del SENAMHI dice que en los próximos 15 años se viene evidenciando notables cambios en el patrón climático de nuestro país, un caso es el valle del río Mantaro que ha disminuido las lluvias y por ende la capital limeña tendrá escasez del recurso hídrico. La cuenca del río Chillón, es una de las principales fuentes para la sostenibilidad de la población asentada en la parte media y baja, sin embargo, en las últimas décadas la parte baja de la cuenca ha experimentado un incremento en la demanda poblacional, según (Reyes, 2012, p.36).

En las últimas décadas las áreas ocupadas han ido aumentando fuertemente, en el año de 1993 se ocupaba 21 240 hectáreas y actualmente se ocupa 26 939 hectáreas, por ende se puede determinar que la población está creciendo sobre esta cuenca del Chillón a un ritmo acelerado. Lo que se traduce en una pérdida de terrenos agrícolas, puesto que la expansión

podría alcanzar hasta la cuenca media, la cual va generar problemas drásticos a la cuenca tanto baja como media. Los pobladores de las localidades de Canta y Obrajillo, se dedican mayormente a las actividades de agricultura, ganadería y turismo, por la cual, esto implica un mayor uso de suelo, aumento de residuos sólidos, disminución de áreas verdes, todo esto va generar un problema ambiental y por ende degradación de recursos hídricos.

Hay indicios que el clima está cambiando y generando la ocurrencia de eventos extremos, como consecuencia de la variabilidad de los patrones de comportamiento de los elementos climatológicos. Según El Comercio (2012) afirma que el especialista de recursos hídricos del SENAMHI mencionó que el volumen del agua del río se incrementó de 10.6 a 24.3 metros cúbicos por segundo, lo cual significa que aumentó en 128% respecto a su nivel normal. Asimismo, en la parte baja de la cuenca de acuerdo al diario Perú 21 (2017) se registró el desborde del río Chillón, en medio del distrito de Puente Piedra, por lo cual la Panamericana Norte se vió inundada por las aguas con barro que discurrieron del río. Por otro lado la provincia de Canta ha sido la más azotada por la naturaleza, las comunidades de Santa Rosa de Quives, Yangas, Lucahuasi han sufrido daños colaterales a causa de las torrenciales lluvias, y los desbordes de la cuenca del río Chillón. (República, 2017).

1.2 TRABAJOS PREVIOS

SEELMANN, D. (2017) en su tesis “Evaluación del impacto del cambio climático en eventos extremos. Análisis de riesgo de sequías e inundaciones usando métodos simples” en esta investigación se usó data de proyección, bajo escenarios de RCP 8.5, con cuatro modelos distintos de circulación global en los ríos Maipo, Maule, Biobo. Se analizó series de temperaturas, precipitaciones y caudales, utilizando hidrograma unitario triangular a diferentes periodos para evaluar riesgo de crecidas, así como de precipitación y caudal para determinar índice de aridez.

Como resultado se obtuvo disminución en eventos húmedos y aumentos en eventos secos, donde la cuenca del río Biobo presenta mayor tendencia hacia sequías meteorológicas.

MORA, B y REYES, V. (2013) en su trabajo de investigación “Análisis de tendencias y variación anual e interanual de las precipitaciones (Periodo: 1957-2006) en la cuenca del Río Bocono, estado Trujillo, Venezuela”. se seleccionó 7 estaciones climatológicas de la cuenca alta y media del río Bocono, el estudio comprendió un rango temporal que abarca desde 1957 a 2006, variando para cada estación en función de la disponibilidad de los

registros históricos de las precipitaciones, luego se usó el Excel donde se realizó la transcripción de los datos de cada estación, luego se analizó las series temporales de las estaciones de la cuenca comenzando con la elaboración de gráficos de serie temporales , luego se aplicó la metodología ARIMA para el análisis estadístico con mayor detalle. Como resultados la variación anual por el incremento de precipitaciones en relación con el año de referencia y descensos de los montos anuales a partir de los noventa. La VIA evidencia periodos de dos años para lluvias continuas y sequías leves. Los pronósticos 2010-2015 manifiestan tendencia ascendente de las precipitaciones.

ASFAW, A. [et al]. (2018) en su artículo científico “Análisis de la tendencia de las series temporales y de la variabilidad de las precipitaciones y la temperatura en el centro-norte de Etiopía: un estudio de caso en la sub cuenca de Woleka” se usó análisis de tendencias para inspeccionar la variación de lluvias y temperatura usando datos por mes de temperatura y precipitación de 1901 hasta el 2014, su metodología consiste en analizar la data mediante coeficiente de variación, índice de anomalía e índice de concentración de precipitación , para identificar la tendencia de series de tiempo se utilizó la prueba de Mann-Kendall. Como resultado se obtuvo que la precipitación anual a disminuido con una tasa de 15.03, 1.93 y 13.12 mm por década. La tendencia anual a disminución de precipitación fue estadísticamente significativa. Las tasas de cambio de temperatura fueron de 0.046, 0.067 y 0.026 °C. Por década, el resultado de la prueba de Mann- Kendall presento una tendencia creciente para temperaturas media y mínima a periodo largo.

TIAN, Q. y YANG, S. (2017) en su artículo científico “Respuesta climática regional al calentamiento global: tendencias de la temperatura y la precipitación en las cuencas de los ríos Amarillo, Yangtzé y Perla desde la década de 1950” su fin es investigar el efecto de calentamiento global en las tendencias de temperatura y precipitación en las cuencas de los ríos Amarillo, Yangtzé y Perla de China desde el año 1956-2013. En este periodo de tiempo, la tasa media de calentamiento en las 3 cuencas es de 0.22 °C cada 10 años, la cual mostro una gran variabilidad espacial en las cuencas, tienden a aumentar con la latitud y elevación hacia ciudades grandes, la tasa de calentamiento cambia de acuerdo a la estación, en verano disminuyó más , cada 0.14 °C y fue más alta en invierno variando 0.29 °C cada diez años, puesto a las tendencias de calentamiento no se presentaron incremento o disminución estadísticamente significativa en lluvias en las 3 cuencas durante los 58 años.

ESQUIVEL, G. [et al]. (2017) En su trabajo de investigación “Modelación de la cuenca del norte árido de México y su respuesta a cambios ambientales” que tiene como objetivo evaluar el impacto de las variaciones de los patrones climáticos sobre el escurrimiento de la cuenca del río Sextin mediante el modelo hidrológico Water Evaluation and Planning System (WEAP). Se generaron escenarios regionalizados futuros de cambio climático con el modelo (LARS-WG) correspondiente a IPCC para los años 2020 y 2050. Se observó un posible incremento promedio anual de 1 °C tanto para la temperatura máxima como mínima, en ambos periodos analizados. Referente a la precipitación se proyectó un aumento, al igual que en el escurrimiento de la cuenca en los escenarios climáticos regionalizados.

CARDONA, F. [et al]. (2014) en su trabajo de investigación “Tendencias en la serie de precipitación en dos cuencas torrenciales andinas del valle de Cauca (Colombia), su objetivo es identificar cambios en la precipitación diaria registrada en las cuencas hidrográficas del río Dagua y Cali, su metodología consistió en analizar tendencias de precipitación en 18 estaciones pluviométricas de las dos cuencas mediante data de serie histórica por día, entre 21 y 56 años, luego mediante el programa de RClimDex se calculó 9 índices de extremos climáticos, pues la data fue introducida a pruebas de homogeneidad para tener la consistencia de datos. Sus resultados cambios en la precipitación, se obtuvo un incremento de precipitación total por año para el río Dagua y para el río Cali fue de 9.1 mm en las estaciones de la parte de abajo y en las zonas altas las precipitaciones se incrementaron.

CUARTAS, D. [et al]. (2017) en su revista científica “Tendencia espacial y temporal de eventos climáticos extremos en el valle geográfico del río Cauca” tuvo como objetivo describir tendencia espacial y temporal de los eventos extremos de temperatura y precipitación en el valle del río Cauca, su metodología consistió en la homogenización de data climática obtenida de las 24 estaciones climatológicas del valle del río Cauca, la cual se realizó un análisis estadístico no paramétrico de tendencias de eventos extremos tanto para temperatura y precipitación, como resultados se pudo determinar una tendencia de aumento de índices de eventos extremos del clima de acuerdo al análisis regional realizado para temperatura y precipitación.

VOLONTE (2017), en sus tesis “Geomorfología fluvial aplicada al peligro de crecidas. Cuenca del Arroyo San Bernardo, Sistema de Ventana, Argentina” en su estudio se analizó diferentes parámetros, cuyos resultados son que la cuenca del río muestra alta peligrosidad de ocurrencias de crecidas por motivos de cambios bruscos de pendiente analizado por el perfil longitudinal, usando la carta hidrogeomorfológica del río se demostraron las características hidrológicas del terreno, la capacidad de infiltración, los tipos de cauce y se identificaron áreas de muestreo a distintos grados de cobertura vegetal. La cuenca del río Arroyo San Bernardo, de acuerdo a sus condiciones naturales se halla en un área de pastizal pampaeno con especies de flora adaptada a eventos de crecidas y presenta una importante riqueza ecológica. En esta cuenca las actividades predominantes son la ganadería y agricultura. En la parte baja de sub cuenca del río Arroyo que comprende parte de la localidad de sierra de la Ventana-Argentina, donde se concentra el núcleo urbano y hayturismo.

AGUILAR, J. (2017) en su tesis “Análisis de tendencias de temperatura y precipitación pluvial en la cuenca del río Ilave” evaluó las evidencias del cambio climático en la cuenca del río Ilave, con el análisis de los efectos potenciales sobre la temperatura y precipitación pluvial, así como en los recursos hídricos, sobre la incidencia de los riesgos naturales, para ello se han recopilado importantes investigaciones que manifiestan la influencia de las variables climáticas, también se recabó información de la serie histórica de precipitaciones así como de temperaturas desde 1964 hasta 2014 a fin de analizar tendencias no paramétricas y paramétricas. En la cuenca se pronostica la variación de temperatura media de la zona baja de 1 a 3 °C que representa una tendencia leve a significativa de temperatura, zona de media de 2 °C, lo que significa un moderado ascenso de temperatura, mientras que la zona alta indica un incremento de temperatura al año 2050, la variación de precipitación zona baja 260 a 279 mm se evidencia una tendencia moderado, zona media de 260 a 24 mm significa incremento a leve de lluvia, zona alta de 49 a 113 mm se tendrá ausencia de lluvias al año 2050.

GALVEZ, P. (2018) en su investigación “Caracterización de las sequías históricas y proyectadas bajo escenarios de cambio climático en la cuenca del río Mantaro” su objetivo es determinar patrones espacio temporales de sequías históricas proyectadas para la cuenca del río Mantaro, su metodología consistió en usar métodos estadísticos e índice del método del vector regional y el índice de precipitación estandarizada con el fin de determinar las

sequías en duración intensidad y probabilidad de ocurrencia, y para evaluar las tendencias de sequías se usó el test de Mann Kendall, la cual se recopiló información de precipitación mensual de 1970 al 2010 de 37 estaciones meteorológicas. Como resultado se obtuvo la variabilidad interanual de sequías, a corto plazo se identificó mayor número de eventos de sequías en la región norte y en la región sur de la cuenca del Mantaro hay mayor probabilidad de ocurrencia, duración e intensidad de sequías extremas.

VALENCIA, J. (2017) en su tesis “Análisis espacial y temporales de las precipitaciones de la cuenca del río Ilave” analizó el comportamiento temporal y espacial de 9 estaciones pluviométricas de la cuenca del río Ilave, la cual se determinó la variación de precipitaciones, se desarrolló en dos períodos el primero de 1965 al 1989 y el segundo de 1990 al 2013 que fueron evaluados con la prueba Smirnov Kolmogorov, luego se evaluó si hay tendencias en las series de las estaciones pluviométricas a través del test estadístico Man Kendall y para determinar la distribución espacial se subdivide la cuenca en 8 sub cuencas aplicando Isoyetas mediante Arc Gis para determinar la precipitación media de las cuencas.

LEON, R. (2017) en su tesis “Modelación de la disponibilidad hídrica del río Piura, considerando la incidencia del cambio climático.” se utilizó el modelo hidrológico soil and wáter assessment (SWAT) con el fin de evaluar el comportamiento futuro de la oferta hídrica, tanto en la cuenca media y alta del río Piura, por medio de escenarios de cambio climático. El modelo SWAT se calibró y validó para un periodo de tiempo de 23 años de 1986 al 2008. Luego se usó el generador del clima Mark Sim y se trabajó con las principales variables climáticas que se proyectaron dos escenarios de forzamiento radiativo de dos modelos climáticos globales, definiéndose en cuatro escenarios futuros. Para el periodo húmedo la tendencia promedio del total de proyecciones indica como resultado un aumento de esorrentía de +71.5%, representando un 55.9 m³/s con mayor ascenso en el mes de octubre, noviembre y diciembre, y en el periodo seco disminuye en -66.1%, la cual ha disminuido en 12 m³/s, con mayor descenso en el mes de julio, agosto y setiembre.

CHURA, J. (2017) en su tesis “Caracterización de las variables climáticas para la cuenca del río Ilave aplicando el SIG” se recolectó la data de las estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca del río Ilave brindadas por el SENAMHI, desde los años 1964 hasta el 2014, además se utilizó el programa de Loc clim 1.10 para completar datos de velocidad,

vientos. En seguida se analizó y se realizó el tratamiento de la información recolectada mediante el análisis de vector regional y análisis de doble masa con el fin de ver la homogeneidad de datos de las estaciones meteorológicas. En seguida teniendo la regresión de los resultados elaborados se introduzco al programa del SIG, usando el IDW, Algebra de mapa, la cual se determina que la precipitación varía desde de 399 mm a 780 mm, la temperatura Max oscila entre 13 a 16 °C, la temperatura mínima en épocas de avenida varia de -15 a 0°C mientras en épocas de estiaje la temperatura mínima varia de -25 a -0.5 °C.

PALOMINO, H. (2015) en su tesis “Efecto del cambio climático en la hidrología de la cuenca Chancay-Huaral” se utilizó el modelo TETIS, para analizar los efectos del cambio climático en la oferta hídrica de la cuenca del río Chancay-Huaral a un futuro cercano de (2016-2059), su metodología consistió en la recopilación de información de estación hidrométrica, y procesamiento de datos que sean compatibles al modelo TETIS, para la cual se realizó primero una análisis de consistencia de datos de precipitación para desarrollar series históricas mensuales a través de análisis gráfico, de doble masa y estadístico. Luego el modelo fue calibrado para un periodo de 20 años (1980-1999) se simuló seis escenarios futuros, obteniendo series de caudales que se pudieron analizar los efectos del cambio climático. Y una vez que se hizo el análisis de precipitación histórica y futura se realizó la simulación de caudales al año 2059 de la estación hidrométrica Santo Domingo. Para el periodo más húmedo, en la precipitación futura se observó una disminución de lluvias y para la época seca un aumento de lluvias.

ALVAREZ, T. y VILLAVERDE, R. (2015) en su tesis “Balance hídrico futuro en la cuenca del río Lurín a través de la modelación hidrológica ante el cambio climático” se realizó con la finalidad de obtener la disponibilidad hídrica futura de la cuenca del río Lurín. Para ello se realizó un análisis preliminar de información climática, que se interpola y se usa para la simulación utilizando el modelo hidrológico STREAM, para obtener balances hídricos mediante la calibración y validación. Los datos de descarga de los años 1980-2006 que se obtuvo del balance hídrico sirvieron de base para analizar los cambios que podrían ocurrir de acuerdo a los resultados proyectados del balance hídrico futuro (2010-2065) obtenidos bajo la simulación de dos modelos climáticos, CanESM2 y MPIESM-MR, en dos escenarios climáticos RCP 4.5 RCP 8.5.y como resultados de la proyección del caudal mensual (2010-2065) en los cuatro escenarios climáticos que se

analizaron es un exceso de incremento respecto a caudales presentes. Puesto que los periodos húmedos tienden a proyectarse con mayor intensidad en el futuro, la proyección de la gran disponibilidad hídrica puede incrementar desastres naturales como huaycos, desbordes, deslizamientos, inundaciones a causa del desborde del río Lurín.

AVALOS et al (2013) en su trabajo de investigación “Cambio climático en la cuenca del río Mantaro, Junín. Proyecciones para el año 2030”. Tuvo como fin realizar modelos y escenarios climáticos para las proyecciones climáticas de precipitación y temperatura del río Mantaro, usando la técnica de Downscaling estadístico. Lo cual tuvo como resultados en lo cual se evidencia al 2030 un patrón de aumento de lluvias de +15% a +30% durante la época de otoño y un claro patrón de reducción de lluvias de -30% en la época de estiaje estación invierno, principalmente en la franja occidental de la cuenca del valle Mantaro. Se espera un incremento de temperatura máxima +0,8 ° C Y temperatura mínima de +1,0 ° C. Puesto que en todas las regiones de la cuenca, las temperaturas mínimas tienden a incrementar algo más que las máximas, entonces este cambio distinto de las temperaturas extremas podría llevar a un escenario de la disminución de rango térmico, implicando la afectación en las actividades agrícolas cerca la cuenca del río Mantaro.

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS DEL CAMBIO CLIMATICO - IPCC (2014) en su quinto informe de cambio climático, menciona que los cambios en la precipitación no serán uniformes, en el escenario RCP 8,5 es probable que en las latitudes altas y océanos pacíficos se experimenten aumento en la precipitación media anual. Es probable que en el marco del escenario RCP 8,5, las precipitaciones en regiones secas y subtropicales disminuya, mientras que en muchas regiones húmedas de latitud media aumente y es muy probable que sean más intensos y frecuentes los episodios de precipitación extrema en la mayoría de las masas terrestres de latitud media y en las regiones tropicales húmedas. Mientras que para los escenarios de temperatura es de en sus escenarios de proyecciones apuntan que el cambio en la temperatura media global de la superficie para el periodo 2016-2035 es similar en relación con el periodo 1986-2005 para los 4 escenarios de RCP con probabilidad de rango de 0,3 ° C a 0,7°C. Es probable que para el final del siglo XXI (2081-2100) la temperatura global en la superficie sea mayor en 1.5 ° C para los escenarios RCP 4,5, RCP 6 Y RCP 8,5. Se producirán temperaturas extremas calientes más frecuentes y frías menos frecuentes en las zonas continentales a

escala temporal y estacional, hay probabilidad de que haya olas de calor con mayor frecuencia y se continuara produciéndose temperaturas frías extremas en invierno.

1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. Marco teórico

1.3.1.1. Comportamiento del clima

Clima se define al conjunto de cualidades atmosféricas típicas de un área determinada, durante los períodos de estaciones y a lo largo del tiempo. Pero actualmente el clima también se considera un sistema cuyos componentes que conforman intercambian materia y energía periódicamente controlada por la energía del sol. La energía se mueve por los componentes y regresa al espacio exterior con el fin de mantener en equilibrio y constante la temperatura. (Polanco, 2017). Sin embargo desde períodos antiguos se ha generado cambio del clima, pero en las últimas décadas ha aumentado la variación del clima.

El cambio del clima viene hacer la variación del clima de todo el planeta, a consecuencias de las actividades antrópicas que modifican la estructura del ambiente atmosférico, así como el comportamiento normal del clima que se da desde tiempos remotos. De acuerdo con el IPCC el cambio del estado del clima está siendo notorio, ya que por medio de análisis estadísticos, continua por períodos prolongados. (Díaz, 2012, p.229). Según investigadores definen al cambio climático como la variación del clima que se manifiesta a través del tiempo por períodos producto de las actividades antrópicas o naturales. (GOBIERNO FEDERAL y SEMARNAT, 2009, p.2). Los factores que afectan la variación del clima y la temperatura media de la tierra, viene hacer el elevado exceso de concentración de gases, como CH₄, CO₂, hidratos de metano, emisiones de CFCs, efectos de nubes, desnivel del mar. (Díaz, 2012, p. 231).

1.3.1.2. Elementos del clima:

Son ciertas condiciones, características y propiedades físicas del clima. Estos elementos sirven para medir el clima en un momento dado. (FRANCO, 2016). Los elementos más importantes del clima son temperatura y precipitación.

Temperatura: es producto de un complejo equilibrio de energía por las radiaciones solares, la composición de la atmósfera, la variabilidad de los continentes, a las corrientes oceánicas y a la órbita de la tierra, que debido a las fuerzas externas del clima va romper el

equilibrio causando el cambio del clima. (Useros, 2013, p.73). La idea de medir el calor o frío va originar la definición de temperatura, además de observar que al suministrar calor en un cuerpo va producir un incremento de su temperatura, sin que se origine el proceso de la ebullición y fusión. Si existen dos objetos cada uno con diferente temperatura, el calor fluye en sentido de más caliente al más frío hasta encontrar el punto de equilibrio térmico. (Alvarino y Ocampo, 2016, p. 32).

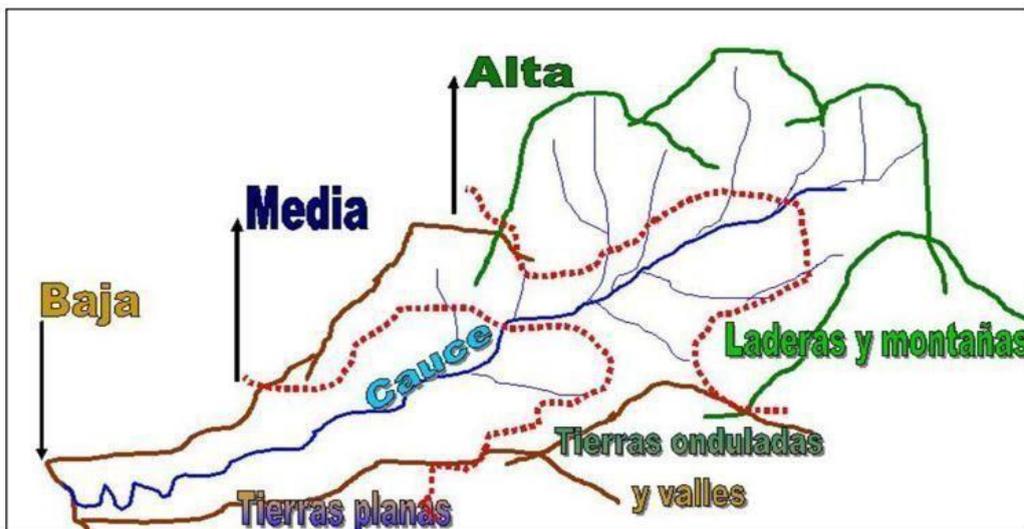
Precipitación: es el desprendimiento del agua ya sea en estado sólido y líquido llegando hasta el subsuelo, es producida debido a los cinturones permanentes de presión, la cual el aire se somete a movimientos de forma ascendente y descendente y ciertas condiciones que van a generar humedad y aridez. (Primo, 2015, p.17). Los instrumentos que se usan para medir y obtener data de cantidad de precipitación son el pluviógrafo y pluviómetro, sus unidades de medidas son milímetros (mm). El fin de todo método es para medir la precipitación es determinar una cierta muestra representativa de la precipitación caída en un área. (Alvarino Y Ocampo, 2016, p. 29).

Cuenca hidrográfica: se consideran espacios naturales, en donde se almacenan y se deposita de manera natural el agua a causa de las fuertes precipitaciones, que al final se utiliza para consumo las personas, así como sirve de bebidas para los animales, riego para las vegetales, también la utilizan para generar luz eléctrica. Todo ello conlleva al cuidado y conservación de la cuenca hidrográfica, debido a que casi todos los seres vivos dependemos del agua. (Belizario, como se citó en Aguilar, 2017). Una cuenca es de vital importancia porque es un regulador ambiental para sobrevivencia de la biodiversidad, asimismo determinan el comportamiento de régimen pluviométrico y térmicos, es un recurso hídrico para la población. La cuenca del río Chillón, nace en medio de tres lagunas de Pucracocha, Aguascocha y Chuchún en la Cordillera de la Viuda, ubicada a 4800 m.s.n.m, recorre 126 km, la cual desemboca en el Océano Pacífico. Es una de las tres vertientes más importantes que juntos con el río Rímac y Lurín que soporta la expansión de la población, aproximadamente a 8 millones de habitantes que se sitúan en las 3 vertientes. (Olarde, 2012, p. 53).

Partes de la cuenca hidrográfica: una cuenca se subdivide en 3 zonas funcionales:

Cuenca alta son zonas cercanas a la divisoria de aguas en la parte superior más elevada de la cuenca hidrográfica, en donde están rodeadas de áreas montañosas, lomas y laderas, aquí las aguas precipitadas son captadas, una vez que pasa por el proceso de infiltración en la superficie del suelo y se ha retenido de acuerdo a la capacidad del agua comienza el proceso de escorrentía.

Cuenca media es una zona que se ubica en medio de la zona alta y baja, en lo cual los escurrimientos iniciales fluyen aportando distintos cargas de sedimentos, materia orgánica y la cuenca baja es una área de descarga, puesto que el río va desembocar al mar, son zonas principalmente agrícolas y mayor ecosistema, donde se produce los mayores impactos de la cuenca. (Rodríguez, 2016, p.12).



Fuente: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Figura 1: Zonificación funcional de una cuenca (Rodríguez, 2016).

1.3.1.3. Características geomorfológicas de la cuenca

La cuenca del Chillón, perteneciente a la vertiente del Océano Pacífico, presenta una fisiografía escarpada, cortada por quebradas de fuerte pendiente, dicha cuenca de acuerdo a sus características geológicas presenta formaciones sedimentarias, rocas volcánicas e intrusivas. (Villacorta, Vásquez Y Núñez, 2010, p.4). Los procesos geológicos e hidrogeológicos de la cuenca pueden ser deslizamientos, inundaciones, caídas, erosión, entre otros. Los deslizamientos vienen hacer el desplazamiento de formas rocosas, que al ser influenciadas por la gravedad y saturación del agua a causa de infiltración de lluvias o

de riego. La cual se origina la debilitación de la cohesión interna del área que deforma la masa del suelo. La cual esto se puede notar en la zona alta de Canta y Cullhuay. La inundación es originada a causa de las descargas periódicas especialmente en épocas de lluvias del río Chillón. Mientras que la erosión se presenta a maneras de surcos en laderas, valles, que van desde canales delgados hasta llegar a profundas grietas. (Villacorta, Vásquez Y Núñez, 2010).

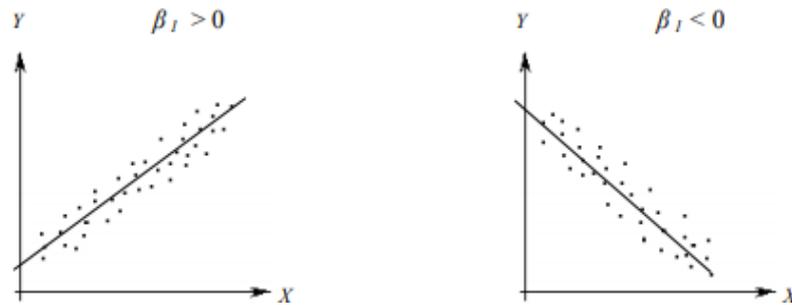
1.3.1.4. Análisis de consistencia de elementos climatológicos

Análisis de consistencia de datos: es un proceso que trata de detectar, determinar y remoción de la no homogeneidad e inconsistencia de una serie de tiempo hidrológica. (Aguilar, 2017, p.16). Los datos obtenidos pueden contener ciertas equivocaciones, debido a que los equipos hidrometeorológicos comenten fallos al momento de registrar, por ello la consistencia de datos permite estimar e identificar los posibles errores sistemáticos que han podido ocurrir, sea por causa natural.

Análisis exploratorio gráfico de datos: Este análisis se ejecuta para comprobar las tendencias y cambios en una sucesión de período de tiempo por medio visual. Es el primer análisis que se realiza antes de desarrollar análisis cuantitativos e información hidroclimática para simular modelos, pues para este análisis se usa gráfica de serie de tiempo, gráfica de doble masa y de normalidad. (Castro y Carvajal, 2010, p.17).

Análisis de doble masa: este análisis sirve para detectar períodos donde se hayan originado posibles errores, que se observan en forma de quiebres, en la pendiente de la curva doble másica, la curva se usa también para corregir quiebres que se multiplica cada precipitación por razón de pendientes que se considera erróneo. (Rendón, como se citó en Quispe, et al, 2015). Pues según Chura (2017) menciona que este análisis es utilizado para analizar la homogeneidad de los datos de estaciones meteorológicas, para analizar en donde no se represente quiebres, por ende, la data que utiliza son consistentes.

Modelo de regresión lineal: en un modelo que explora la relación que hay entre la variable dependiente y el grupo de la variable independiente. Cuya relación se representa en forma de ecuación infiere la variable dependiente como función lineal de dichos indicadores, cuyos datos se alinean con el fin de que la medida de ajuste sea ideal y se adecue al máximo, el modelo se basa en reducir el error y asegurarse de distribuir aleatoriamente. (Espino, 2017, p. 18).



Fuente: Estadística descriptiva en Psicología (Molina y Rodrigo, 2010)

Figura 2. Relación lineal positiva (directa) y negativa (inversa)

1.3.1.5. Análisis de tendencia:

Las tendencias climáticas son un efecto prolongado del comportamiento global de una serie en un determinado período de tiempo. Pues la forma de la línea general de tendencia se puede ajustar ya sea a la curva o línea recta, puede ser creciente, si es ascendente, estacionaria no varía y decreciente es descendente.

Son valores que sirven para el promedio de conjunto de datos cuyo fin es presentar un individuo que se considere como representativo de distribución. (Salas, 2014, p.29). Las propiedades de las tendencias son lineales o no lineales, se pueden plasmar en series de potencia, asimismo se pueden distanciar de otros componentes de la serie, la cual es fácil de cambiar. También se presentan en parámetros de series, varianza, media, coeficiente de auto correlación, las tendencias se dan en la media si tienes data anual, y la desviación estándar y media si es que se cuenta con data mensual. (Aguilar, 2017).

1.3.1.6. Arc Gis

El Arc Gis se define como un sistema de información geográfica, este programa contiene determinadas herramientas que ayudan a consultar, analizar y evaluar datos y generar mapas temáticos de diferentes tipos con una buena calidad de presentación. Este sistema permite procesar con facilidad data espacial para ser representada mediante cartografías, es decir mapas, tablas y gráficos que son el resultado de del procesamiento de la data introducida. El Arc Gis está conformado por tres aplicaciones que son Arc Map, Arc

Catalog y Arc Toolbox. (Orduña, 2007) como se citó en (Puerta, Rengifo y Bravo, 2011, p.14).

1.3.1.7. Escenarios climáticos

Son las condiciones climáticas que tiene como fin evaluar ciertos impactos del cambio del clima o también consecuencias en los ecosistemas, sectores productivos, socioeconómicos, entre otros. (Oviedo y León, 2010, p.4). Es decir, analizar, teniendo data histórica de como varia los factores del clima, temperatura, precipitación hacia años futuros. También vienen a ser una representación, es decir de cómo se encontrará el clima en años futuros, pues prácticamente se basa en un conjunto de relaciones climatológicas de forma explícita para poder investigar lo que se puede generar a consecuencia de los cambios antrópicos. La cual más adelante los datos se puede usar como modelos de impacto, por la cual se proyecta a largo plazo, son muy importantes porque ayudan a predecir y alertar de grandes desastres, permitiendo entrelazar acciones adaptativas para la reducción de la vulnerabilidad.” (Sistema Guatemalteco de Ciencias de Cambio climático, 2015, p.1). Los escenarios sobre cambio climático a escala local se le consideran como una planificación de la variación del clima hacia años próximos, presentados en una determinada área, a base de datos de escenarios del clima global. (Oviedo y León, 2010, p.4).

1.3.2. Marco conceptual

Precipitación: es el escurrimiento del agua que se presenta de diversas maneras como granizo, nieve, llovizna. La precipitación es producto de la evaporación del agua que se encuentra en los mares o lagos que se va hacia la atmósfera, una vez retenida por un cierto tiempo en la atmósfera, para luego regresar a la tierra en forma de lluvias. (León, 2017).

Temperatura: magnitud que se puede expresar el grado de calentamiento o enfriamiento de los objetos. Con unidad de medida grados Celsius, grados kelvin o Fahrenheit, se caracteriza por presentar una variable con poca frecuencia, puesto que no puede ser directamente derivado de las variables tangibles como masa y longitud. El promedio de energía cinética es directamente proporcional a la temperatura de un gas. (Brenes, como se citó en Chura, 2017).

Cuenca: es un área de terreno, la cual si el terreno es impermeable, las gotas de precipitación pluvial que caerían sobre dicha superficie tenderían a un sistema de drenaje en un mismo punto en común de salida, pero el área no es impermeable ya que una parte

de toda la cantidad de lluvia va ser absorbida por el suelo, otra parte se queda impregnado en las depresiones originando pequeños charcos y algunas gotas quedan atrapadas en las copas de los árboles y la parte que resta se escurre a los ríos y lagos. (Salas y Giménez, 2007, p.9).

Sequía: se origina por falta de lluvias prolongadas en un período de tiempo largo. La cual va generar pérdidas de cosechas, problemas ambientales y escasez de agua para los humanos. Es un poco complicado determinar cuándo empieza hasta que período y su culminación, por tal motivo se ha desarrollado técnicas para analizar las temporadas de sequías. (Coronel, 2013).

Inundación: es un evento que origina el aumento del nivel superficial de un río, es decir se incrementa el caudal debido a las fuertes lluvias torrenciales u otros fenómenos naturales, la cual trae problemas catastróficos ya que va penetrar por cualquier área colapsando viviendas, cultivos y ganaderías, etc. La inundación ocurre debido a que el suelo se satura de agua empieza a acumularse por la lluvia que continúa por varias horas. (Salas y Giménez, 2007).

14 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 Problema general

¿Cómo los escenarios climatológicos al 2030 permiten la identificación de los eventos extremos en la cuenca media y alta del río Chillón?

1.4.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características hidrogeomorfológicas de la cuenca media y alta del río Chillón?
- ¿Cuál es el comportamiento de la climatología en la cuenca media y alta del río Chillón?
- ¿Cuáles son los escenarios climatológicos al 2030 en la cuenca media y alta del río Chillón?

15 JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

En este proyecto de investigación se dará a conocer los escenarios climáticos hacia el 2030, en base a los elementos climatológicos, de esa manera ver cómo cambia el patrón de comportamiento de temperatura y precipitación y las incidencias que generará a las comunidades, ubicadas en la parte media- alta del río Chillón. Puesto que por medio de

esta investigación se podrá tener conocimiento sobre los posibles eventos extremos que puede ocurrir los próximos años en el futuro.

Relevancia social

Planteo este proyecto de investigación con el fin de brindar a la sociedad conocimientos de la variación de los patrones de comportamiento de los elementos climatológicos; temperatura y precipitación, que se presentarán en años más adelante, la cual conllevará a la población a tomar decisiones y optar por medidas de prevención y adaptación al cambio climático frente a los eventos extremos anómalos del clima que se podrían suscitar. Además porque se observa claramente que las localidades de Santa Rosa de Quives, Canta, Obrajillo, Huaros y demás comunidades aledañas a la zona media y alta de la cuenca, están directamente expuestas e incluso han sufrido daños colaterales, como sucedió hace poco los huaycos, originando desbordes, colapso de viviendas y grandes pérdidas de áreas agrícolas, es por ello que se está realizando esta investigación, así mismo servirá como antecedentes para otras investigaciones futuras.

Relevancia Ambiental

En esta investigación se podrá detectar los cambios en las temperaturas y precipitaciones que inciden en las comunidades, ya que la data histórica de temperatura y precipitación, obtenido de las estaciones meteorológicas, brindadas por el SENAMHI o el ANA (Autoridad Nacional del Agua), servirá como base para generar escenarios climáticos a futuro y evaluar el incremento o disminución de precipitación y temperatura e identificar eventos extremos como sequías, inundaciones, heladas en la zona.

Justificación Económica

Este proyecto de investigación es importante porque va permitir contribuir con las políticas y estrategias tendientes a cubrir las necesidades económicas de las personas, es decir de los pobladores que viven cerca al valle del río Chillón. Los costos económicos para la ejecución de dicha investigación no son tan elevados, ya que para el desarrollo de esta investigación se necesita data histórica de temperatura y precipitación que nos proporciona el SENAMHI de forma gratuita y se utiliza modelos estadísticos y software Arc Gis 10.3 que no requieren inversiones fuertes. El aporte de esta investigación es generar conocimiento de las ocurrencias que se pueden presentar de los posibles eventos extremos, tener la percepción de la puede pasar en los próximos años futuros. Brindar escenarios

climáticos probables con el fin de proporcionar información a las comunidades sobre los posibles eventos catastróficos más recurrentes como inundaciones, huaycos, sequías o heladas, para que ellos puedan actuar con anticipación y tomar medidas preventivas, plan de mitigación y ver de qué manera se adaptan al cambio del clima.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1 Hipótesis general

Los escenarios al 2030 permiten la identificación de los eventos extremos en la cuenca media y alta del río Chillón.

1.6.2 Hipótesis específicas

- Las características hidrogeomorfológicas de la cuenca media y alta del río Chillón, no influyen en los elementos climatológicos (precipitación y temperatura).
- El comportamiento de la climatología en la cuenca media y alta del río Chillón, no experimenta cambios significativos.
- Los escenarios climatológicos al 2030 muestran incremento de temperatura y un incremento en precipitación en la cuenca media y alta del río Chillón.

1.7. OBJETIVO

1.7.1 Objetivo general

- Identificar eventos extremos en función a escenarios climatológicos al 2030 en la cuenca media y alta del río Chillón.

1.7.2 Objetivos específicos

- Evaluar las características hidrogeomorfológicas de la cuenca media y alta del río Chillón.
- Evaluar el comportamiento de la climatología en la cuenca media y alta del río Chillón.
- Evaluar los escenarios de los elementos climatológicos al 2030 en la cuenca media y alta del río Chillón.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Tipo de investigación:

La presente investigación es de tipo aplicada, de acuerdo con (Hernández, 2014) menciona que la investigación aplicada es aquella que soluciona problemas prácticos.

Diseño de investigación:

De acuerdo al tipo de diseño de investigación, es un tipo de diseño no experimental, debido a que no se manipula ninguna de las variables.

Esta investigación es de enfoque cuantitativo, pues según (Hernández, 2014) afirma que para una investigación de enfoque cuantitativo se tiene que usar diseños para analizar certeza de hipótesis formuladas o aportar evidencias respecto de los lineamientos de investigación y nivel explicativo.

Un estudio prospectivo se denomina aquel estudio, en la cual la información se va registrando a lo largo de que va ocurriendo el fenómeno o los hechos programados para observar un suceso o evento. (Muggenburg y Pérez, 2007). La presente investigación se considera estudio retro prospectivo-prospectivo, porque se va generar escenarios climáticos para identificar los posibles eventos extremos hacia el 2030 en base a datos recopilados de temperatura y precipitación desde el período de 1980 al 2017.

2. 1. 2 Procedimiento del trabajo de investigación

2.1.2.1 Ubicación del área

El río Chillón se ubica en entre la provincia de Canta y Lima, nace en la laguna de Chonta, a alturas de la cordillera de la Viuda, con una altitud de 4850 m.s.n.m. Recorre 126 km desde su punto de origen hasta desembocar en el Océano Pacífico. Limita al norte con el río Chancay- Huaral, por el sur con el valle del río Rímac; por el este limita con el valle del río Mantaro y por el oeste con el Océano Pacífico. (Subgerencia de defensa civil, 2013). La cuenca media y alta comprende toda la provincia de Canta, que cuenta con 7 distritos.

2.1.2.2 Recopilación de información

Recopilación de datos: Primero se realizó la recolección de datos históricos de temperatura y precipitación desde el año 1980 hasta el 2017, de todas las estaciones meteorológicas que se sitúan alrededor de la cuenca media y alta del río Chillón, toda esta información se recopiló del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú).

Trabajo de campo:

Fase 1: Levantamiento de información de campo.

Se realizó una encuesta dirigida a los ciudadanos de las comunidades de Canta, Obrajillo, Huaros. Por la cual se encuestó a 30 viviendas, que se ubican cerca de la ribera de la cuenca media y alta del Chillón. Asimismo se determinó las características hidrogeomorfológicas de la cuenca, se identificó la pendiente, la cobertura vegetal si existen áreas deforestadas o reforestadas, tanto para la zona alta y media de la cuenca. Además, se identificó los diferentes tipos de actividades que realizan los ciudadanos de las localidades a lo largo de la franja ribereña en los diferentes pisos altitudinales.

2.2.2.3 Trabajo en gabinete:

FASE 1: Se realizó el procesamiento de los datos recolectados desde el punto de vista estadístico que consistió en (Figura 3):

Ordenar la data de precipitación y temperatura recolectada desde los años 1980 hasta el 2017 por cada estación meteorológica que se han identificado en el área de estudio, zona media y alta de la cuenca, en el software, Hoja de cálculo Excel.

Homogenización de la data de temperatura y precipitación mediante la hoja de cálculo Excel.

Se realizó el procesamiento de escenarios climáticos de precipitación y temperatura al año 2030 con los promedios anuales de ambas variables climáticas, mediante tendencias lineales de cada una de las estaciones meteorológicas ubicadas en el área de estudio, lo cual se identificó la variación de comportamiento de las precipitaciones y temperaturas presentes y futuras, usando la hoja de cálculo Excel.

Se generó escenarios de anomalías de precipitación al 2030 para determinar años muy húmedos o años muy secos, además se realizó escenarios de anomalías de temperatura al

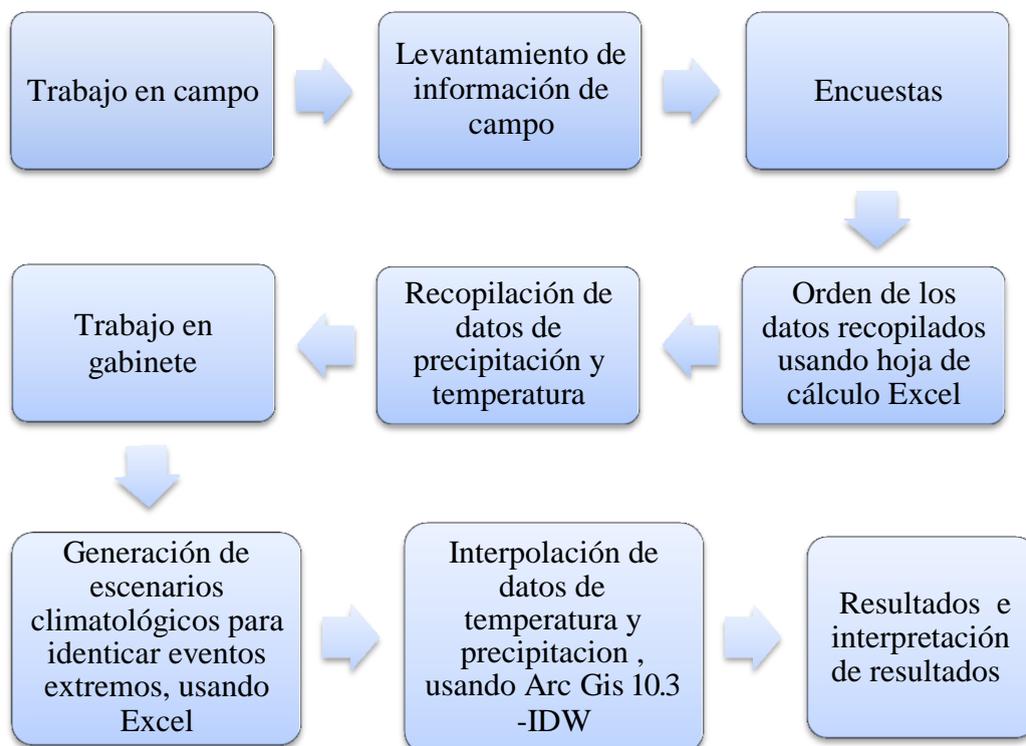
2030, en lo cual se identificó temperaturas muy bajas o muy altas de cada una de las estaciones meteorológicas haciendo uso de la hoja de cálculo Excel.

FASE 2: Se realizó el procesamiento de los promedios anuales de precipitación y temperatura mediante el software Arc Gis 10.3 - IDW lo cual consistió en (Figura 3):

Se generó la interpolación de los promedios anuales de temperatura y precipitación de todas las estaciones meteorológicas del área de estudio mediante el software Arc Gis 10.3-IDW. Una vez que los datos están interpolados y representados en los mapas, en los mapas de anomalías de precipitación se identificó en que zonas hay fuertes precipitaciones, es decir años muy húmedos con probabilidad de inundación.

Asimismo, se detectó años muy secos o déficit de lluvia con probabilidad de sequías dentro del área de estudio

En los mapas representados de anomalías de temperatura mínima, máxima y promedio se identificó temperaturas muy bajas con probabilidad de heladas o temperaturas muy altas, dentro de la cuenca media y alta del río Chillón.



Fuente: Elaboración propia, 2018.

Figura 3: Diagrama de flujo de procesamiento de datos.

2.2. Tabla N° 1. Operacionalización de variables.

Escenarios de los elementos climatológicos al 2030 para identificar eventos extremos en la cuenca media y alta del río Chillón-2018					
VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escalas de medición
Escenarios climáticos	Representación de cómo se encontrará el clima en años futuros, se basa en un conjunto de relaciones climatológicas de forma explícita para poder investigar lo que se puede generar a consecuencia de los cambios antrópicos. (Sistema Guatemalteco de Ciencias de Cambio climático, 2015)	Recopilación de datos de temperatura y precipitación de todas las estaciones meteorológicas de la cuenca media y alta del río Chillón, período 1980 a 2017, estos datos son brindados por el SENAMHI. Se realizará el análisis de datos, para generar tendencias y determinar el comportamiento de temperatura y precipitación de cada estación por años en el Excel y proyectar escenarios al 2030.	Comportamiento Climatológico presente y futuro	Precipitación	Razón
				Temperatura	Razón
			Características de la cuenca media y alta del río Chillón	Relieve	Nominal
				Cobertura vegetal	Nominal
				Pendiente	Razón
				Población	Razón
				Ganadería	Nominal
				Agrícola	Nominal
				Minera	Nominal
Eventos extremos	Evento extremo es el valor de una variable meteorológica, que es inferior o superior al valor del rango de dicha variable, son incidentes que ocurren con escasa frecuencia en un área dada. (Alianza clima y desarrollo, 2012)	Identificación de los posibles eventos extremos en la cuenca media y alta del río Chillón, esto se determinará mediante interpolación IDW-Arc Gis y análisis de las tendencias generadas.	Indicadores climatológicos	Sequías	Razón
				Inundaciones	Razón
				Heladas	Razón

Fuente: Elaboración Propia, 2018

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Se toma en cuenta como población de estudio la cuenca media y alta del río Chillón, que recorre 120 Km. La cuenca media se encuentra ubicada entre los 800 y 2.500 msnm, desde el distrito de Carabayllo hasta el pueblo de Yaso. La cuenca alta se encuentra entre los 2.500 y 4.850 msnm, desde Yaso hasta las lagunas de Pucococha, Aguascocha y Chuchún, que dan origen al río Chillón. (Olarde, 2007).

A las comunidades de Huaros, Canta, Obrajillo ubicadas en la franja ribereña de la cuenca media y alta del río Chillón, se les aplicó una encuesta dirigida, la población total es de 30 personas.

2.3.2 Muestra:

Para la presente investigación la muestra es el área de la cuenca media y alta del río Chillón y la cantidad de viviendas de cada una de las tres comunidades que se ubican cerca de la franja marginal de la cuenca media y alta del río Chillón, se encuestó a una persona por vivienda de cada localidad, lo cual se encuestó a 10 personas por cada comunidad.

2.3.3 Muestreo

Es un muestreo por conveniencia porque permite escoger aquellos casos de fácil acceso que acepten ser incluidos, es fundamentado de acuerdo a la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador (Otzen y Manterola, 2017). Por lo tanto, en la investigación se recopilará información de temperatura y precipitación del SENAMHI, de las estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca media y alta que es el área de estudio. Y las encuestas dirigidas a las cuatro comunidades ubicadas a ribera del río se han realizado, porque considero que son las localidades más vulnerables ante los eventos extremos y además han sufrido daños por los huaycos e inundaciones años atrás.

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

2.4.1. Técnicas

Técnica de Recolección de datos – Observación y Encuesta.

2.4.2 Instrumentos

Para la presente investigación, se generó instrumentos técnicos para la recopilación de la data meteorológica necesaria para caracterizar la cuenca media y alta del río Chillón. Los instrumentos se adjuntan en los Anexos 2,3,4 y 5.

Instrumento N° 1: Recolección de datos históricos de temperatura (C°) - Período 1980-2017: se registró los nombres y tipos de estaciones meteorológicas, los años y meses que se va recolectar los datos de temperatura (C°).

Instrumento N° 2: Recolección de datos históricos de precipitación (mm)- Período 1980-2017: se registró los nombres y tipo de estaciones meteorológicas, los años y meses que se va recolectar los datos de precipitación (mm).

Instrumento N° 3: Levantamiento de información de Campo: se registró las coordenadas, nombre de la localidad por cada sub cuenca, se describe las características físicas de la cuenca, características de la población, características de las actividades que realiza las comunidades por diferentes pisos altitudinales.

Cuestionario: se registró el género, la edad, la localidad por cada sub cuenca, consta de 10 preguntas.

2.4.3. Validación y confiabilidad del instrumento

La validación de los instrumentos generados en la presente propuestas, se realizará mediante tres (3) expertos en el tema de investigación de la UCV. En el siguiente cuadro se menciona a los 3 docentes encargados de la validación de los instrumentos. (Tabla N° 2)

Tabla N° 2. Docentes que validaron los instrumentos

CARGO O INSTITUCIÓN DONDE LABORA	APELLIDOS Y NOMBRES	CIP	PORCENTAJE (%) DE VALORACIÓN	PROMEDIO DE VALIDACIÓN
Docente-Ingeniero	Castro Tena Lucero Katherine	162994	95%	91%
Docente – Ingeniero	Jiménez Calderón Cesar Eduardo	42355	90%	
Docente – Ingeniero	Tongo Pizarro José Pedro	65766	89%	

Fuente: Elaboración propia, 2018

La validez de los instrumentos, es aceptable con un promedio de 91 %, de acuerdo a la evaluación de los expertos con respecto al tema.

Confiabilidad del instrumento

Con la finalidad de determinar al grado de confiabilidad del instrumento utilizado, se recurrió a la determinar el coeficiente del Alfa de Cronbach, a la base de respuestas generadas en la toma de la encuesta de percepción a la población sobre el tema de investigación. Para ello se generó la base de datos en el software SPSS (V.24) el cual se muestra en la Figura 4.

	Encue	Preg2	Preg3	Preg4	Preg5	Preg6	Preg7	Preg8	Preg9	Preg10	Preg11	Suma	var	var
1	1.00	4.00	3.00	2.00	2.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	32.00		
2	2.00	3.00	4.00	2.00	2.00	4.00	3.00	2.00	4.00	4.00	3.00	31.00		
3	3.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	26.00		
4	4.00	4.00	3.00	4.00	2.00	3.00	1.00	2.00	4.00	4.00	3.00	30.00		
5	5.00	4.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	31.00		
6	6.00	4.00	4.00	2.00	2.00	2.00	1.00	3.00	4.00	4.00	3.00	29.00		
7	7.00	4.00	3.00	3.00	2.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	33.00		
8	8.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	1.00	2.00	4.00	4.00	3.00	31.00		
9	9.00	4.00	3.00	2.00	2.00	4.00	3.00	2.00	4.00	4.00	3.00	31.00		
10	10.00	3.00	4.00	2.00	3.00	4.00	2.00	3.00	4.00	3.00	3.00	31.00		
11	11.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00	3.00	2.00	4.00	4.00	3.00	29.00		
12	12.00	3.00	3.00	4.00	3.00	4.00	3.00	2.00	4.00	4.00	3.00	33.00		
13	13.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	31.00		
14	14.00	2.00	2.00	2.00	3.00	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	28.00		
15	15.00	2.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	4.00	2.00	4.00	29.00		
16	16.00	4.00	3.00	2.00	3.00	4.00	2.00	2.00	3.00	4.00	3.00	30.00		
17	17.00	3.00	2.00	2.00	2.00	4.00	1.00	2.00	4.00	4.00	3.00	27.00		
18	18.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	1.00	2.00	4.00	4.00	3.00	32.00		
19	19.00	2.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	33.00		
20	20.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	3.00	28.00		
21	21.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	1.00	2.00	3.00	4.00	3.00	31.00		
22	22.00	4.00	2.00	1.00	4.00	3.00	1.00	2.00	4.00	4.00	3.00	28.00		
23	23.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	2.00	2.00	4.00	4.00	3.00	32.00		
24	24.00	4.00	2.00	3.00	3.00	4.00	2.00	2.00	4.00	4.00	3.00	31.00		
25	25.00	3.00	3.00	3.00	4.00	2.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	33.00		
26	26.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00	2.00	2.00	3.00	4.00	3.00	33.00		
27	27.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	34.00		
28	28.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	32.00		
29	29.00	4.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	3.00	32.00		
30	30.00	2.00	2.00	4.00	4.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	29.00		
31														
32														
33														
34														
35														
36														

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Base de datos generada en el SPSS

Con base a esta información, procediendo a determinar el coeficiente de Alfa de Cronbach, siguiendo los pasos siguientes:

Paso 1: Analizar

Paso 2: Escala

Paso 3: Análisis de Fiabilidad

Se procede a seleccionar los elementos hacer analizados, para luego seleccionar los estadístico descriptivos mínimos y finalmente el coeficiente de Alfa de Cronbach, tal como se muestras en la Figura 4.



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Coeficiente de Alfa de Cronbach

Dando acepta, determinamos que el Alfa de Cronbach alcanzado es de 0,509, valor que según las reglas es mediamente aceptable (Tabla 3), lo que nos llevó a realizar los análisis adicionales referentes a la eliminación de algunos de los ítem considerados en las encuestas obteniéndose la Tabla 4.

Tabla 3. Alfa de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,509	,316	11

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Análisis por elementos

Estadísticas de total de elemento					
	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Preg2	58,0000	13,724	,265	.	,469
Preg3	58,3333	13,816	,347	.	,454
Preg6	58,1000	14,507	,147	.	,500
Preg7	59,0667	14,892	,081	.	,517
Preg8	58,8333	15,316	,100	.	,507
Preg9	57,6333	15,895	-,006	.	,522
Preg10	57,5333	15,085	,205	.	,491
Preg11	58,2667	16,064	-,018	.	,517
Preg5	58,3667	14,999	,104	.	,509
Suma	30,6667	4,023	1,000	.	-,166 ^a
Preg4	58,5333	15,154	,033	.	,530

Fuente: Elaboración propia

- a. El valor es negativo debido a una covarianza promedio negativa entre elementos. Esto viola los supuestos del modelo de fiabilidad. Podría desea comprobar las codificaciones de elemento.

En base a la Tabla 4, procederemos a eliminar los elementos con valores negativos (Preg9 y Preg11), lo que nos permite mejorar el accionar del coeficiente de Alfa de Cronbach llegando a 0,533 (Tabla 5), por lo cual podemos decir que nuestro instrumentos es medianamente confiable para los objetivos que perseguimos con este nivel de encuesta realizado.

Tabla 5. Coeficiente de Alfa de Cronbach final

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,533	,405	9

Fuente: Elaboración propia

2.5. Métodos de análisis de datos

Para el análisis de la data recopilada en la presente investigación se hará uso de la estadística descriptiva, la cual permitirá desarrollar las caracterizaciones, correlaciones, tendencias y estimaciones de los elementos climatológicos para la cuenca media y alta del río Chillón. Para ellos se recurrió al uso del software Microsoft (hoja de cálculo Excel) y SPSS.

2.6. Aspectos éticos

Este proyecto de tesis es una investigación autentica, original, la cual se realizó a favor de la sociedad. Por lo cual, reúne todos los requerimientos exigidos por la Escuela de Ingeniería Ambiental para ser catalogada como tema de investigación.

III. RESULTADOS

3.1 Características de la sub cuenca media y alta del río Chillón

- a) Hidrogeomorfológica

En la Tabla N° 6, se muestra las características principales relacionada al relieve y la pendiente para la zona comprendida entre la cuenca media y alta río Chillón. Ello nos ha permitido conocer que la zona de estudio se caracteriza básicamente por presentar a nivel promedio una pendiente de 5.5%, lo que condiciona la generación del escurrimiento

superficial y los procesos naturales relacionado con la infiltración.

Tabla N° 6. Características de la cuenca media y alta del río Chillón

Sub cuenca	Relieve	Pendiente
Cuenca Media	Tierras onduladas y valles ligeramente inclinados	En la cuenca media durante su curso medio el río Chillón tiene una pendiente de 5 %, modernamente inclinada
Cuenca Alta	Laderas con montañas escarpadas	En la cuenca alta durante su curso superior el río Chillón tiene una pendiente de 6%, moderadamente inclinada

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

En la Tabla N° 7, se muestran los tipos de cobertura vegetal existente en la zona de estudio, los cuales se caracterizan básicamente por los niveles altitudinal como es el caso del Ichu, Pajonal, Aliso y Queñoa para la parte alta; mientras que para la parte media tenemos Eucalipto, Cipres, Molle y Caña brava.

Tabla N° 7. Tipos de cobertura vegetal por piso altitudinal

Sub cuenca	Tipo de cobertura vegetal	Especies vegetales	Nombre científico
Cuenca Alta	Pajonal alto andino	Pajonal	Calamagrostis Effusa
	Bofedales, glaciár, cochas, lagunas y lagos	Ichu	Stipa Ichu
		Festuca	Festuca Arundinacea
	Área alto andina con escasa vegetación	Puya	Titanca
		Cactáceas	Cactaceae
	Matorral arbustivo	Colle	Buddleja Coriacea
		Aliso	Alnus Glutinosa
Queñoa		Polylepis Australis Bitter	
Penca		Cereus Aethiops	
Cuenca Media	Área urbana	Eucalipto	Eucalyptus globulus Labill
		Cipres	Cupressus Sempervirens
		Pino	Pinus
		Chilca	Baccharis Latifolia
	Agricultura costera y andina	Carrizo	Phragmites Australis
		Caña brava	Gynerium Sagittatum
Área urbana	Molle	Schinus Molle	

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Adaptado de Municipalidad Distrital Metropolitana de Lima, 2013

En la Tabla N° 8, se muestrea como está distribuido la población en la zona de estudio, registrándose en la localidad de Canta y Santa Rosa de Quives, la mayor cantidad de población; mientras que en las localidades de Arahuary y San Buenaventura, se presentan

las mínimas.

Tabla N° 8. Población total en la sub cuenca media y alta del río Chillón

Cuenca del río Chillón	Distritos	Población total de habitantes (2017)
Cuenca Media y Alta	Canta	2385
	Arahuay	596
	Huamantanga	686
	Huaros	760
	Lachaqui	856
	San Buenaventura	555
	Santa Rosa de Quives	5710

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

Adaptado de directorio nacional de centros poblados. Censos nacionales 2017

En la Tabla N° 9, tenemos las cinco (05) principales actividades antrópicas que se desarrollan en la cuenca media y alta, siendo la principal a la agricultura la cual básicamente está posicionada en la parte alta; así como también, la ganadería y el turismo.

Tabla N° 9. Actividades que se realizan en la sub cuenca media y alta

Sub cuenca	Actividades principales	Bajo	Medio	Alta	
Cuenca Media y Alta	Ganadería	Ganado ovino			X
		Ganado vacuno			X
		Ganado de alpacas			X
		Ganado caprino		X	
	Piscicultura	Crianza de truchas		X	
	Agricultura	Arveja			X
		Habas			X
		Olluco			X
		Papa			X
		Maíz			X
		Zapallo		X	
		Trigo		X	
		Chala			X
Alfalfa				X	

		Trébol			X
		Oca			X
		Camote			X
		Calabaza			X
		Frutales		X	
		Hierbas aromáticas			X
	Minera		X		
	Turística				X

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Adaptado de la Municipalidad Distrital de Huaros, 2013

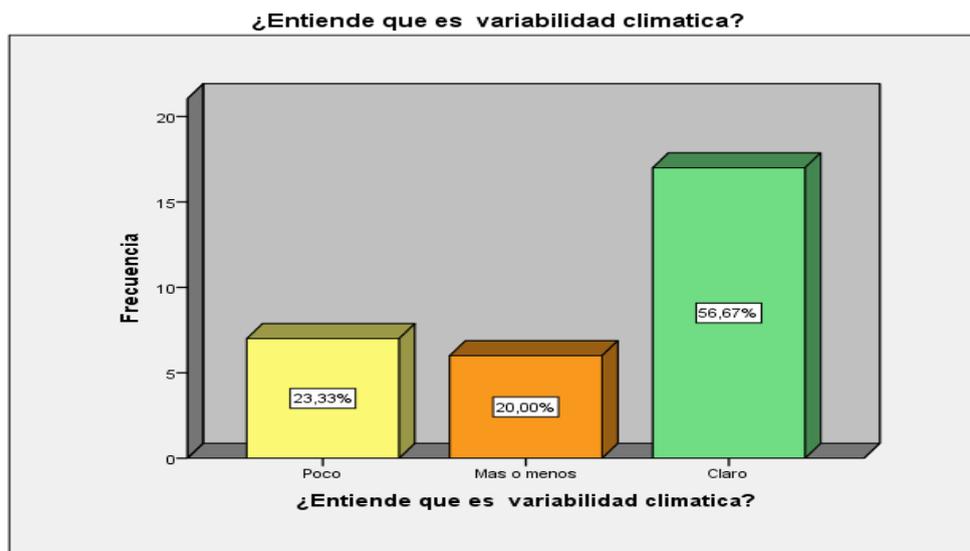
b) Percepción social

Se realizó la encuesta en 3 localidades Canta, Huaros y Obrajillo ubicados en la sub cuenca media y alta del río Chillón, lo cual nos permitió tener una percepción general de la población existente en la zona de estudio referente a las características climáticas que vienen presentándose.

Tabla N° 10. Respuestas de la primera pregunta de la encuesta

¿Entiende que es variabilidad climática?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Poco	7	23,3	23,3	23,3
Más o menos	6	20,0	20,0	43,3
Claro	17	56,7	56,7	100,0
	30	100,0 Total	100,0	

Fuente: Elaboración Propia; 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018

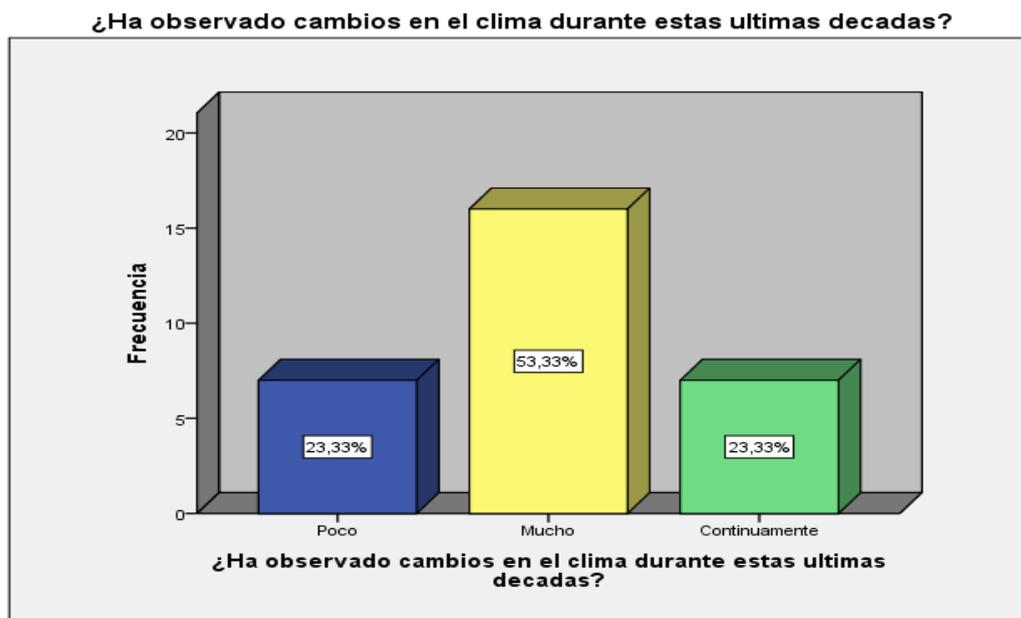
Figura 6. Representación gráfica de las respuestas - primera pregunta

El 56,6 7% de los encuestados respondieron que, si entienden que es variabilidad climática, el 23,3% respondieron más o menos y el 20% restante respondieron que entienden poco que es variabilidad climática, como puede apreciarse en la Tabla N° 10 y en la Figura 6.

Tabla N° 11. Respuestas de la segunda pregunta de la encuesta

¿Ha observado cambios en el clima durante estas últimas décadas?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Poco	7	23,3	23,3	23,3
Mucho	16	53,3	53,3	76,7
Continuamente	7	23,3	23,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018

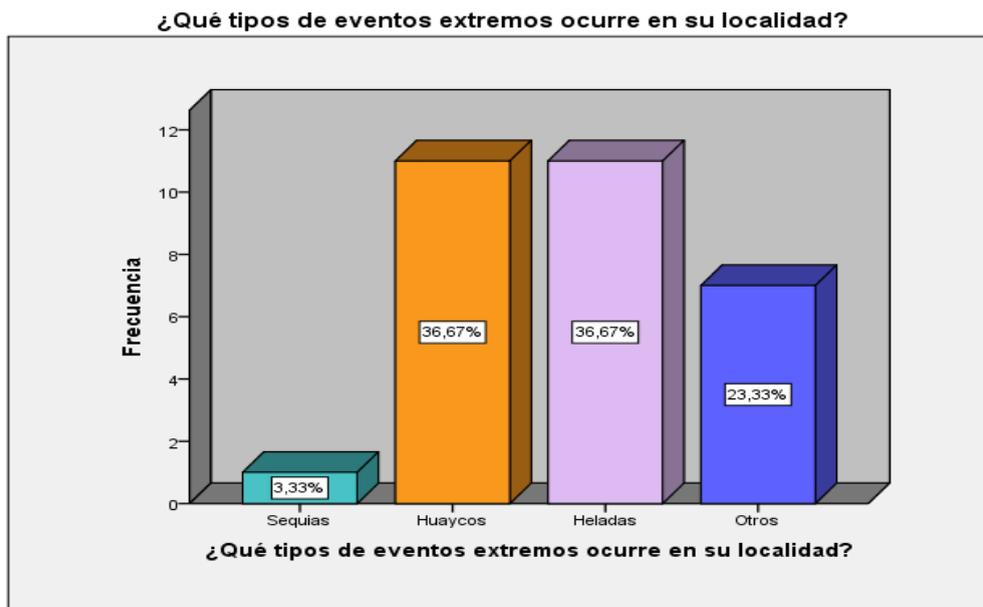
Figura 7. Representación gráfica de las respuestas- segunda pregunta.

El 53,33 % de los encuestados respondieron que ha observado muchos cambios en el clima durante estas últimas décadas, el 23,33 % de los encuestados respondieron que continuamente han observado cambios en el clima en las últimas décadas y el 23,33 % restante respondieron que han observado poco cambio en el clima. Como puede apreciarse en la Tabla N° 11 y Figura 7.

Tabla N° 12. Respuestas de tercera pregunta de la encuesta

¿Qué tipos de eventos extremos ocurre en su localidad?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Sequías	1	3,3	3,3	3,3
Huaycos	11	36,7	36,7	40,0
Heladas	11	36,7	36,7	76,7
Otros	7	23,3	23,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018

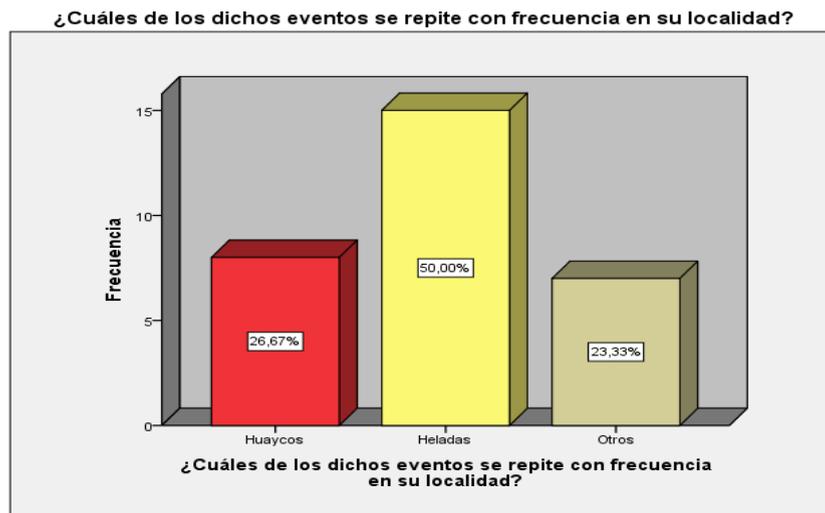
Figura 8. Representación gráfica de las respuestas-tercera pregunta.

El 36,67 % de los encuestados respondieron que el tipo de eventos extremos que ocurre en su localidad son huaycos, el 36,67% respondieron heladas, el 23,33% respondieron otros eventos y el 3,33 % respondieron sequías que ocurrieron en su localidad. Como puede apreciarse en la Tabla N° 12 y Figura 8.

Tabla N° 13. Respuestas de cuarta pregunta de la encuesta

¿Cuáles de los dichos eventos se repite con frecuencia en su localidad?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Huaycos	8	26,7	26,7	26,7
Heladas	15	50,0	50,0	76,7
Otros	7	23,3	23,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018



Fuente: Elaboración propia, 2018

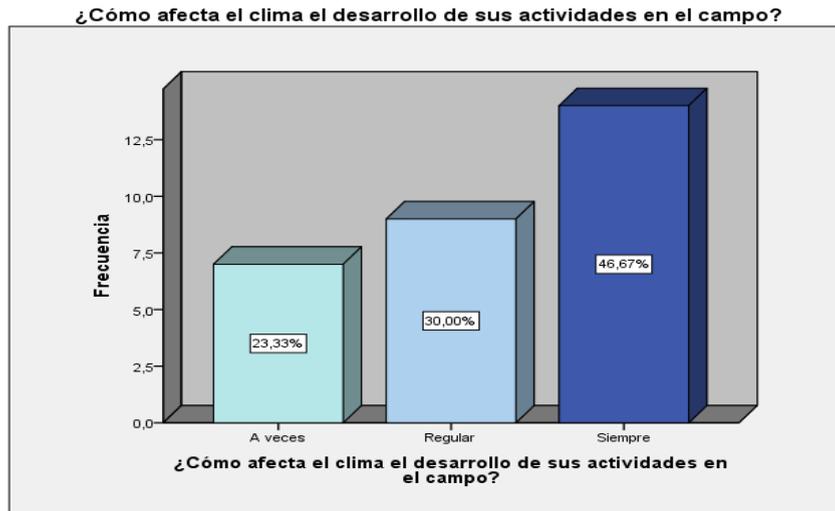
Figura 9. Representación gráfica de las respuestas- cuarta pregunta

El 50% de los encuestados respondieron que los eventos que se repiten con frecuencia en su localidad son heladas, el 26,67% respondieron los eventos que se repiten con frecuencia en su localidad son huaycos y el 23,33% restante respondió otros. Como puede apreciarse en la Tabla N° 13 y figura 9.

Tabla N° 14. Respuestas de la quinta pregunta de la encuesta

¿Cómo afecta el clima el desarrollo de sus actividades en el campo?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
A veces	7	23,3	23,3	23,3
Regular	9	30,0	30,0	53,3
Siempre	14	46,7	46,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018



Fuente: Elaboración propia, 2018

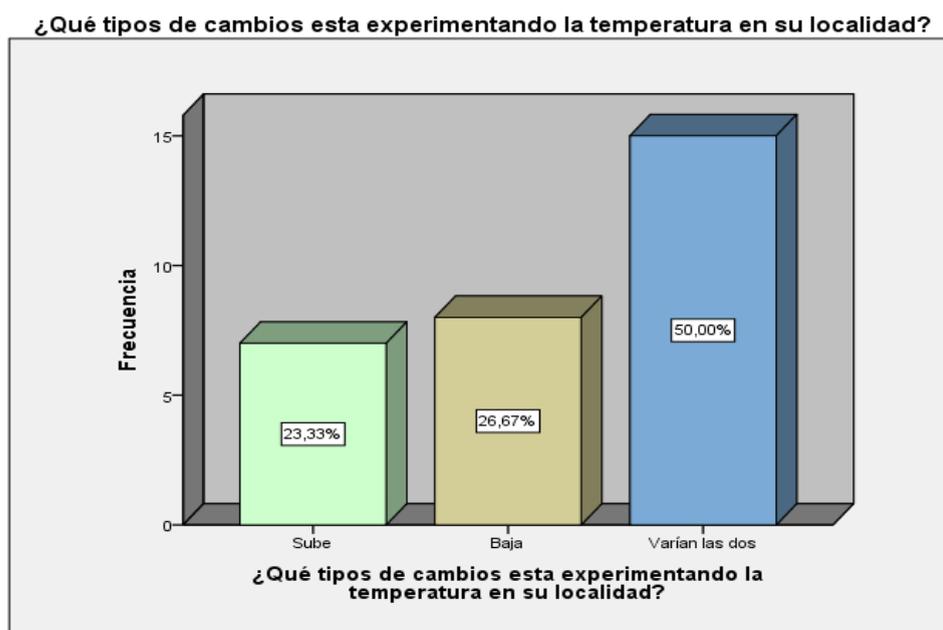
Figura 10. Representación gráfica de las respuestas-quinta pregunta.

El 46,67% de los encuestados respondieron que siempre afecta el clima el desarrollo de sus actividades en el campo, el 30% de encuestados respondieron que regular afecta el clima el desarrollo de sus actividades en el campo y el 23,33 % restante respondieron que a veces afecta el clima el desarrollo de sus actividades en el campo. Como puede apreciarse en la Tabla N° 14 y Figura 10.

Tabla N° 15. Respuestas de la sexta pregunta de la encuesta

¿Qué tipos de cambios está experimentando la temperatura en su localidad?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Sube	7	23,3	23,3	23,3
Baja	8	26,7	26,7	50,0
Varían las dos	15	50,0	50,0	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018

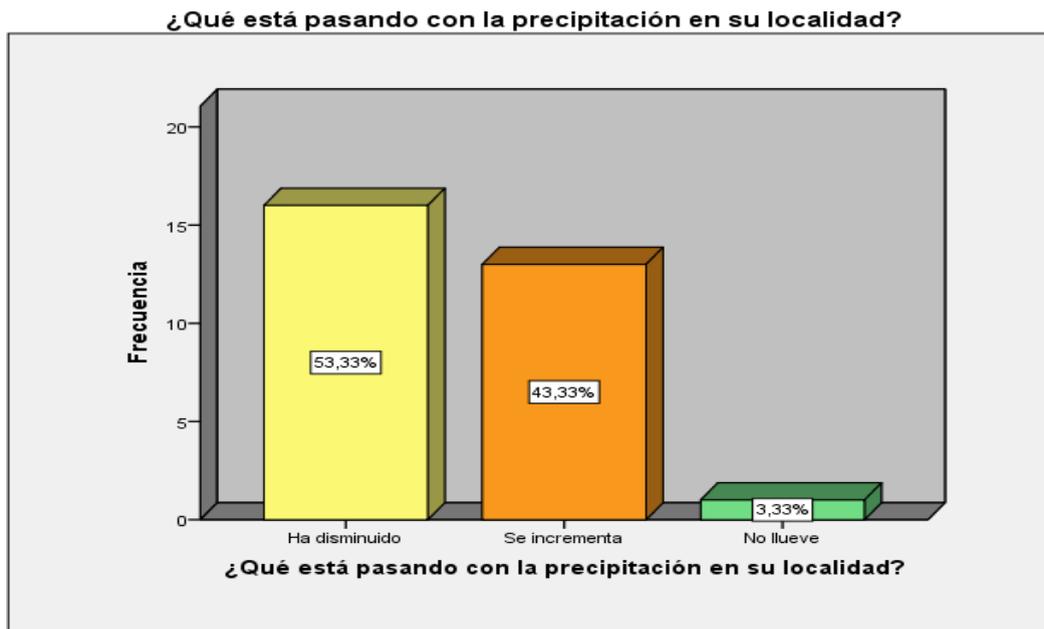
Figura 11. Representación gráfica de las respuestas - sexta pregunta

El 50% de encuestados que el tipo de cambio que está experimentando la temperatura en su localidad es que varían las dos, el 26,67% respondieron el tipo de cambio que está experimentando la temperatura en su localidad es baja y el 23,33 % restante respondieron que la temperatura sube en su localidad. Como puede apreciarse en la Tabla N° 15 y Figura 11.

Tabla N° 16. Respuestas de la séptima pregunta de la encuesta

¿Qué está pasando con la precipitación en su localidad?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Ha disminuido	16	53,3	53,3	53,3
	Se incrementa	13	43,3	43,3	96,7
	No llueve	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018



Fuente: Elaboración propia, 2018

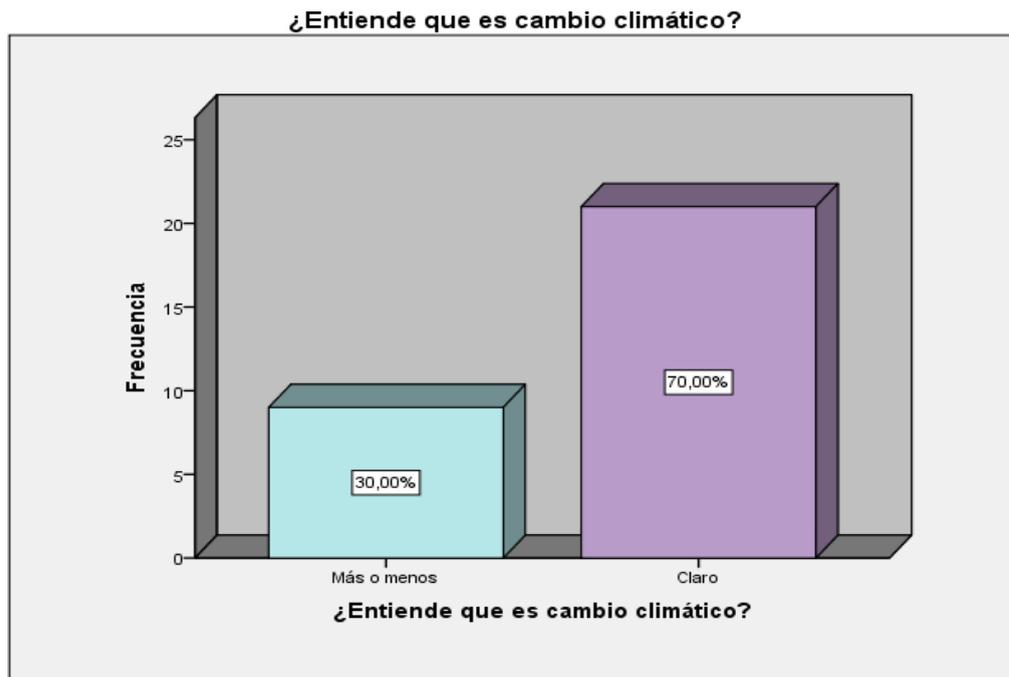
Figura 12. Representación gráfica de las respuestas- séptima pregunta.

El 53,33% de los encuestados respondieron que la precipitación en su localidad ha disminuido, el 43,33 % de encuestados respondieron que la precipitación se incrementa en su localidad y el 3,33% restante respondieron que no llueve en su localidad. Como puede apreciarse en la Tabla N° 16 y Figura 12.

Tabla N° 17. Respuestas de la octava pregunta de la encuesta

¿Entiende que es cambio climático?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	Más o menos	9	30,0	30,0	30,0
	Claro	21	70,0	70,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018

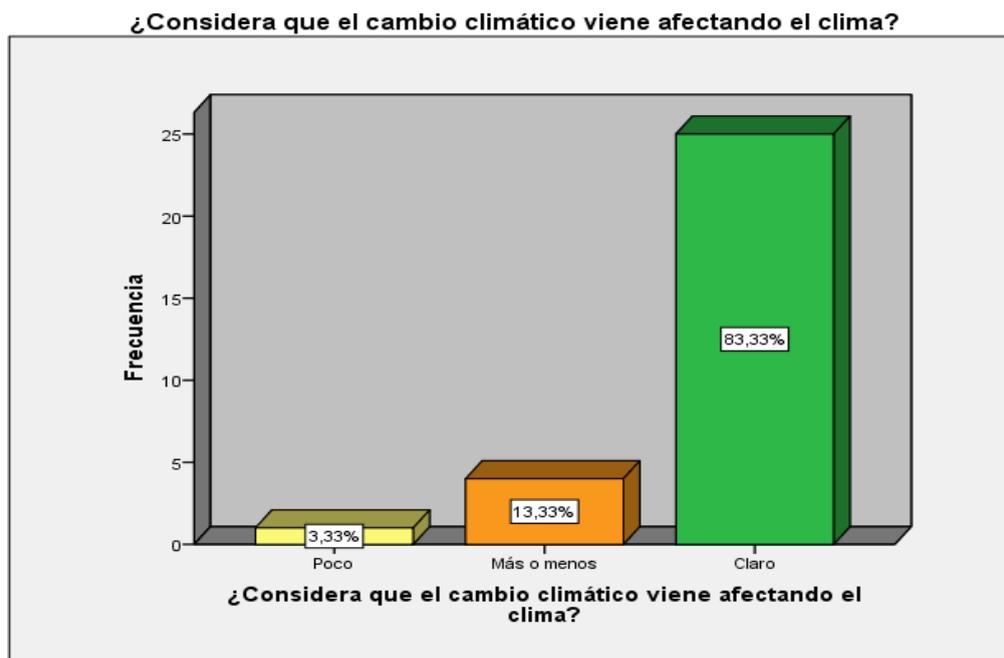
Figura 13. Representación de gráficos de las respuestas- octava pregunta

El 70% de los encuestados respondieron que, si entiende que es cambio climático, el 30% de los encuestados respondieron más o menos entienden que es cambio climático. Como puede apreciarse en la Tabla N° 17 y Figura 13.

Tabla N ° 18. Respuestas de la novena pregunta de la encuesta

¿Considera que el cambio climático viene afectando el clima?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Poco	1	3,3	3,3	3,3
Más o menos	4	13,3	13,3	16,7
Claro	25	83,3	83,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018



Fuente: Elaboración propia, 2018

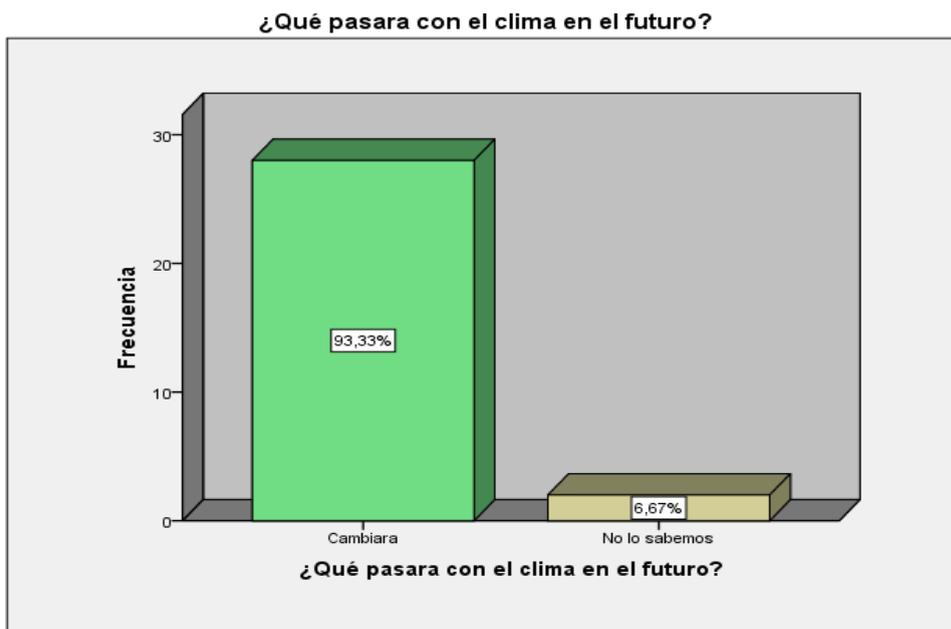
Figura 14. Representación de gráficos de las respuestas- novena pregunta.

El 83,33% de encuestados respondieron que, si consideran que el cambio climático viene afectando el clima, el 13,33% respondieron que más o menos el cambio climático viene afectando el clima y el 3,33 restante respondieron que poco el cambio climático viene afectando el clima. Como puede apreciarse en la Tabla N° 18 y Figura 14.

Tabla N° 19: Respuestas de la décima pregunta de la encuesta

¿Qué pasara con el clima en el futuro?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Cambiara	28	93,3	93,3	93,3
No lo sabemos	2	6,7	6,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 15. Representación gráfica de las respuestas- décima pregunta.

El 93,33% de encuestados respondieron que el clima en el futuro cambiara y el 6,67% de los encuestados respondieron que no saben que pasara con el clima en el futuro. Como puede apreciarse en la Tabla N° 19 y Figura 15.

3.2 Comportamiento climático histórico (precipitación y temperatura)

a) Comportamiento pluviométrico

El procesamiento y análisis de la información hidrometeorológica existente en la zona de estudio, a través de seis (06) estaciones meteorológicas; permitiendo desarrollar la caracterización climática de la zona, para un registro histórico comprendido entre 1980 - 2017, tal como se aprecia en la Tabla N° 20.

Tabla N° 20: Promedios multianuales de precipitación del periodo 1980-2017

Estación meteorológica	Promedio multianual de precipitación (1980-2017)
Pariacancha	708,26 mm
Huaros	512,65 mm
Canta	360,50 mm
Huamantanga	394,56 mm
Arahuay	324,08 mm
Lachaqui	607,90 mm

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En el análisis de comportamiento histórico de las precipitaciones, periodo 1980-2017, de todo del área de estudio representada de forma espacial y temporal, tal como se presenta en el mapa N° 7, Anexo N° 13. En la cual se aprecia el rango de variación de precipitación oscila entre valor mínimo de 74, 23 mm y valor máximo de 743,35 mm. Con un valor promedio acumulado de 408,79 mm. Donde se identifica que las mayores precipitaciones se focalizan en la parte alta de la cuenca, lo cual se traduce a excesos de precipitaciones, con años húmedos ocurridos durante el periodo histórico 1980 - 2017, asimismo en la parte media, las precipitaciones son menores.

a) Comportamiento Térmico

El procesamiento y análisis de la información hidrometeorológica existente en la zona de estudio, a través de dos (2) estaciones meteorológicas; permitiendo desarrollar la caracterización climática de la zona, para un registro histórico comprendido entre 1980 - 2017, tal como se aprecia en la Tabla N° 21.

Tabla N° 21. Promedios multianuales de temperatura promedio, máxima, mínima periodo 1980-2017

Estación meteorológica	Promedios multianuales de temperatura período (1980 - 2017)		
	TEM Promedio	TEM MAX	TEM MIN
Canta	13,09 °C	17,90 °C	8,3 °C
Ñaña	19,37 °C	23,92 °C	14,81 °C

Fuente: Elaboración propia, 2018

En el análisis de comportamiento histórico de las temperaturas promedio máximas, mínimas, periodo 1980-2017 de todo del área de estudio representada de forma espacial y temporal, tal como se presenta Anexo N° 14, en el mapa N° 8, que el rango de variación de la temperatura promedio oscila entre el valor mínimo de 9, 61 °C y el valor máximo de 20,68 ° con un promedio de 15,1 ° C.

En el Anexo N° 15, mapa N° 9, se aprecia el rango de variación de temperatura máxima oscila entre el valor mínimo de 14,62 °C y valor máximo de 25, 32 °C con un promedio de 19,97° C.

En el Anexo N° 16, en el mapa N° 10, se aprecia el rango de variación de temperatura mínima que oscila entre el valor mínimo de 4,84 °C y valor máximo de 15,92 °C, con un promedio de 10,38 ° C.

Donde se puede asumir que la temperatura mínimas históricas descienden considerablemente en la parte alta de la cuenca a diferencia de la zona media, lo cual se traduce a que en el período histórico habido presencia de temperaturas muy bajas, posiblemente habido ocurrencia de heladas. Puesto que en la zona media las temperaturas ascienden ligeramente.

3.3. Escenarios climatológicos

a) Escenarios de comportamiento de precipitación al 2030

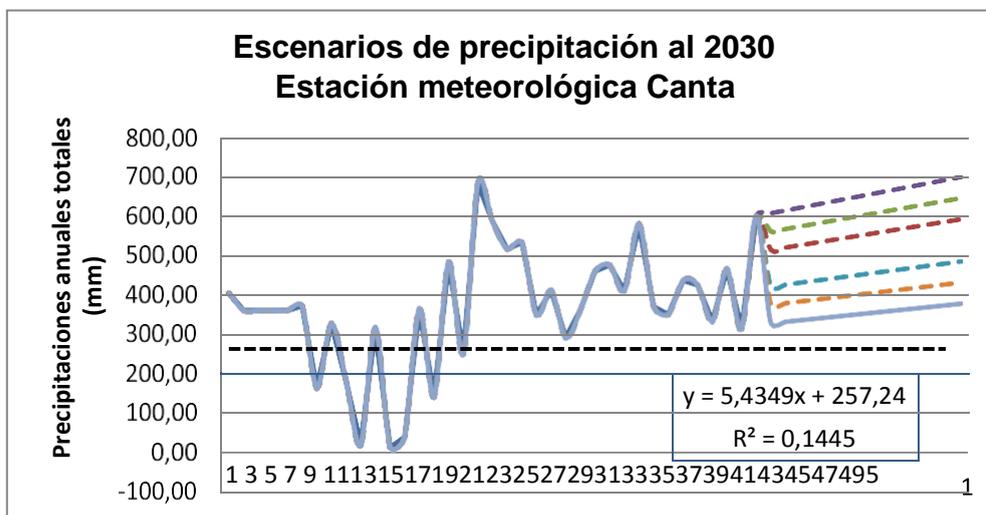
En la Tabla N° 22, se muestran los valores promedios de precipitación anual de los posibles escenarios desde el período de 2017 hasta el 2030 de la estación meteorológica Canta.

Tabla N° 22. Escenarios de precipitación total anual al 2030 (mm)

Año	Promedio anual (mm)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2017	463,77	510,14	556,52	602,90	417,39	371,01	324,64
2018	469,20	516,12	563,04	609,96	422,28	375,36	328,44
2019	474,64	522,10	569,56	617,03	427,17	379,71	332,25
2020	480,07	528,08	576,09	624,09	432,06	384,06	336,05
2021	485,51	534,06	582,61	631,16	436,96	388,40	339,85
2022	490,94	540,03	589,13	638,22	441,85	392,75	343,66
2023	496,38	546,01	595,65	645,29	446,74	397,10	347,46
2024	501,81	551,99	602,17	652,35	451,63	401,45	351,27
2025	507,25	557,97	608,69	659,42	456,52	405,80	355,07
2026	512,68	563,95	615,22	666,48	461,41	410,14	358,88
2027	518,12	569,93	621,74	673,55	466,30	414,49	362,68
2028	523,55	575,91	628,26	680,62	471,20	418,84	366,49
2029	528,99	581,88	634,78	687,68	476,09	423,19	370,29
2030	534,42	587,86	641,30	694,75	480,98	427,54	374,09

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 16, se muestra el comportamiento de la variación de precipitación histórica para el período comprendido entre 1980 – 2016, los cuales reflejan una tendencia creciente en su variación. Sobre la base la tendencia definida, se obtuvieron los escenarios de precipitación media para el período 2017 – 2030, así como los probables rangos de variación en base a variación porcentuales de 10%, 20% y 30%, para la estación meteorológica de Canta. Para el 2017 se tiene un promedio acumulado de precipitación de 463,77 mm, mientras que para el 2030 será de 534,42 mm.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 16. Escenarios de precipitación al 2030 – Estación: Canta.

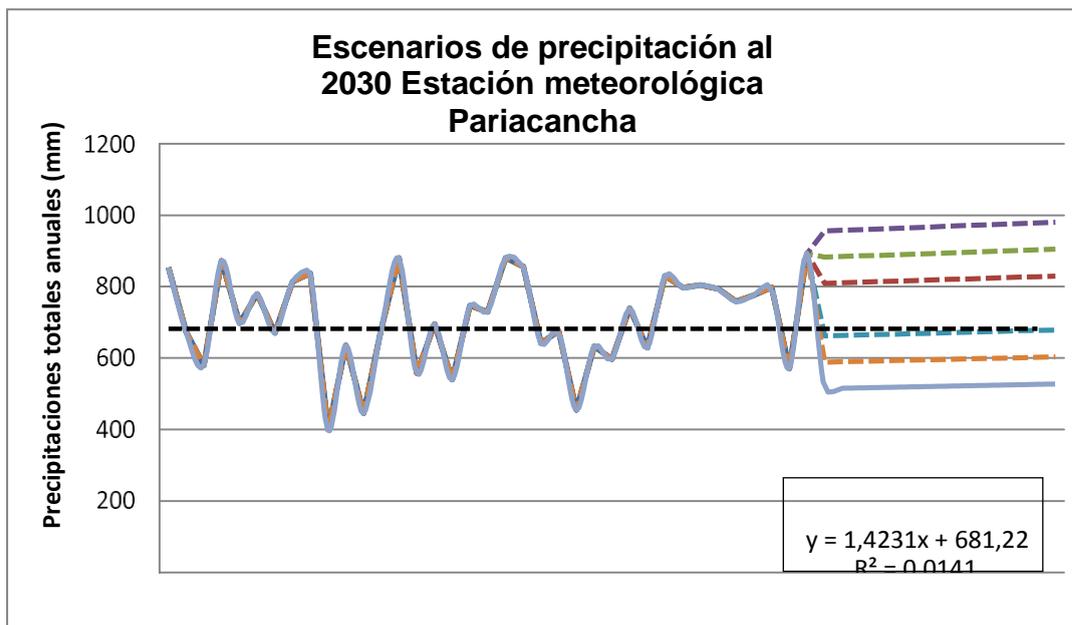
En la Tabla N° 23, se muestra los valores de promedio de los escenarios de precipitación desde el período de 2017 al 2030 de la estación meteorológica Pariacancha.

Tabla N° 23: Escenarios de precipitación total anual al 2030 (mm)

Año	Promedio anual (mm)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,9
2017	735,3	808,8	882,4	955,9	661,8	588,2	514,7
2018	736,7	810,4	884,1	957,7	663,0	589,4	515,7
2019	738,1	812,0	885,8	959,6	664,3	590,5	516,7
2020	739,6	813,5	887,5	961,4	665,6	591,7	517,7
2021	741,0	815,1	889,2	963,3	666,9	592,8	518,7
2022	742,4	816,7	890,9	965,1	668,2	593,9	519,7
2023	743,8	818,2	892,6	967,0	669,5	595,1	520,7
2024	745,3	819,8	894,3	968,8	670,7	596,2	521,7
2025	746,7	821,4	896,0	970,7	672,0	597,3	522,7
2026	748,1	822,9	897,7	972,5	673,3	598,5	523,7
2027	749,5	824,5	899,4	974,4	674,6	599,6	524,7
2028	751,0	826,0	901,1	976,2	675,9	600,8	525,7
2029	752,4	827,6	902,9	978,1	677,1	601,9	526,7
2030	753,8	829,2	904,6	979,9	678,4	603,0	527,7

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la Figura 17, se muestra el comportamiento de la variación de precipitación histórica para el período comprendido entre 1980- 2016, los cuales reflejan una tendencia creciente en la variación de precipitación. Por lo tanto, sobre la base de tendencia definida se obtuvieron los escenarios de precipitación media para el período de los años 2017-2030, así como los probables rangos de variación en base a variaciones porcentuales de 10%, 20% y 30%, para la estación meteorológica de Pariacancha. Para el año 2017 se tiene un promedio acumulado de precipitación de 735,3 mm, mientras que para el año 2030 el promedio acumulado será de 753,8 mm.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 17. Escenarios de precipitación al 2030, estación: Pariacancha

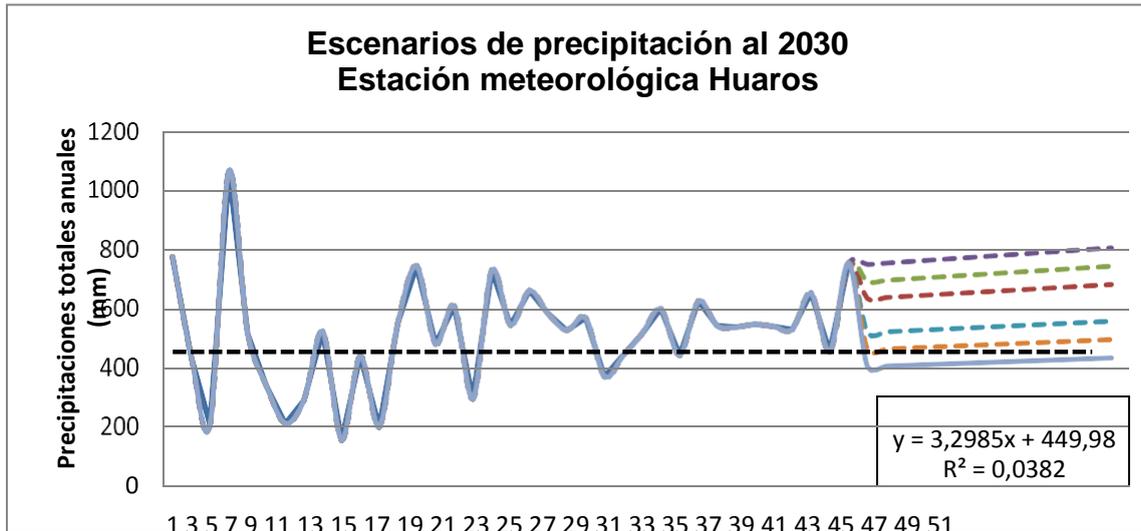
En la Tabla N° 24, se muestran los escenarios de valores promedios de precipitación al 2030 de la estación meteorológica de Huaros.

Tabla N° 24. Escenarios de precipitaciones total anual al 2030 (mm)

Año	Promedio anual (mm)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2017	575,3	632,9	690,4	747,9	517,8	460,3	402,7
2018	578,6	636,5	694,3	752,2	520,8	462,9	405,0
2019	581,9	640,1	698,3	756,5	523,7	465,5	407,3
2020	585,2	643,7	702,3	760,8	526,7	468,2	409,7
2021	588,5	647,4	706,2	765,1	529,7	470,8	412,0
2022	591,8	651,0	710,2	769,4	532,6	473,5	414,3
2023	595,1	654,6	714,1	773,6	535,6	476,1	416,6
2024	598,4	658,3	718,1	777,9	538,6	478,7	418,9
2025	601,7	661,9	722,1	782,2	541,5	481,4	421,2
2026	605,0	665,5	726,0	786,5	544,5	484,0	423,5
2027	608,3	669,1	730,0	790,8	547,5	486,6	425,8
2028	611,6	672,8	733,9	795,1	550,4	489,3	428,1
2029	614,9	676,4	737,9	799,4	553,4	491,9	430,4
2030	618,2	680,0	741,8	803,7	556,4	494,6	432,7

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 18, se muestra el comportamiento de la variación de precipitación histórica para el período comprendido entre los años 1980-2016, los cuales reflejan una tendencia creciente en su variación. Sobre la base de la tendencia definida, se obtuvieron los escenarios de precipitación media para el período 2017 -2030, así como los probables rangos de variación en base a variación porcentual de 10% 20% y 30%, para la estación meteorológica Huaros. Analizando la serie histórica en el año 2017 el acumulado de precipitación es de 575,3 mm, para el año 2025 el acumulado de lluvia sería de 601,7 mm y para el 2030 se asume un acumulado promedio de 618,2 mm, por lo tanto, se deduce que para los próximos años las precipitaciones se irán incrementando.



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Escenarios de precipitación al 2030, estación meteorológica Huaros

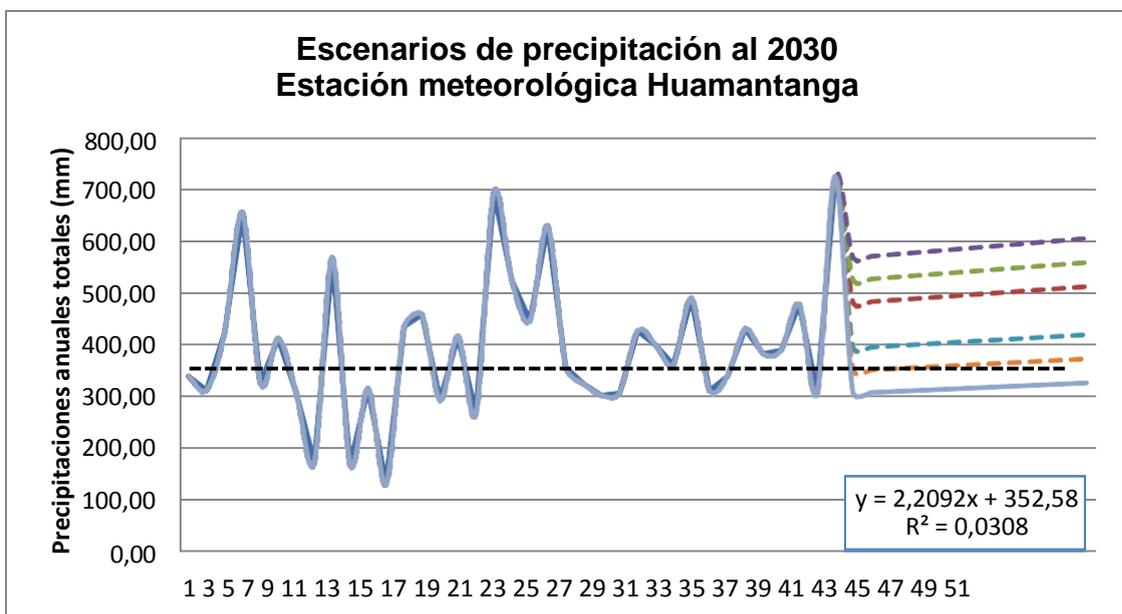
En la Tabla N° 25, se muestran los valores promedio de los escenarios de precipitación de la estación meteorológica Huamantanga desde el período 2017-2030.

Tabla N° 25. Escenarios de precipitación total anual al 2030 (mm)

Año	Promedio anual (mm)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2017	436,53	480,18	523,84	567,49	392,88	349,22	305,57
2018	438,74	482,61	526,49	570,36	394,86	350,99	307,12
2019	440,95	485,04	529,14	573,23	396,85	352,76	308,66
2020	443,16	487,47	531,79	576,10	398,84	354,53	310,21
2021	445,37	489,90	534,44	578,98	400,83	356,29	311,76
2022	447,58	492,33	537,09	581,85	402,82	358,06	313,30
2023	449,78	494,76	539,74	584,72	404,81	359,83	314,85
2024	451,99	497,19	542,39	587,59	406,79	361,60	316,40
2025	454,20	499,62	545,04	590,46	408,78	363,36	317,94
2026	456,41	502,05	547,69	593,34	410,77	365,13	319,49
2027	458,62	504,48	550,35	596,21	412,76	366,90	321,04
2028	460,83	506,91	553,00	599,08	414,75	368,66	322,58
2029	463,04	509,34	555,65	601,95	416,74	370,43	324,13
2030	465,25	511,77	558,30	604,82	418,72	372,20	325,67

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 19, se muestra el comportamiento de la precipitación histórica para el período comprendido entre los años 1980-2016, los cuales reflejan una tendencia creciente en su variación, sobre la base de la tendencia definida, se obtuvieron los escenarios de precipitación media para el período 2017-2030, así como los probables rangos de variación en base a la variación porcentual de 10%, 20% y 30%, para la estación meteorológica de Huamantanga, donde claramente se aprecia que las precipitaciones están incrementando, el promedio acumulado de precipitación es de 436,53 mm, uno de los posibles escenarios de precipitación es de 511, 77 mm para el 2030, probablemente haya más años húmedos en los próximos años.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 19. Escenarios de precipitación al 2030, estación: Huamantanga.

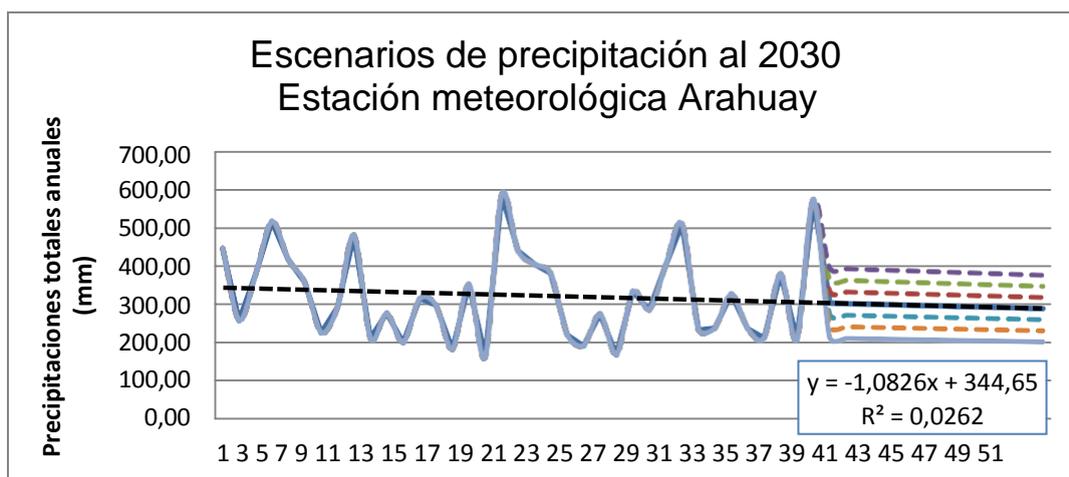
En la Tabla N° 26, se muestran los valores promedios de los escenarios de la precipitación anual para la estación meteorológica Arahuay, desde el período de 2017 al 2030.

Tabla N° 26. Escenarios de precipitación total anual al 2030 (mm)

Año	Promedio anual (mm)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2017	303,51	333,86	364,21	394,56	273,16	242,81	212,46
2018	302,42	332,67	362,91	393,15	272,18	241,94	211,70
2019	301,34	331,48	361,61	391,74	271,21	241,07	210,94
2020	300,26	330,29	360,31	390,34	270,23	240,21	210,18
2021	299,18	329,09	359,01	388,93	269,26	239,34	209,42
2022	298,09	327,90	357,71	387,52	268,28	238,48	208,67
2023	297,01	326,71	356,41	386,11	267,31	237,61	207,91
2024	295,93	325,52	355,11	384,71	266,34	236,74	207,15
2025	294,85	324,33	353,81	383,30	265,36	235,88	206,39
2026	293,76	323,14	352,52	381,89	264,39	235,01	205,63
2027	292,68	321,95	351,22	380,48	263,41	234,14	204,88
2028	291,60	320,76	349,92	379,08	262,44	233,28	204,12
2029	290,52	319,57	348,62	377,67	261,46	232,41	203,36
2030	289,43	318,38	347,32	376,26	260,49	231,55	202,60

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 20, se muestra el comportamiento de la variación de precipitación histórica para el período comprendido entre 1980-2016, los cuales reflejan una tendencia decreciente en su variación. Sobre la base de la tendencia definida, se obtuvieron los escenarios de precipitación media para el período 2017-2030, así como los probables rangos de variación en base a la variación porcentual de 10%, 20% y 30% de la estación meteorológica Arahuay. Para el año 2017 el promedio acumulado de precipitación es de 303,51 mm, en el año 2025 es de 294,85 mm y para el 2030 es de 289,43 mm.



Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Escenarios de precipitación al 2030, estación: Arahuay

En la Tabla N° 27, se muestra los valores promedios de precipitación de la estación meteorológica Lachaqui, período 2017-2030

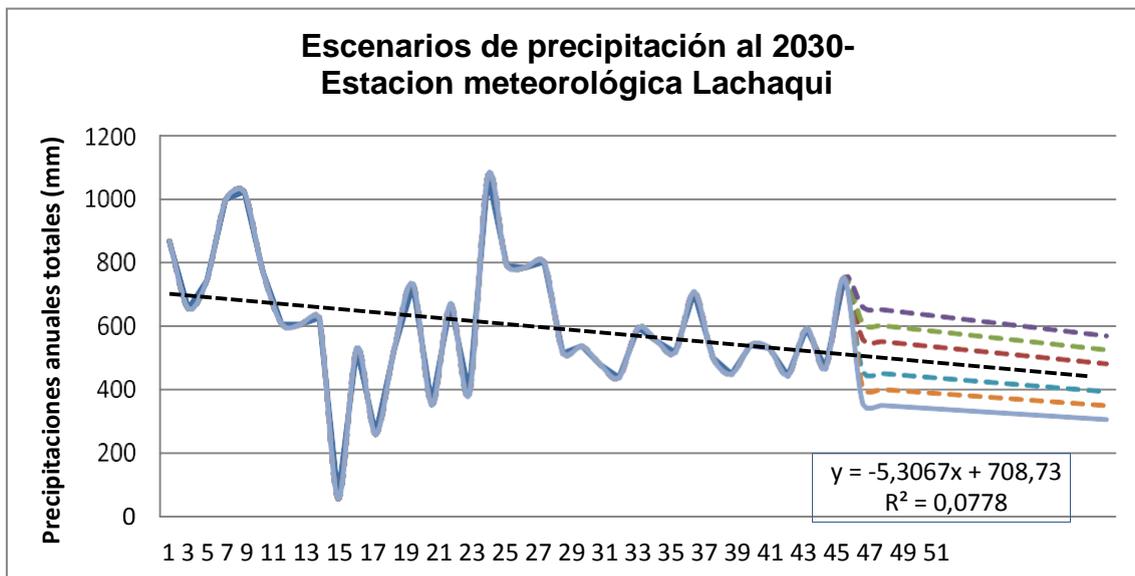
Tabla N° 27. Escenarios de precipitación total anual al 2030 (mm)

Año	Promedio anual (mm)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2017	507,1	557,8	608,5	659,2	456,4	405,7	355,0
2018	501,8	551,9	602,1	652,3	451,6	401,4	351,2
2019	496,5	546,1	595,8	645,4	446,8	397,2	347,5
2020	491,2	540,3	589,4	638,5	442,0	392,9	343,8
2021	485,8	534,4	583,0	631,6	437,3	388,7	340,1
2022	480,5	528,6	576,7	624,7	432,5	384,4	336,4
2023	475,2	522,8	570,3	617,8	427,7	380,2	332,7
2024	469,9	516,9	563,9	610,9	422,9	375,9	328,9
2025	464,6	511,1	557,5	604,0	418,2	371,7	325,2
2026	459,3	505,2	551,2	597,1	413,4	367,5	321,5
2027	454,0	499,4	544,8	590,2	408,6	363,2	317,8
2028	448,7	493,6	538,4	583,3	403,8	359,0	314,1
2029	443,4	487,7	532,1	576,4	399,1	354,7	310,4
2030	438,1	481,9	525,7	569,5	394,3	350,5	306,7

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 21, se muestra el comportamiento de la variación de precipitación histórica para el período comprendido entre 1980- 2016, los cuales reflejan una tendencia decreciente en su variación. Lo cual, sobre la base de la tendencia definida, se obtuvieron los escenarios de precipitación media para el periodo 2017-2030, así como los probables

rangos de variación en base a variación porcentual de 10%,20%, 30%. Para el año 2017 se tiene un promedio acumulado de precipitación de 507,1 mm, para el año 2030, un promedio acumulado de 438,1 mm.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 21. Escenarios de precipitación al 2030, estación: Lachaqui.

Una vez generado los escenarios y determinado los valores se obtuvieron, Anexo N 17, el mapa N° 11 de escenarios de precipitación desde el período de 1980 hasta el 2030 del área de estudio. En la cual se aprecia que el comportamiento de las precipitaciones varía de valor mínimo de 61,87 mm a un valor máximo de 806,13 mm, el promedio acumulado de 434 mm, por la cual se prevé que para el año 2030 tienden a incrementarse en la cuenca alta, se presenta años muy húmedos con probabilidad de inundaciones para media y baja

b) Escenarios de temperatura promedio, máxima y mínima al 2030

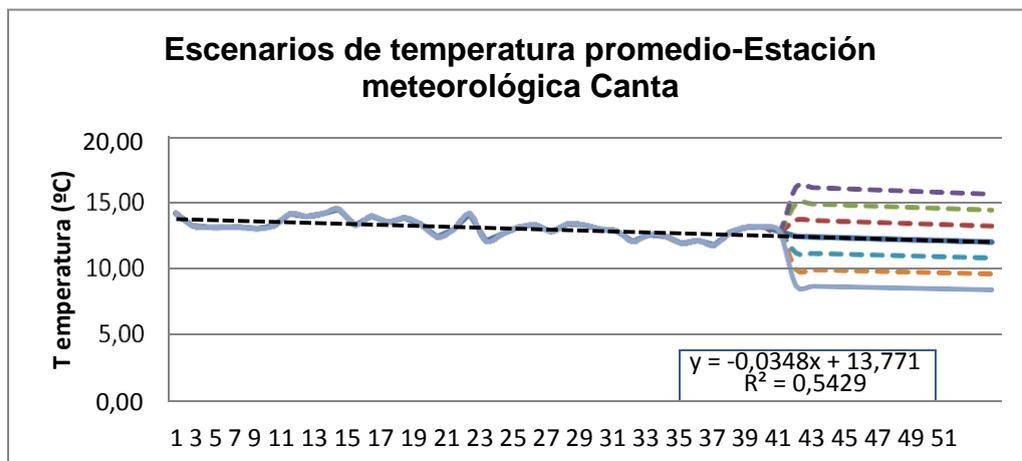
En la Tabla N° 28, se muestra los valores de los escenarios de temperatura promedio de la estación meteorológica Canta.

Tabla N° 28. Escenarios de temperatura promedio total anual al 2030 (° C)

Año	TEMP promedio anual (°C)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2018	12,41	13,66	14,90	16,14	11,17	9,93	8,69
2019	12,38	13,62	14,85	16,09	11,14	9,90	8,67
2020	12,34	13,58	14,81	16,05	11,11	9,88	8,64
2021	12,31	13,54	14,77	16,00	11,08	9,85	8,62
2022	12,27	13,50	14,73	15,96	11,05	9,82	8,59
2023	12,24	13,46	14,69	15,91	11,02	9,79	8,57
2024	12,21	13,43	14,65	15,87	10,98	9,76	8,54
2025	12,17	13,39	14,60	15,82	10,95	9,74	8,52
2026	12,14	13,35	14,56	15,78	10,92	9,71	8,49
2027	12,10	13,31	14,52	15,73	10,89	9,68	8,47
2028	12,07	13,27	14,48	15,69	10,86	9,65	8,45
2029	12,03	13,23	14,44	15,64	10,83	9,62	8,42
2030	12,00	13,20	14,40	15,60	10,80	9,60	8,40

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 22, se muestra el comportamiento de la variación de temperatura promedio histórico para el período comprendido entre 1980-2016, los cuales reflejan una tendencia decreciente en su variación. Sobre la base de la tendencia definida se obtuvieron los escenarios de temperatura promedio para el 2017-2030, así como los probables rangos de variación en base a variación porcentuales de 10%, 20% y 30%, para la estación meteorológica de Canta. Para el año 2018 la temperatura promedio oscila en 12,41° C, para el año 2025 la temperatura promedio será de 12,17° C y para el año 2030 el promedio de temperatura promedio será de 12.00 ° C.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 22. Escenarios de temperatura promedio al 2030, estación: Canta

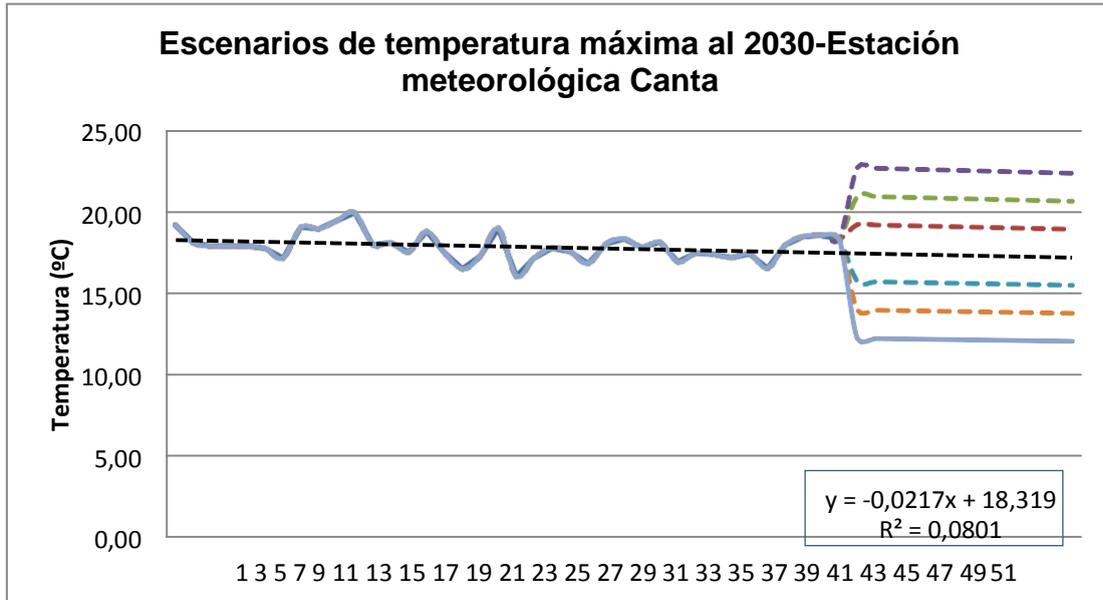
En la Tabla N° 29, se muestran los valores de los escenarios de temperatura máxima de la estación meteorológica Canta desde el período de 2018 al 2030

Tabla N° 29. Escenarios de temperatura máxima total anual al 2030 (°C)

Año	TEM MAX promedio anual (° C)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2018	17,47	19,22	20,97	22,71	15,73	13,98	12,23
2019	17,45	19,20	20,94	22,69	15,71	13,96	12,22
2020	17,43	19,17	20,92	22,66	15,69	13,94	12,20
2021	17,41	19,15	20,89	22,63	15,67	13,93	12,19
2022	17,39	19,12	20,86	22,60	15,65	13,91	12,17
2023	17,36	19,10	20,84	22,57	15,63	13,89	12,15
2024	17,34	19,08	20,81	22,55	15,61	13,87	12,14
2025	17,32	19,05	20,78	22,52	15,59	13,86	12,12
2026	17,30	19,03	20,76	22,49	15,57	13,84	12,11
2027	17,28	19,01	20,73	22,46	15,55	13,82	12,09
2028	17,26	18,98	20,71	22,43	15,53	13,80	12,08
2029	17,23	18,96	20,68	22,40	15,51	13,79	12,06
2030	17,21	18,93	20,65	22,38	15,49	13,77	12,05

Fuente: Elaboración propia

En la figura 23, se muestra el comportamiento de la variación de temperatura máxima para el periodo comprendido entre 1980-2016, los cuales reflejan una tendencia decreciente en su variación. Sobre la base de tendencia definida se obtuvieron los escenarios de temperatura máxima para el periodo 2017-2030, así como los probables rangos de variación en base a variación porcentual de 10%, 20% y 30%, para la estación meteorológica de Canta. Para el año 2017 se tiene un promedio de temperatura máxima de 17,47°C, para el año 2025 es de 17,32 ° C y para el año 2030 el promedio es de 17,21 ° C.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 23. Escenarios de temperatura máxima al 2030, estación: Canta

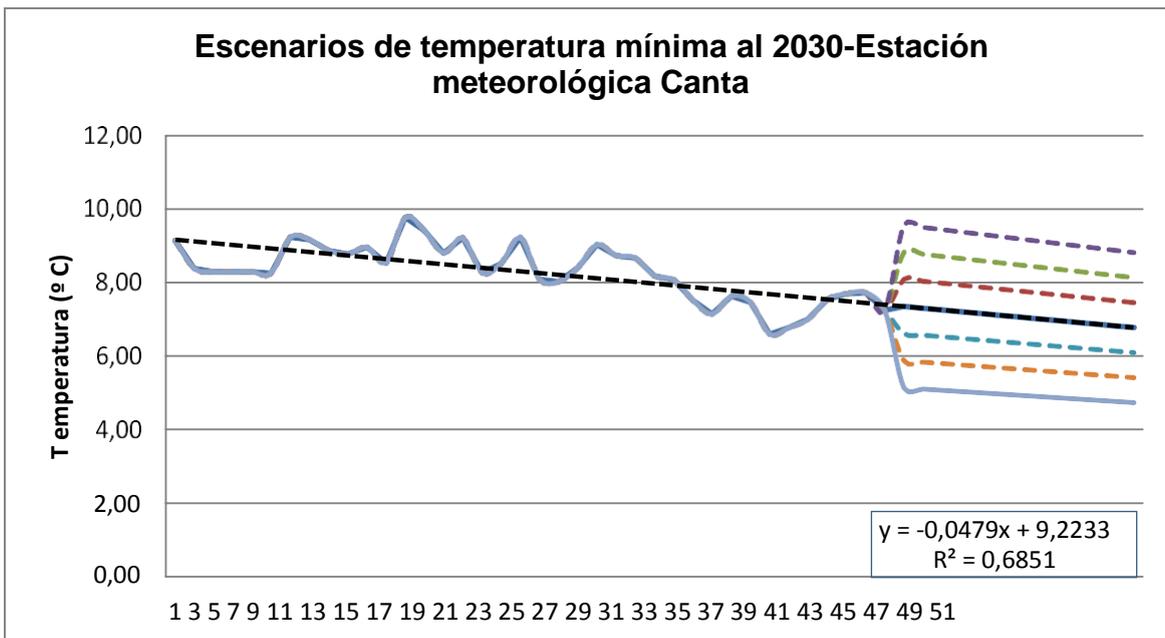
En la Tabla N° 30, se muestra los escenarios de temperatura mínima de la estación meteorológica Canta desde el año 2018 al 2030.

Tabla N° 30: Escenarios de temperatura mínima total anual al 2030 (° C)

Año	TEMP MIN promedio anual (°C)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2018	7,36	8,09	8,83	9,56	6,62	5,88	5,15
2019	7,31	8,04	8,77	9,50	6,58	5,85	5,11
2020	7,26	7,99	8,71	9,44	6,53	5,81	5,08
2021	7,21	7,93	8,65	9,37	6,49	5,77	5,05
2022	7,16	7,88	8,60	9,31	6,45	5,73	5,01
2023	7,12	7,83	8,54	9,25	6,40	5,69	4,98
2024	7,07	7,77	8,48	9,19	6,36	5,65	4,95
2025	7,02	7,72	8,42	9,13	6,32	5,62	4,91
2026	6,97	7,67	8,37	9,06	6,27	5,58	4,88
2027	6,92	7,62	8,31	9,00	6,23	5,54	4,85
2028	6,88	7,56	8,25	8,94	6,19	5,50	4,81
2029	6,83	7,51	8,19	8,88	6,15	5,46	4,78
2030	6,78	7,46	8,14	8,81	6,10	5,42	4,75

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 24, se muestra el comportamiento de la variación de temperatura mínima histórica para el periodo comprendido entre 1980-2016, los cuales reflejan una tendencia decreciente en su variación. Sobre la base de tendencia definida, se obtuvieron los escenarios de temperatura mínima para el periodo de los años 2017-2030, así como los probables rangos de variación en base a la variación porcentual de 10%, 20% y 30%, para la estación meteorológica de Canta. Para el año 2018 la temperatura mínima es de 7,36 ° C, para el año 2025 es de 7,02 ° C y para el año 2030 la temperatura es de 6, 78 ° C.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 24. Escenarios de temperatura mínima al 2030, estación: Canta.

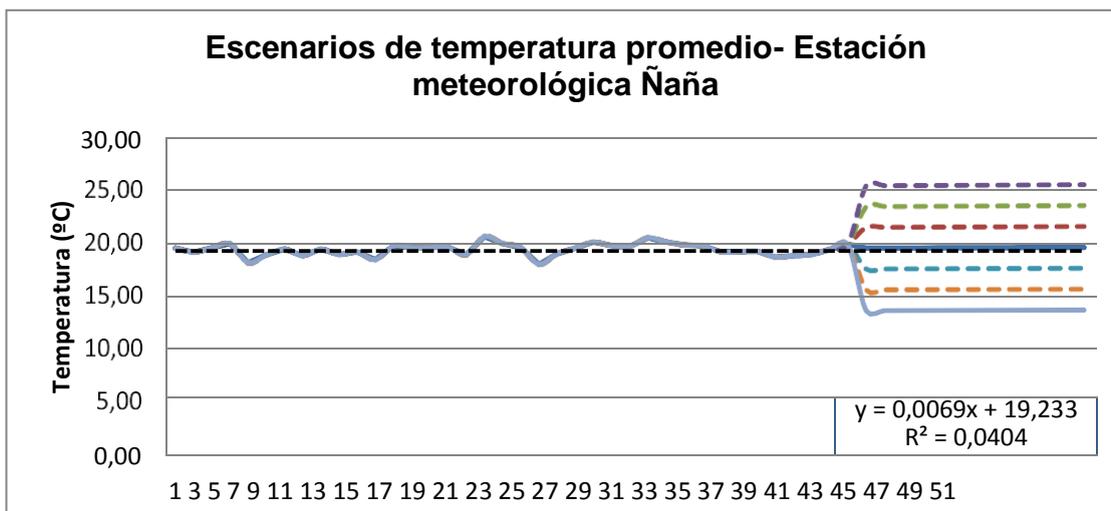
En la Tabla N° 31, se muestra los valores de los escenarios de temperatura promedio de la estación meteorológica Ñaña, desde el período 2018 al 2030.

Tabla N° 31. Escenarios de temperatura promedio anual total al 2030 (°C)

Año	TEMP promedio anual (°C)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2018	19,50	21,45	23,40	25,35	17,55	15,60	13,65
2019	19,51	21,46	23,41	25,36	17,56	15,61	13,65
2020	19,51	21,47	23,42	25,37	17,56	15,61	13,66
2021	19,52	21,47	23,42	25,38	17,57	15,62	13,66
2022	19,53	21,48	23,43	25,39	17,57	15,62	13,67
2023	19,53	21,49	23,44	25,39	17,58	15,63	13,67
2024	19,54	21,50	23,45	25,40	17,59	15,63	13,68
2025	19,55	21,50	23,46	25,41	17,59	15,64	13,68
2026	19,55	21,51	23,47	25,42	17,60	15,64	13,69
2027	19,56	21,52	23,47	25,43	17,61	15,65	13,69
2028	19,57	21,53	23,48	25,44	17,61	15,65	13,70
2029	19,58	21,53	23,49	25,45	17,62	15,66	13,70
2030	19,58	21,54	23,50	25,46	17,62	15,67	13,71

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 25, se muestra el comportamiento de la variación de temperatura promedio histórica para el período comprendido entre 1980-2016, los cuales reflejan una tendencia creciente en su variación. Sobre la base de tendencia definida, se obtuvieron los escenarios de temperatura promedio para el período de los años 2017-2030, así como los probables rangos de variación en base a la variación porcentual de 10%, 20% y 30%, para la estación meteorológica de Ñaña. Para el año 2018 el promedio de temperatura es de 19,50 ° C y la temperatura al 2030 es de 19,58 ° C.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 25. Escenarios de temperatura promedio al 2030, estación Ñaña

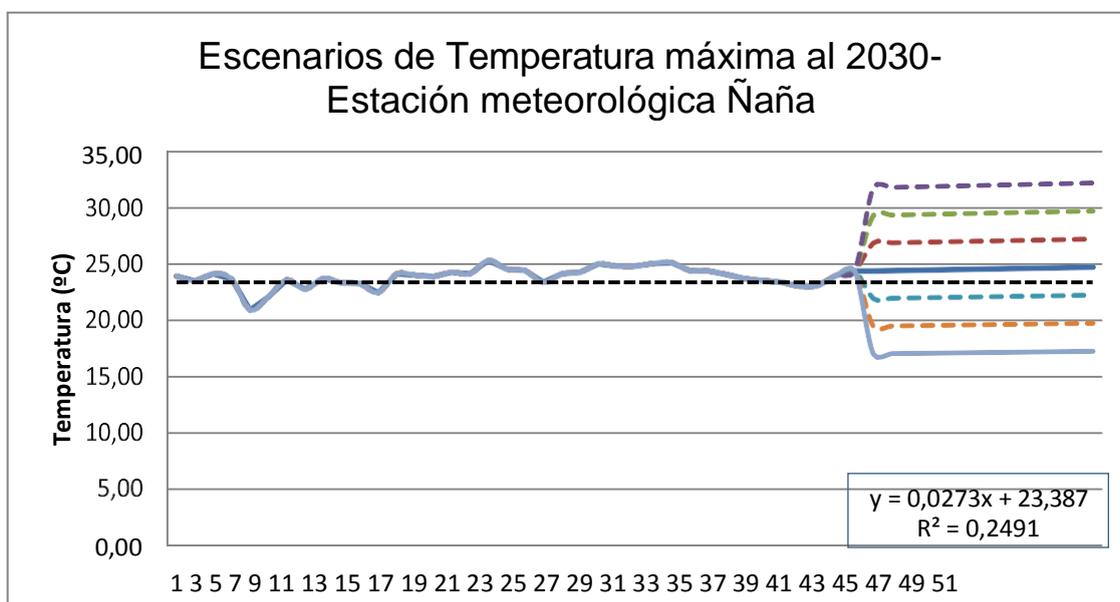
En la Tabla N° 32, se muestra los valores de los escenarios de temperatura máxima de la estación meteorológica Ñaña, desde el período de 2018 al 2030

Tabla N° 32. Escenarios de temperatura máxima total anual al 2030 (°C)

Año	TEM MAX promedio anual (°C)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2018	24,45	26,90	29,34	31,79	22,01	19,56	17,12
2019	24,48	26,93	29,37	31,82	22,03	19,58	17,14
2020	24,51	26,96	29,41	31,86	22,06	19,61	17,15
2021	24,53	26,99	29,44	31,89	22,08	19,63	17,17
2022	24,56	27,02	29,47	31,93	22,10	19,65	17,19
2023	24,59	27,05	29,51	31,96	22,13	19,67	17,21
2024	24,62	27,08	29,54	32,00	22,15	19,69	17,23
2025	24,64	27,11	29,57	32,04	22,18	19,71	17,25
2026	24,67	27,14	29,60	32,07	22,20	19,74	17,27
2027	24,70	27,17	29,64	32,11	22,23	19,76	17,29
2028	24,72	27,20	29,67	32,14	22,25	19,78	17,31
2029	24,75	27,23	29,70	32,18	22,28	19,80	17,33
2030	24,78	27,26	29,74	32,21	22,30	19,82	17,35

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 26, se muestra el comportamiento de la variación de temperatura máxima histórica para el período comprendido entre 1980-2016, los cuales reflejan una tendencia creciente en su variación. Sobre la base de tendencia definida, se obtuvieron los escenarios de temperatura promedio para el período de los años 2017-2030, así como los probables rangos de variación en base a la variación porcentual de 10%, 20% y 30%, para la estación meteorológica de Ñaña. se muestra el comportamiento de la variación de los escenarios de temperatura máxima al 2030 de la estación meteorológica Ñaña, en la cual las temperaturas máximas en las últimas décadas aumentan ligeramente, en el año 2018 el valor promedio de temperatura máxima es de 24,45 ° C, y se espera un promedio de 24,78 ° C. al año 2030.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 26. Escenarios de temperatura máxima al 2030, estación: Ñaña

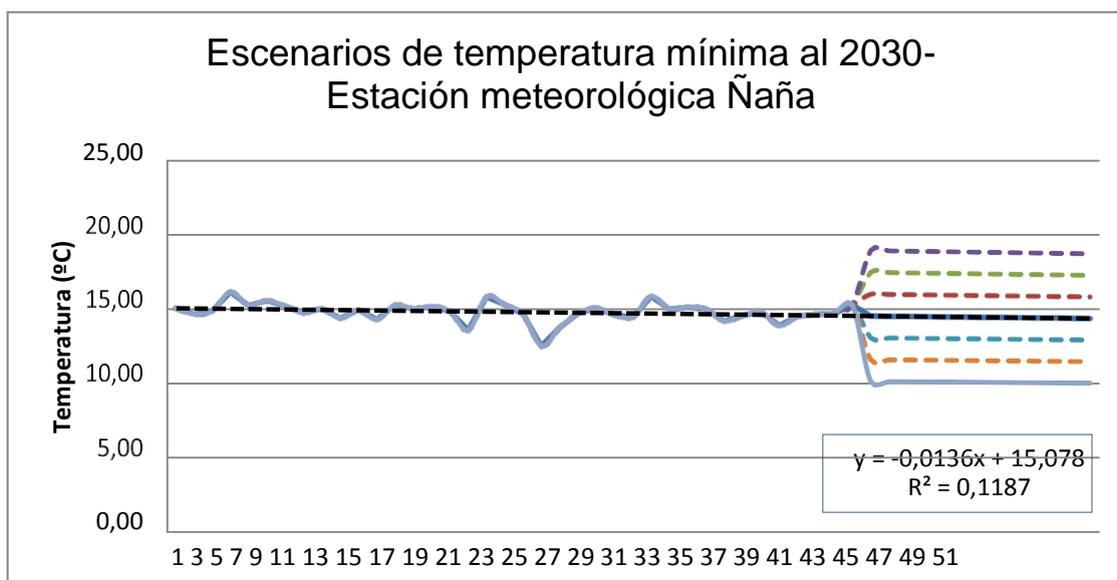
En la Tabla N° 33, se muestra los valores de los escenarios de temperatura mínima de la estación meteorológica Ñaña, desde el período de 2018 al 2030

Tabla N° 33. Escenarios de temperatura mínima total anual al 2030 (°C)

Año	TEM MIN promedio anual (°C)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2018	14,55	16,00	17,46	18,91	13,09	11,64	10,18
2019	14,54	15,99	17,44	18,90	13,08	11,63	10,17
2020	14,52	15,97	17,43	18,88	13,07	11,62	10,16
2021	14,51	15,96	17,41	18,86	13,06	11,61	10,16
2022	14,49	15,94	17,39	18,84	13,04	11,60	10,15
2023	14,48	15,93	17,38	18,82	13,03	11,58	10,14
2024	14,47	15,91	17,36	18,81	13,02	11,57	10,13
2025	14,45	15,90	17,34	18,79	13,01	11,56	10,12
2026	14,44	15,88	17,33	18,77	13,00	11,55	10,11
2027	14,43	15,87	17,31	18,75	12,98	11,54	10,10
2028	14,41	15,85	17,30	18,74	12,97	11,53	10,09
2029	14,40	15,84	17,28	18,72	12,96	11,52	10,08
2030	14,39	15,82	17,26	18,70	12,95	11,51	10,07

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 27, se muestra el comportamiento de la variación de temperatura mínima histórica para el período comprendido entre 1980-2016, los cuales reflejan una tendencia creciente en su variación. Sobre la base de tendencia definida, se obtuvieron los escenarios de temperatura promedio para el período de los años 2017-2030, así como los probables rangos de variación en base a la variación porcentual de 10%, 20% y 30%, para la estación meteorológica de Ñaña, se muestra los escenarios de temperatura mínima al 2030 de la estación meteorológica Ñaña. El promedio de temperatura mínima al 2030 de la estación meteorológica Ñaña para el año 2017 es de 14,55 ° C y para el 2030 el promedio de temperatura es de 14,39 ° C.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 27. Escenarios de temperatura mínima al 2030, estación Ñaña

Una vez generado los escenarios de temperatura promedio, máxima, mínima y determinado los valores se obtuvo el Anexo N° 18, el mapa N° 12, de escenarios de temperatura promedio desde el período de 1980 hasta el 2030 del área de estudio, en donde se aprecia que el valor mínimo oscila de 9,16 ° C y el valor máximo oscila de 20,51 ° C, valor promedio de 14,84 ° C. En el anexo N° 19, mapa N° 13, se aprecia los escenarios de temperatura máxima, donde el valor mínimo oscila de 14,36 ° C y valor máximo oscila de 25,44 ° C, con un promedio de 19,9 ° C y en el Anexo N° 20, mapa N° 14, se aprecia los escenarios de temperatura mínima, donde el valor mínimo oscila de 4,35 ° C y valor máximo de 15,80 ° C, con un promedio de 10,07 ° C. En la cual el comportamiento de las temperaturas mínimas históricas desciende básicamente en la cuenca alta.

c) Escenarios de anomalías de precipitación al 2030

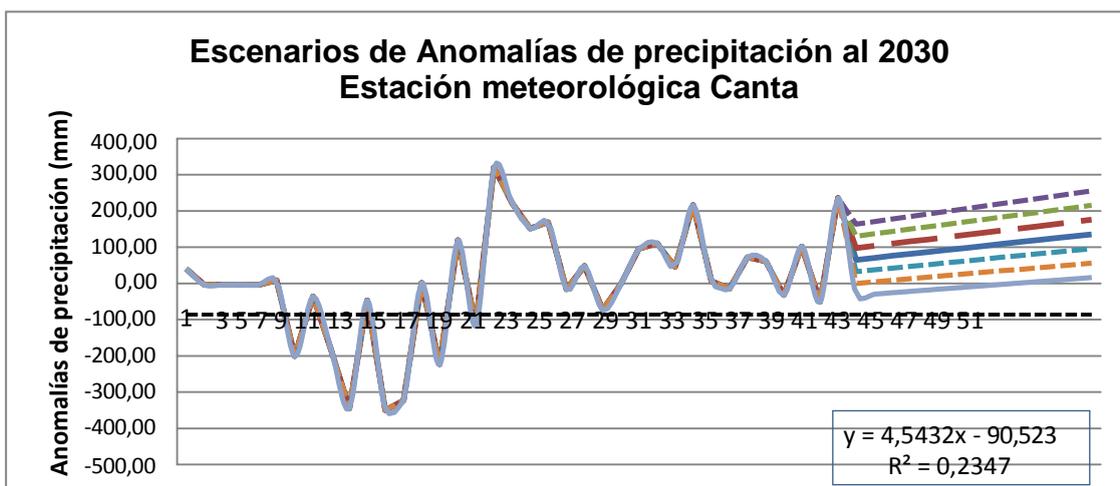
En la Tabla N° 34, se muestra los escenarios de los valores de anomalías de precipitación desde el periodo de 2017 al 2030 de la estación meteorológica Canta.

Tabla N° 34. Escenarios de anomalías de precipitación total anual al 2030 (mm)

Año	Anomalía promedio (mm)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2017	65,22	97,90	130,57	163,25	32,55	-0,13	-32,81
2018	70,66	103,88	137,10	170,31	37,44	4,22	-29,00
2019	76,09	109,85	143,62	177,38	42,33	8,57	-25,20
2020	81,53	115,83	150,14	184,45	47,22	12,91	-21,39
2021	86,96	121,81	156,66	191,51	52,11	17,26	-17,59
2022	92,40	127,79	163,18	198,58	57,00	21,61	-13,78
2023	97,83	133,77	169,70	205,64	61,89	25,96	-9,98
2024	103,27	139,75	176,23	212,71	66,79	30,30	-6,18
2025	108,70	145,72	182,75	219,77	71,68	34,65	-2,37
2026	114,14	151,70	189,27	226,84	76,57	39,00	1,43
2027	119,57	157,68	195,79	233,90	81,46	43,35	5,24
2028	125,01	163,66	202,31	240,97	86,35	47,70	9,04
2029	130,44	169,64	208,84	248,03	91,24	52,04	12,85
2030	135,87	175,62	215,36	255,10	96,13	56,39	16,65

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la figura 28, se aprecia los escenarios de anomalías de precipitación (mm) al 2030 de la estación meteorológica Canta, con el abánico de los 6 posibles escenarios a partir del 2018 al 2030, se identifica que están por encima de lo normal, lo cual se traduce a fuertes precipitaciones y cabe la probabilidad de recurrencia de eventos extremos; debido a los excesos de lluvias que se van incrementando durante los próximos años.



Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Escenarios de Anomalías de precipitación al 2030, estación: Canta

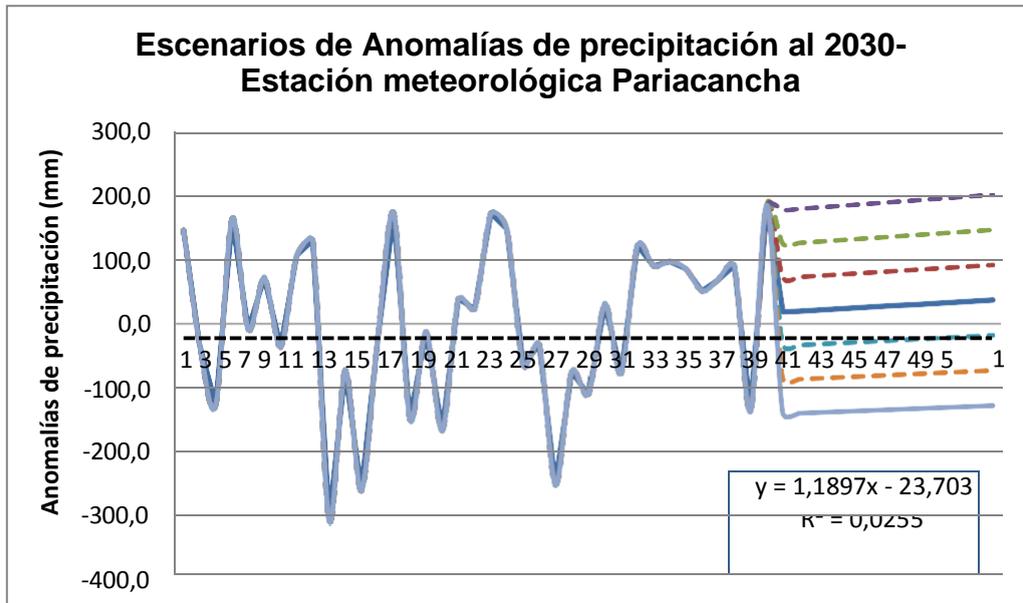
En la Tabla N° 35, se muestran los valores de escenarios de anomalías de precipitación desde el período de 2017 al 2030 de la estación meteorológica Pariacancha.

Tabla N° 35. Escenarios de anomalías de precipitación total anual al 2030 (mm)

Año	Anomalía promedio(mm)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2017	17,1	70,2	123,3	176,4	-36,0	-89,1	-142,2
2018	18,5	71,7	125,0	178,2	-34,7	-88,0	-141,2
2019	19,9	73,3	126,7	180,1	-33,4	-86,8	-140,2
2020	21,3	74,9	128,4	181,9	-32,2	-85,7	-139,2
2021	22,8	76,4	130,1	183,8	-30,9	-84,5	-138,2
2022	24,2	78,0	131,8	185,6	-29,6	-83,4	-137,2
2023	25,6	79,6	133,5	187,5	-28,3	-82,3	-136,2
2024	27,0	81,1	135,2	189,3	-27,0	-81,1	-135,2
2025	28,5	82,7	136,9	191,2	-25,8	-80,0	-134,2
2026	29,9	84,3	138,6	193,0	-24,5	-78,9	-133,2
2027	31,3	85,8	140,3	194,9	-23,2	-77,7	-132,2
2028	32,7	87,4	142,0	196,7	-21,9	-76,6	-131,2
2029	34,2	89,0	143,8	198,6	-20,6	-75,4	-130,2
2030	35,6	90,5	145,5	200,4	-19,4	-74,3	-129,2

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 29, se muestra las anomalías de precipitación al 2030 de la estación meteorológica Pariacancha; donde se identifica que los posibles escenarios al 2030, muestran probabilidades de comportamiento de años húmedos a muy húmedos, lo que podría estar reflejándose en la presencia de eventos extremos por exceso de aportes de precipitación.



Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Escenarios de Anomalías de precipitación al 2030, estación: Pariacancha

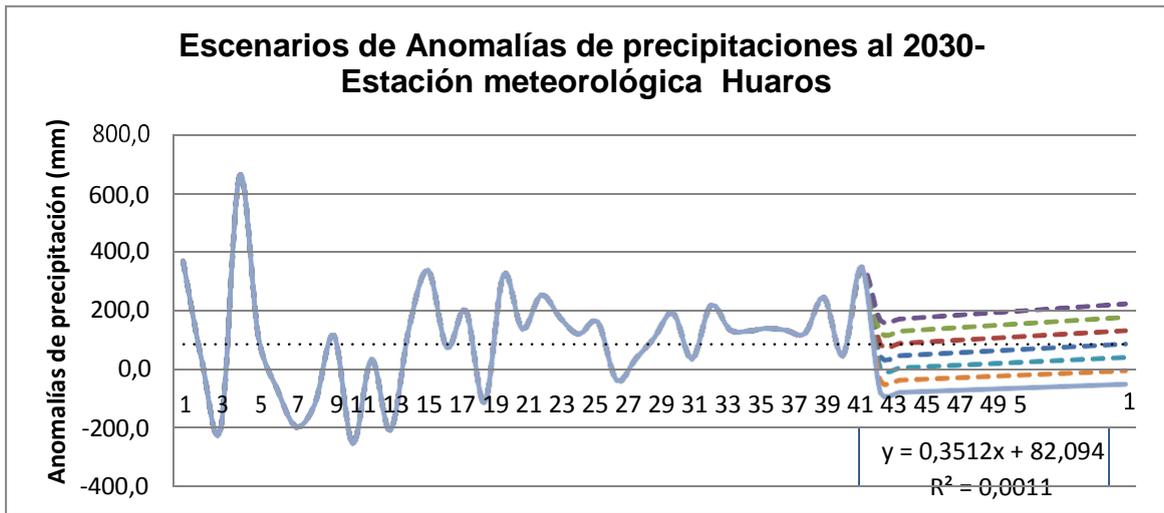
En la Tabla N° 36, se muestran los escenarios de Anomalías de precipitación de la estación meteorológica Huaros, para el período comprendido entre el 2017-2030.

Tabla N° 36. Escenarios de anomalías de precipitación total anual al 2030 (mm)

Año	Anomalía promedio	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2017	39,6	80,7	121,9	163,0	-1,6	-42,7	-83,9
2018	42,9	84,4	125,8	167,3	1,4	-40,1	-81,6
2019	46,2	88,0	129,8	171,6	4,4	-37,4	-79,3
2020	49,5	91,6	133,8	175,9	7,3	-34,8	-76,9
2021	52,8	95,2	137,7	180,2	10,3	-32,2	-74,6
2022	56,1	98,9	141,7	184,5	13,3	-29,5	-72,3
2023	59,4	102,5	145,6	188,8	16,2	-26,9	-70,0
2024	62,7	106,1	149,6	193,0	19,2	-24,2	-67,7
2025	66,0	109,8	153,5	197,3	22,2	-21,6	-65,4
2026	69,3	113,4	157,5	201,6	25,1	-19,0	-63,1
2027	72,6	117,0	161,5	205,9	28,1	-16,3	-60,8
2028	75,9	120,6	165,4	210,2	31,1	-13,7	-58,5
2029	79,2	124,3	169,4	214,5	34,1	-11,1	-56,2
2030	82,5	127,9	173,3	218,8	37,0	-8,4	-53,9

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 30, se muestra los escenarios de anomalías de precipitación (mm) al 2030 de la estación meteorológica Huaros, en la cual se aprecia que los escenarios a diferentes niveles de probabilidad, indica que las zonas experimentarían ocurrencias de precipitaciones entre normales a ligeramente moderadas, lo que prevé que no existirán eventos extremos que generen impactos adversos a la población.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 30. Escenarios de Anomalías de precipitaciones al 2030, estación: Huaros

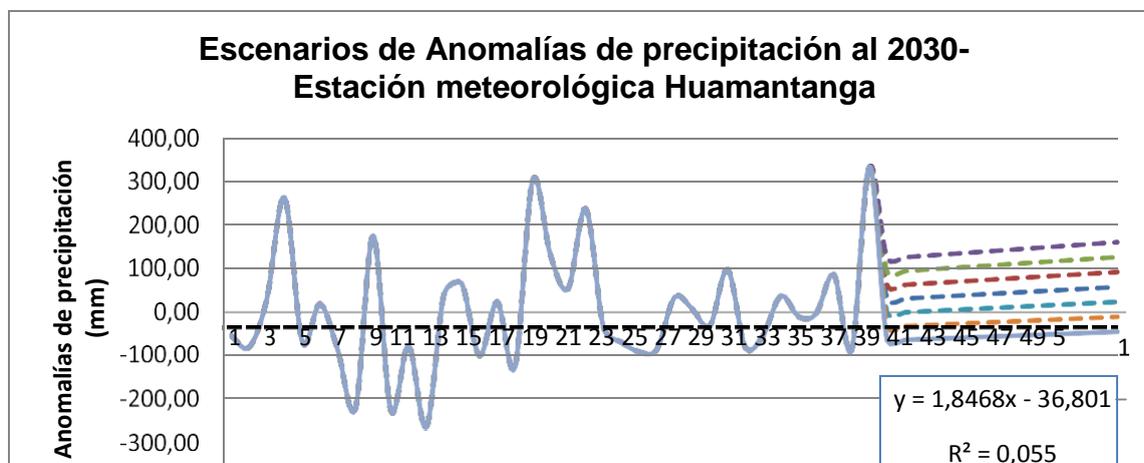
En la Tabla N° 37, se muestra los valores promedios de escenarios de anomalías de precipitación (mm) al 2030 de la estación meteorológica Huamantanga desde el período de 1980 hasta el 2030.

Tabla N° 37. Escenarios de anomalías de precipitación total anual al 2030 en (mm)

Año	Anomalía promedio	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2017	26,51	57,79	89,06	120,34	-4,77	-36,04	-67,32
2018	28,72	60,22	91,71	123,21	-2,78	-34,27	-65,77
2019	30,93	62,65	94,36	126,08	-0,79	-32,51	-64,22
2020	33,14	65,08	97,01	128,95	1,20	-30,74	-62,68
2021	35,35	67,51	99,66	131,82	3,19	-28,97	-61,13
2022	37,56	69,94	102,32	134,70	5,18	-27,20	-59,59
2023	39,76	72,37	104,97	137,57	7,16	-25,44	-58,04
2024	41,97	74,80	107,62	140,44	9,15	-23,67	-56,49
2025	44,18	77,23	110,27	143,31	11,14	-21,90	-54,95
2026	46,39	79,66	112,92	146,18	13,13	-20,14	-53,40
2027	48,60	82,09	115,57	149,06	15,12	-18,37	-51,85
2028	50,81	84,52	118,22	151,93	17,11	-16,60	-50,31
2029	53,02	86,95	120,87	154,80	19,09	-14,83	-48,76
2030	55,23	89,38	123,52	157,67	21,08	-13,07	-47,21

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 31, se muestra los escenarios anomalías de precipitación al 2030 de la estación meteorológica Huamantanga, en la cual se aprecia que los posibles escenarios de anomalías tienden a incrementar hacia el año 2030.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 31. Escenarios de Anomalías de precipitación al 2030, estación: Huamantanga

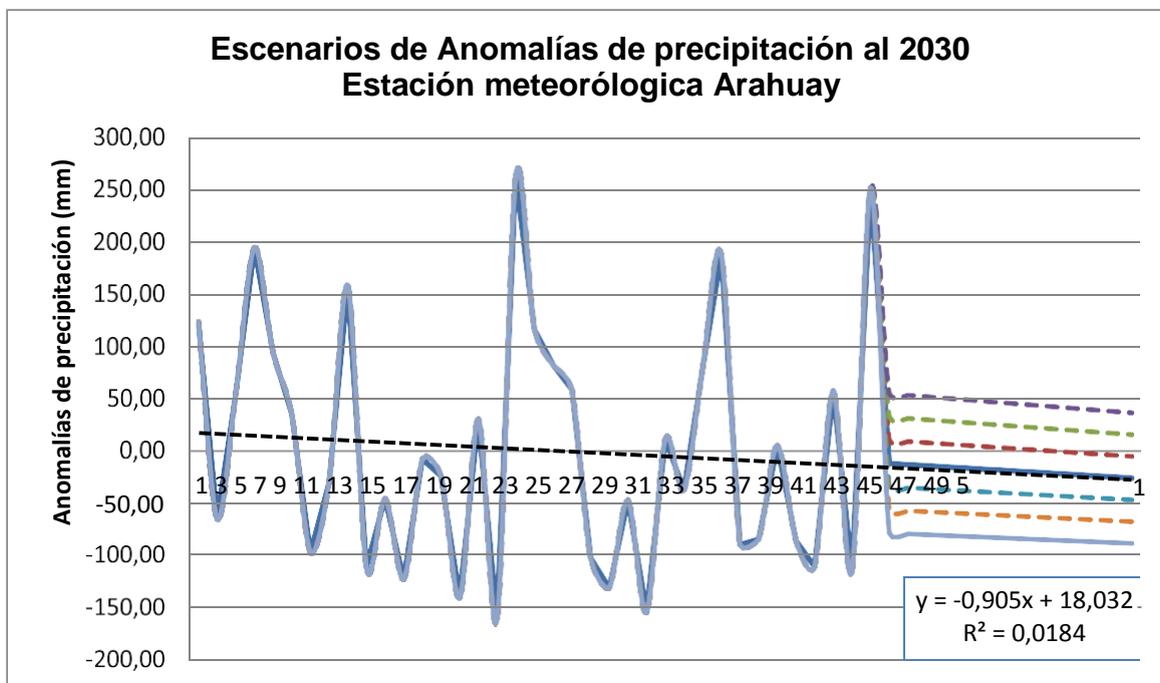
En la Tabla N° 38, se muestra los valores de anomalías de la estación meteorológica Arahuay desde el período de 2017 al 2030.

Tabla N° 38. Escenarios de anomalías precipitación total anual al 2030 (mm)

Año	Anomalía promedio(mm)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2017	-12,99	9,22	31,43	53,65	-35,20	-57,41	-79,63
2018	-14,07	8,03	30,14	52,24	-36,18	-58,28	-80,38
2019	-15,16	6,84	28,84	50,83	-37,15	-59,15	-81,14
2020	-16,24	5,65	27,54	49,42	-38,13	-60,01	-81,90
2021	-17,32	4,46	26,24	48,02	-39,10	-60,88	-82,66
2022	-18,40	3,27	24,94	46,61	-40,07	-61,75	-83,42
2023	-19,49	2,08	23,64	45,20	-41,05	-62,61	-84,17
2024	-20,57	0,89	22,34	43,79	-42,02	-63,48	-84,93
2025	-21,65	-0,31	21,04	42,39	-43,00	-64,34	-85,69
2026	-22,73	-1,50	19,74	40,98	-43,97	-65,21	-86,45
2027	-23,82	-2,69	18,44	39,57	-44,95	-66,08	-87,21
2028	-24,90	-3,88	17,14	38,16	-45,92	-66,94	-87,96
2029	-25,98	-5,07	15,84	36,76	-46,90	-67,81	-88,72
2030	-27,06	-6,26	14,54	35,35	-47,87	-68,67	-89,48

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 32, se muestra los escenarios de anomalías de precipitación (mm) al 2030 de la estación meteorológica Arahuay, en la cual se aprecia que los escenarios en la última década las precipitaciones tienden a disminuir, lo cual se traduce a años muy secos con probabilidad de sequías.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 32. Escenarios de Anomalías de precipitación al 2030, estación: Arahuay

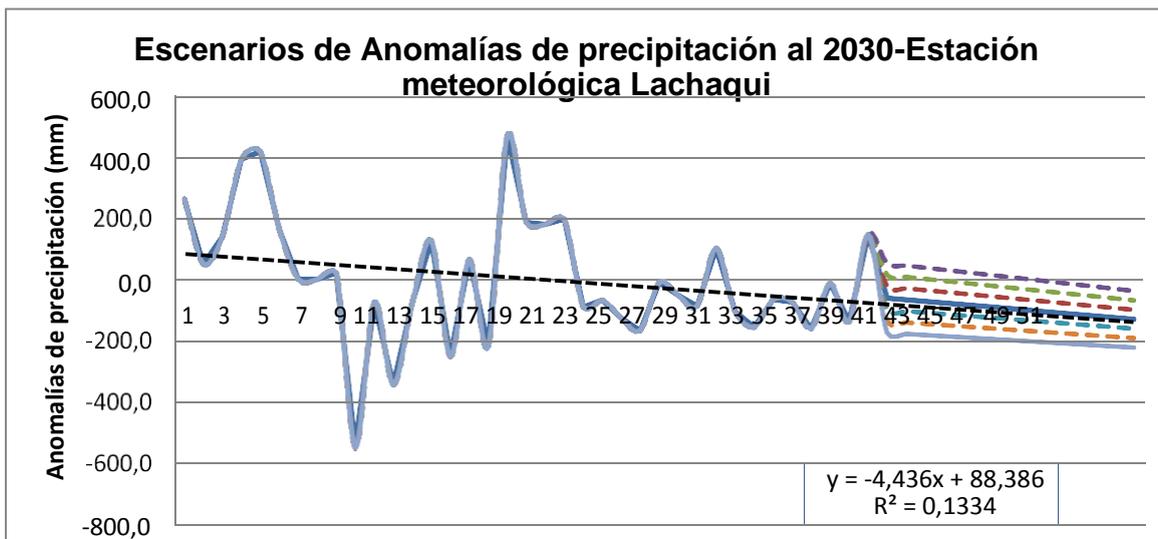
En la Tabla N° 39, se muestra los valores de anomalías de precipitación al 2030 de la estación meteorológica Lachaqui.

Tabla N° 39. Escenarios de anomalía de precipitación total anual al 2030 (mm)

Año	Anomalía promedio(mm)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,9
2017	-63,7	-25,9	11,8	49,5	-101,4	-139,1	-176,9
2018	-69,0	-31,8	5,4	42,6	-106,2	-143,4	-180,6
2019	-74,3	-37,6	-0,9	35,7	-111,0	-147,6	-184,3
2020	-79,6	-43,5	-7,3	28,8	-115,7	-151,9	-188,0
2021	-84,9	-49,3	-13,7	21,9	-120,5	-156,1	-191,7
2022	-90,2	-55,1	-20,0	15,0	-125,3	-160,4	-195,5
2023	-95,5	-61,0	-26,4	8,1	-130,1	-164,6	-199,2
2024	-100,8	-66,8	-32,8	1,2	-134,8	-168,9	-202,9
2025	-106,1	-72,6	-39,2	-5,7	-139,6	-173,1	-206,6
2026	-111,4	-78,5	-45,5	-12,6	-144,4	-177,4	-210,3
2027	-116,7	-84,3	-51,9	-19,5	-149,2	-181,6	-214,0
2028	-122,1	-90,2	-58,3	-26,4	-154,0	-185,8	-217,7
2029	-127,4	-96,0	-64,6	-33,3	-158,7	-190,1	-221,5
2030	-132,7	-101,8	-71,0	-40,2	-163,5	-194,3	-225,2

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 33, se muestra los escenarios de Anomalías de precipitación al 2030 de la estación meteorológica Lachaqui, analizando la serie histórica hay probabilidad de que ocurra años más secos, pero al mismo tiempo no haya ocurrencia de años muy húmedos.



Fuente: Elaboración Propia, 2018

Figura 33. Escenarios de Anomalías de precipitación al 2030, estación: Lachaqui

Una vez generado los escenarios y determinado los valores se obtuvieron los mapas de anomalías de precipitación para los años 2017,2025 y 2030 del área de estudio, en el mapa N° 15 se muestra los valores de anomalías de precipitación en el año 2017 que fluctúan de valores de -63, 50 mm a +107,61 mm. En el mapa N° 16 se muestra las anomalías de precipitación que fluctúan de valores de -105, 90 mm a +179,36 mm en el año 2025.

En el mapa N° 17, se aprecia las anomalías de precipitación que fluctúan de valores de -132,46 a +224,19 para el año 2030. Por lo tanto se asume que para el año 2030 las precipitaciones aumentarán debido a que el promedio de anomalía en el 2017 fue de +107, 61 mm mientras que para el año 2030 se estima el valor de +224,19 mm básicamente en la parte alta, traduciendo a años muy húmedos asociados a probables inundaciones.

d) Escenarios de anomalías de temperatura promedio, mínima y máxima al 2030

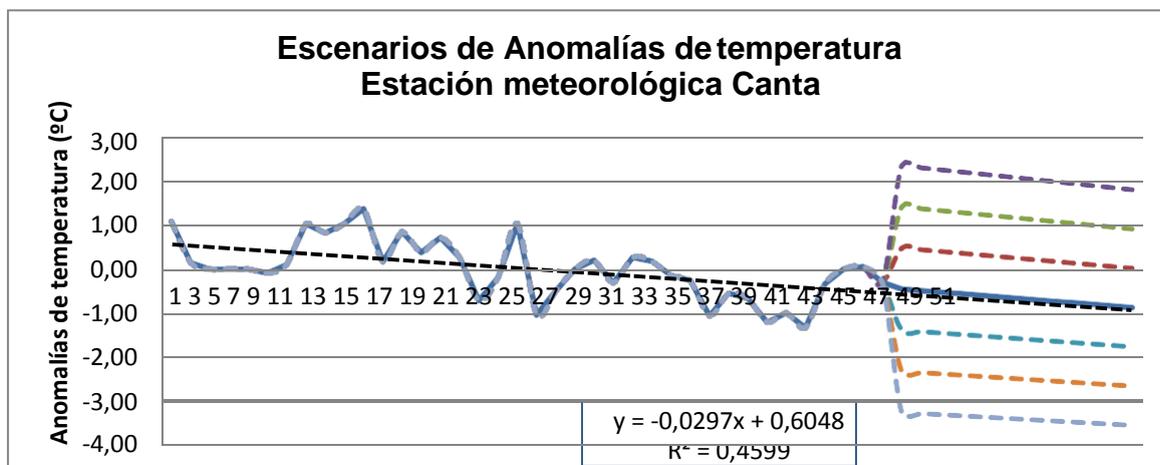
En la tabla N° 40, se muestra los valores de anomalías de temperatura promedio de la estación meteorológica Canta, desde el período de 2018 al 2030.

Tabla N° 40. Escenarios de anomalías de temperatura promedio total anual (°C)

Año	Anomalías promedio	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2018	-0,45	0,48	1,41	2,34	-1,38	-2,31	-3,24
2017	-0,49	0,44	1,37	2,29	-1,41	-2,34	-3,27
2018	-0,52	0,40	1,32	2,25	-1,45	-2,37	-3,29
2019	-0,56	0,36	1,28	2,20	-1,48	-2,40	-3,32
2020	-0,59	0,32	1,24	2,16	-1,51	-2,42	-3,34
2021	-0,63	0,29	1,20	2,11	-1,54	-2,45	-3,36
2022	-0,66	0,25	1,16	2,07	-1,57	-2,48	-3,39
2023	-0,70	0,21	1,12	2,02	-1,60	-2,51	-3,41
2024	-0,73	0,17	1,07	1,98	-1,63	-2,54	-3,44
2025	-0,77	0,13	1,03	1,93	-1,66	-2,56	-3,46
2026	-0,80	0,10	0,99	1,89	-1,70	-2,59	-3,49
2027	-0,84	0,06	0,95	1,84	-1,73	-2,62	-3,51
2028	-0,87	0,02	0,91	1,80	-1,76	-2,65	-3,54

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 34, se muestra las anomalías de temperatura promedio de la estación meteorológica Canta, analizando la serie histórica las temperaturas descienden según la línea de tendencia a medida que pasa el tiempo



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 34. Escenarios de Anomalías de temperatura promedio, estación: Canta

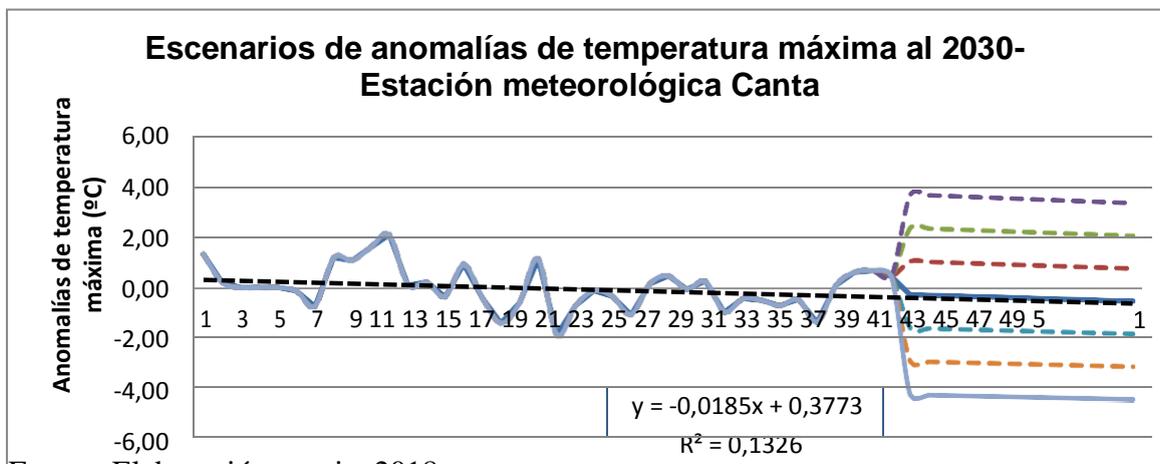
En la Tabla N° 41, se muestra los valores de anomalías de precipitación máxima de la estación meteorológica Canta desde el período de 2018 al 2030.

Tabla N° 41. Escenarios de anomalías de temperatura máxima anual al 2030 (°C)

Año	Anomalía promedio(mm)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2018	-0,28	1,02	2,33	3,63	-1,59	-2,89	-4,20
2019	-0,30	1,00	2,30	3,61	-1,61	-2,91	-4,21
2020	-0,33	0,98	2,28	3,58	-1,63	-2,93	-4,23
2021	-0,35	0,95	2,25	3,55	-1,65	-2,94	-4,24
2022	-0,37	0,93	2,22	3,52	-1,66	-2,96	-4,26
2023	-0,39	0,90	2,20	3,49	-1,68	-2,98	-4,27
2024	-0,41	0,88	2,17	3,46	-1,70	-3,00	-4,29
2025	-0,43	0,86	2,15	3,44	-1,72	-3,01	-4,30
2026	-0,46	0,83	2,12	3,41	-1,74	-3,03	-4,32
2027	-0,48	0,81	2,09	3,38	-1,76	-3,05	-4,33
2028	-0,50	0,78	2,07	3,35	-1,78	-3,07	-4,35
2029	-0,52	0,76	2,04	3,32	-1,80	-3,08	-4,36
2030	-0,54	0,74	2,02	3,30	-1,82	-3,10	-4,38

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 35, se muestra las anomalías de temperatura máxima de la estación meteorológica Canta, en lo cual se aprecia que las temperaturas descienden de acuerdo a la línea de tendencia, cabe la probabilidad de que al año 2030 ocurra heladas.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 35. Escenarios de anomalías de temperatura máxima, estación: Canta

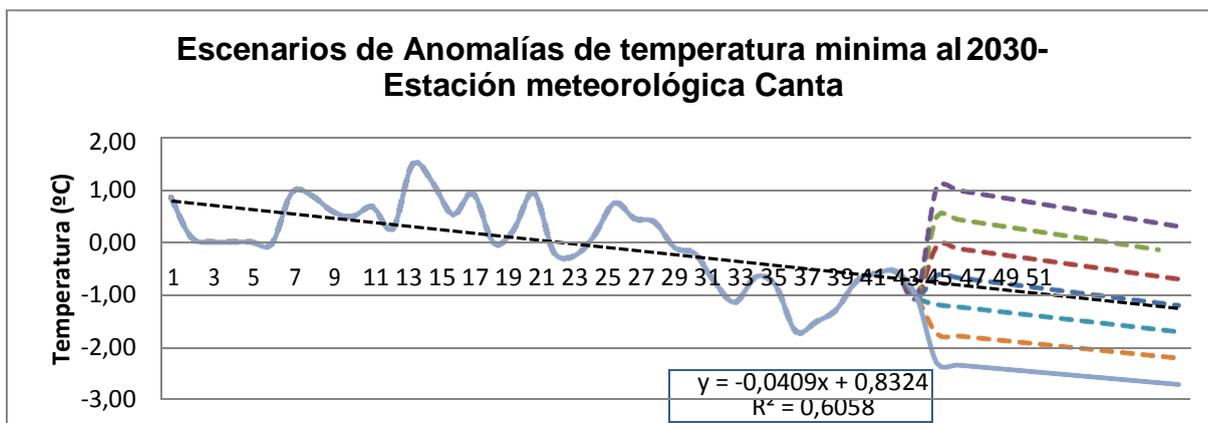
En la Tabla N° 42, se muestra los valores de los escenarios de anomalías de la estación de temperatura mínima meteorológica Canta.

Tabla N° 42. Escenarios de anomalías de temperatura mínima anual al 2030 (° C)

Año	Anomalía promedio	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2018	-0,62	-0,07	0,49	1,04	-1,18	-1,73	-2,29
2019	-0,67	-0,12	0,43	0,98	-1,22	-1,77	-2,32
2020	-0,72	-0,17	0,37	0,92	-1,26	-1,81	-2,36
2021	-0,77	-0,23	0,32	0,86	-1,31	-1,85	-2,39
2022	-0,81	-0,28	0,26	0,79	-1,35	-1,89	-2,42
2023	-0,86	-0,33	0,20	0,73	-1,39	-1,93	-2,46
2024	-0,91	-0,38	0,14	0,67	-1,44	-1,96	-2,49
2025	-0,96	-0,44	0,09	0,61	-1,48	-2,00	-2,52
2026	-1,01	-0,49	0,03	0,54	-1,52	-2,04	-2,56
2027	-1,05	-0,54	-0,03	0,48	-1,57	-2,08	-2,59
2028	-1,10	-0,59	-0,09	0,42	-1,61	-2,12	-2,62
2029	-1,15	-0,65	-0,14	0,36	-1,65	-2,16	-2,66
2030	-1,20	-0,70	-0,20	0,30	-1,70	-2,19	-2,69

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 36, se muestra las anomalías de temperatura mínima de la estación meteorológica Canta, en la cual se aprecia que las temperaturas mínimas descienden, hay probabilidad de heladas porque están por debajo de la normal.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 36. Escenarios de temperatura mínima, estación: Canta.

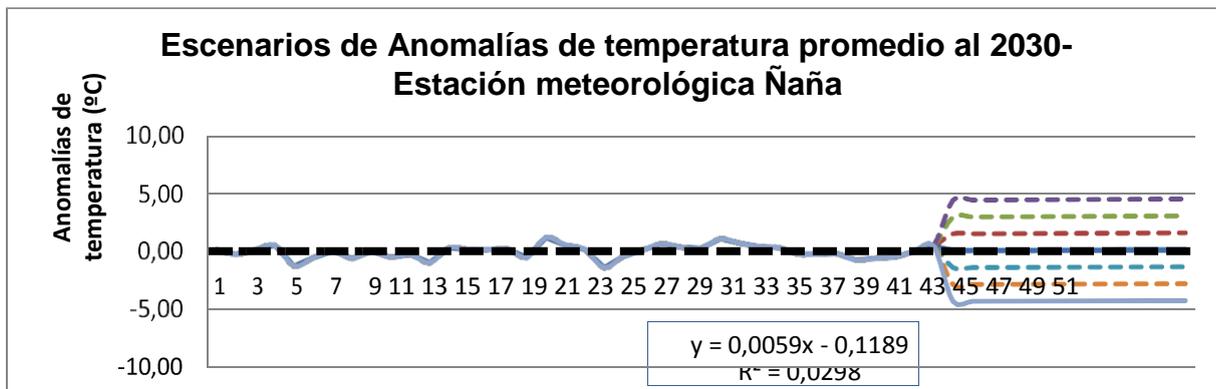
En la Tabla N° 43, se muestra los valores de los escenarios de anomalías de temperatura promedio de la estación meteorológica Ñaña

Tabla N° 43. Escenarios de anomalías de temperatura promedio anual al 2030 (° C)

Año	Anomalías promedio (mm)	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2018	0,09	1,54	2,99	4,45	-1,36	-2,81	-4,27
2019	0,10	1,55	3,00	4,45	-1,36	-2,81	-4,26
2020	0,10	1,56	3,01	4,46	-1,35	-2,80	-4,26
2021	0,11	1,56	3,02	4,47	-1,34	-2,80	-4,25
2022	0,12	1,57	3,03	4,48	-1,34	-2,79	-4,25
2023	0,12	1,58	3,03	4,49	-1,33	-2,79	-4,24
2024	0,13	1,59	3,04	4,50	-1,33	-2,78	-4,24
2025	0,14	1,59	3,05	4,51	-1,32	-2,78	-4,23
2026	0,14	1,60	3,06	4,52	-1,31	-2,77	-4,23
2027	0,15	1,61	3,07	4,53	-1,31	-2,77	-4,22
2028	0,16	1,62	3,08	4,53	-1,30	-2,76	-4,22
2029	0,16	1,62	3,08	4,54	-1,29	-2,75	-4,21
2030	0,17	1,63	3,09	4,55	-1,29	-2,75	-4,21

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 37, se muestra los escenarios de anomalías de temperatura al 2030 de la estación meteorológica Ñaña, se nota claramente que las temperaturas aumentan ligeramente en últimos próximos años.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 37. Escenarios de anomalías de temperatura al 2030 promedio-estación meteorológica Ñaña

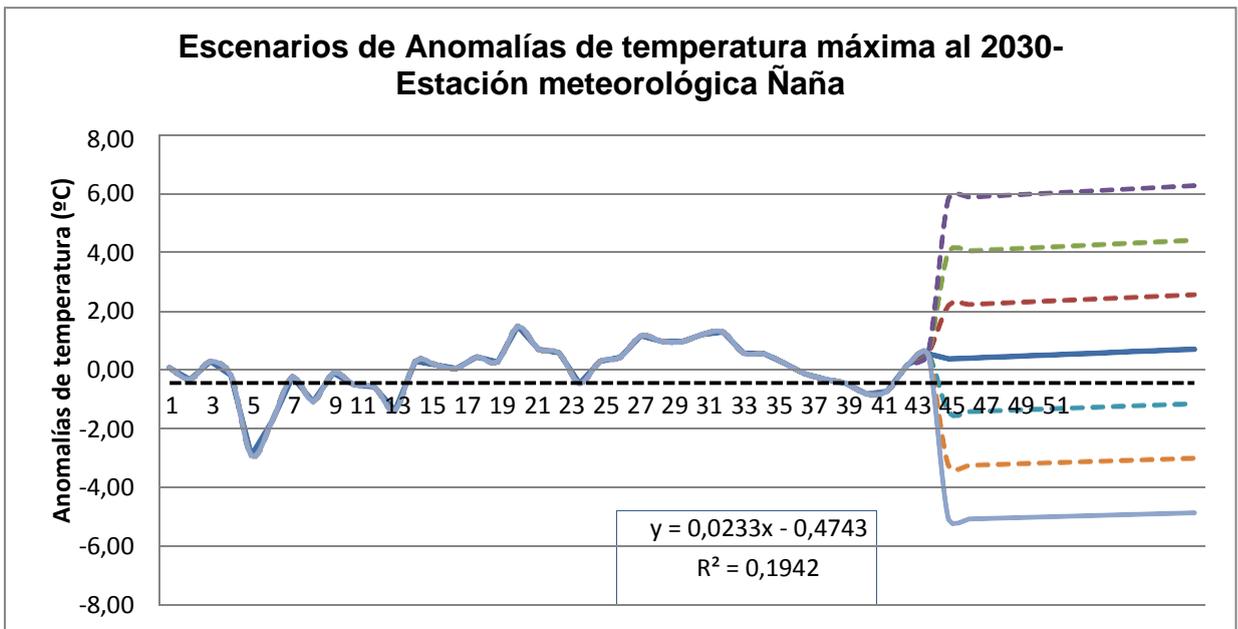
En la Tabla N° 44, se muestra los valores de anomalías de temperatura máxima de la estación meteorológica Ñaña, desde el periodo de 2017 al 2030.

Tabla N° 44. Escenarios de anomalías de temperatura máxima anual al 2030 (° C)

Año	Anomalías promedio	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2018	0,36	2,17	3,99	5,81	-1,46	-3,28	-5,10
2019	0,38	2,20	4,02	5,84	-1,44	-3,26	-5,08
2020	0,41	2,23	4,06	5,88	-1,41	-3,24	-5,06
2021	0,44	2,26	4,09	5,91	-1,39	-3,21	-5,04
2022	0,46	2,29	4,12	5,95	-1,36	-3,19	-5,02
2023	0,49	2,32	4,15	5,99	-1,34	-3,17	-5,00
2024	0,52	2,35	4,19	6,02	-1,32	-3,15	-4,98
2025	0,55	2,38	4,22	6,06	-1,29	-3,13	-4,96
2026	0,57	2,41	4,25	6,09	-1,27	-3,11	-4,95
2027	0,60	2,44	4,29	6,13	-1,24	-3,08	-4,93
2028	0,63	2,47	4,32	6,16	-1,22	-3,06	-4,91
2029	0,66	2,50	4,35	6,20	-1,19	-3,04	-4,89
2030	0,68	2,53	4,38	6,23	-1,17	-3,02	-4,87

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 38, se muestra las anomalías de temperatura máxima al 2030 de la estación meteorológica Ñaña, la cual se identifica que los posibles escenarios al 2030 van a presentar olas de calor ya que las temperaturas tienden a aumentar en los próximos años, pero al mismo tiempo también se presentan temperaturas bajas.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 38. Escenarios de Anomalías de temperatura máxima al 2030

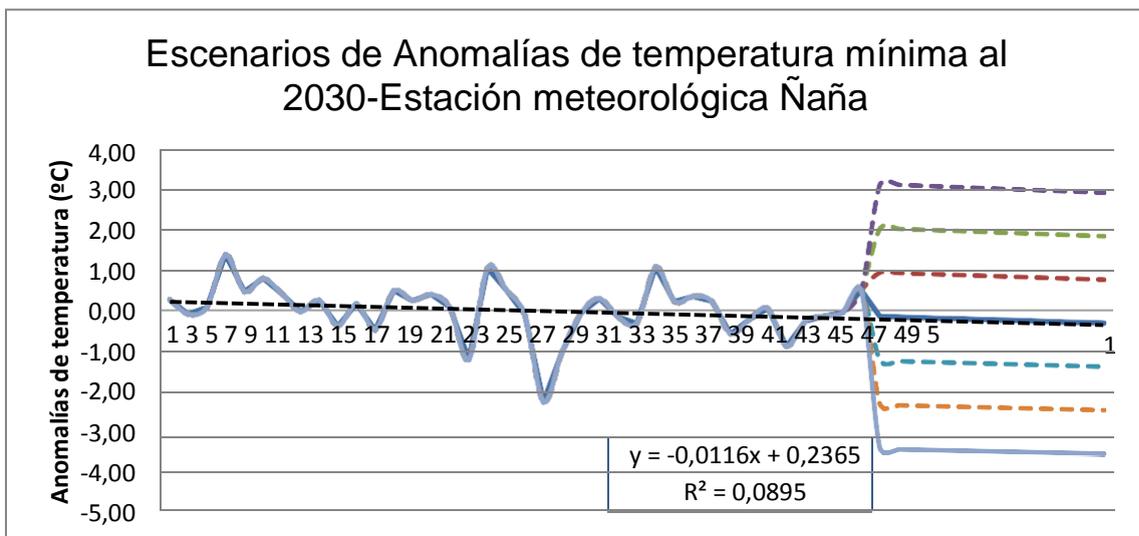
En la Tabla N° 45, se muestra los valores de los escenarios de anomalías de temperatura mínima de la estación meteorológica Ñaña.

Tabla N° 45: Escenarios de anomalías de temperatura mínima anual al 2030 (° C)

Año	Anomalías promedio	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
2018	-0,18	0,91	2,00	3,08	-1,26	-2,35	-3,43
2019	-0,19	0,89	1,98	3,06	-1,27	-2,36	-3,44
2020	-0,20	0,88	1,96	3,05	-1,29	-2,37	-3,45
2021	-0,22	0,86	1,95	3,03	-1,30	-2,38	-3,46
2022	-0,23	0,85	1,93	3,01	-1,31	-2,39	-3,47
2023	-0,24	0,84	1,91	2,99	-1,32	-2,40	-3,48
2024	-0,26	0,82	1,90	2,98	-1,34	-2,41	-3,49
2025	-0,27	0,81	1,88	2,96	-1,35	-2,42	-3,50
2026	-0,29	0,79	1,87	2,94	-1,36	-2,44	-3,51
2027	-0,30	0,78	1,85	2,92	-1,37	-2,45	-3,52
2028	-0,31	0,76	1,83	2,91	-1,38	-2,46	-3,53
2029	-0,33	0,75	1,82	2,89	-1,40	-2,47	-3,54
2030	-0,34	0,73	1,80	2,87	-1,41	-2,48	-3,55

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la figura 39, se muestra los escenarios de temperatura mínima de la estación meteorológica Ñaña, donde se nota de acuerdo a la línea de tendencia una ligera disminución de temperatura mínima.



Fuente: Elaboración propia, 2018

Figura 39. Escenarios de Anomalías de temperatura mínima al 2030.

Una vez generado los escenarios y determinado los valores se obtuvieron los mapas de anomalías de temperatura promedio, máxima y mínima para los años 2017,2025 y 2030 del área de estudio, en el Anexo N° 24, mapa N° 18 ,se aprecia los escenarios de anomalías temperatura promedio para el 2017, donde los valores fluctúan de -0,50 a 0,64, en el mapa N° 19 los valores de anomalías de temperatura promedio al 2015 fluctúan de -1,13 a 0,01 y en el Anexo N° 25, mapa N° 20, los valores de anomalías de temperatura promedio al 2030 fluctúan de -1,13 a 0,03, mientras que las anomalías de temperatura máxima al 2017 presentan valores que fluctúan de -0,57 a 0,87 ver en el anexo N° 27 , mapa N° 21.

En el mapa N° 22, los valores de anomalías de temperatura máxima al 2025 fluctúan de - 0,77 a 0,36 y en el anexo N° 28, mapa N° 23 los valores de temperatura máxima al 2030 fluctúan de -1,05 a 0,47. Asimismo las anomalías de temperatura mínima al 2017 presenta valores que oscilan de -1,39 a 0,52, ver en el Anexo N° 28 mapa N° 24, en el mapa N° 25 las anomalías de temperatura mínima al 2025 oscilan de -1,12 a 0,34 y en el Anexo N° 23, mapa N° 22, las anomalías de temperatura mínima fluctúan de -1,58 a 0,44.

En la Tabla N° 46, se muestra las probabilidades de escenarios de anomalías de precipitación al 2030 del área de estudio.

Tabla N° 46. Probabilidades de escenarios de anomalías de precipitación al 2030.

Estación meteorológica	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
Pariacancha	Normal	Exceso de precipitación	Exceso de precipitación	Normal	Normal	Déficit de precipitación
Huaros	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Canta	Normal	Exceso de precipitación	Exceso de precipitación	Normal	Normal	Normal
Huamantanga	Normal	Normal	Exceso de precipitación	Normal	Normal	Normal
Arahuay	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Déficit de precipitación
Lachaqui	Normal	Normal	Normal	Normal	Déficit de precipitación	Déficit de precipitación

Fuente: Elaboración Propia, 2018

En la Tabla N° 47, se muestra las probabilidades de escenarios de anomalías de temperaturas promedio, máxima y mínima al 2030

Tabla N° 47. Probabilidades de escenarios de anomalías de temperaturas promedio, máxima y mínima al 2030

Estación meteorológica	Temperatura	1,1	1,2	1,3	0,9	0,8	0,7
Canta	TEM Promedio	Normal	Normal	Normal	Normal	Heladas	Heladas
	TEM MAX	Normal	Normal	Olas de calor	Normal	Heladas	Heladas
	TEM MIN	Normal	Normal	Normal	Heladas	Heladas	Heladas
Ñaña	TEM Promedio	Normal	Normal	Olas de calor	Normal	Normal	Heladas
	TEM MAX	Normal	Olas de calor	Olas de calor	Normal	Normal	Normal
	TEM MIN	Normal	Normal	Olas de calor	Normal	Normal	Heladas

Fuente: Elaboración propia, 2018

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los eventos extremos identificados en los escenarios de anomalías de precipitación al 2030 sobre la base de datos históricos, se obtuvo los valores de anomalías hacia el año 2030 que fluctúan de +132,46 mm a +224,19 mm, es decir el valor aumenta, en los próximos años, por lo cual la cuenca alta básicamente presentara excesos de precipitación con años muy húmedos, puesto que el promedio anual de precipitación tiende a aumentar a largo del tiempo. Asimismo, en los escenarios de anomalías de temperatura al 2030 sobre la base de datos históricos, se obtuvo los valores los valores de anomalías de temperatura media son mínimos hacia el 2030 que oscilan en -1, 58° C, por lo cual se asume que en años futuros las temperaturas mínimas descienden focalizadas heladas en la parte alta de la cuenca. Mientras que AVALOS et al (2013) en su trabajo de investigación de proyecciones para el año 2030, tuvo como fin realizar modelos y escenarios climáticos para las proyecciones

climáticas de precipitación y temperatura del río Mantaro, usando la técnica de Doswcaling estadístico. Lo cual tuvo como resultados en lo cual se evidencia al 2030 un patrón de aumento de lluvias de +15% a +30% durante la época de otoño y un claro patrón de reducción de lluvias de -30% en la época de estiaje estación invierno, principalmente en la franja occidental de la cuenca del valle Mantaro. Se espera un incremento de temperatura máxima +0,8 °C Y temperatura mínima de +1,0 ° C. Puesto que en todas las regiones de la cuenca, las temperaturas mínimas tienden a incrementar algo más que las máximas, entonces este cambio distinto de las temperaturas extremas podría llevar a un escenario de la disminución de rango térmico, implicando la afectación en las actividades agrícolas cerca la cuenca del río Mantaro.

La cuenca alta y media del río Chillón, se caracteriza por presentar una pendiente de 5,5 % moderadamente inclinada, presenta laderas con montañas escarpadas y valles ondulados. El área de la zona alta de la cuenca comprende tipo de cobertura vegetal como bofedales, donde se encuentra la especie vegetal ichu, pajonal andino, otros; en el tipo de cobertura alto andina, se hallan las especies de puyas y cactáceas, mientras que en la zona media comprende un tipo de cobertura vegetal como matorral arbustivo, agricultura andina y costera, otros. Las actividades que desarrollan las comunidades asentadas a lo largo de la franja ribereña del río Chillón a diferentes pisos altitudinales básicamente son la agricultura, ganadería y turismo. Mientras que VOLONTE (2017), en su trabajo de investigación, con condiciones similares a las características hidrogeomorfológicas del área de estudio , analizo diferentes parámetros , cuyos resultados son que la cuenca del río Arroyo San Bernardo-Argentina, muestra cambios bruscos de pendiente analizado por el perfil longitudinal, usando la carta hidromorfológica del río se demostraron las características hidrológicas del terreno, la capacidad de infiltración, se identificaron áreas de muestreo a distintos grados de cobertura vegetal, de acuerdo a sus condiciones naturales se halla en un área de pastizal pampaeno con especies de flora adaptada a eventos de crecidas y presenta una importante riqueza ecológica. En esta cuenca las actividades predominantes son la ganadería y agricultura. En la parte baja de sub cuenca del río Arroyo que comprende parte de la localidad de sierra de la Ventana-Argentina, donde se concentra el núcleo urbano y hay turismo.

El río Chillón, sub cuenca media y alta cuenta con una red de estaciones meteorológicas, donde se ha recolectado datos de precipitación histórica, con dicha información hidrometeorológica se ha realizado los análisis permitiendo desarrollar la caracterización climática y determinar el comportamiento pluviométrico de la zona, para un registro histórico comprendido entre 1980 - 2017, para la estación meteorológica Pariacancha el promedio acumulado multianual de precipitación es 708, 26 mm, en la estación meteorológica Huaros el promedio acumulado es de 512, 65 mm , en la estación meteorológica Canta el promedio es de 360,50 mm, estación Huamantanga es 394,56 mm, la estación Arahua el promedio es de 324,08 mm y la estación Lachaqui es de 607,90 mm; asimismo el comportamiento de las tendencias varían en la parte alta donde las precipitaciones tienden a incrementarse, mientras que en la zona media las precipitaciones disminuyen según la línea de tendencia. , presentándose eventos extremos asociados a inundaciones, lo cual se traduce a una mayor variación de incrementos de fuertes precipitaciones en la cuenca alta a diferencia de la cuenca media. Mientras que según CARDONA (2014) en su trabajo de investigación utilizo 18 estaciones pluviométricas de dos cuencas hidrográficas del río Dagua y Cali de data diaria de precipitación que oscila entre 21 y 56 años hasta el 2010, para su proceso utilizo el programa de RclimDex, obtuvo un incremento de precipitación total anual para el río Dagua y para el río Cali fue de 9,1mm en la parte de abajo y en la zona alta las precipitaciones aumentaron.

La sub cuenca media y alta del río Chillón, cuenta con una red de estaciones meteorológicas, donde se ha recolectado datos de temperatura histórica, con dicha información meteorológica se ha realizado los análisis permitiendo desarrollar la caracterización climática y determinar el comportamiento térmico del área de estudio para un registro histórico comprendido entre 1980 - 2017, para la estación meteorológica Canta el promedio multianual de temperatura promedio oscila en 13,09 ° C, el promedio multianual de temperatura máxima oscila en 17,90° C y el promedio multianual de temperatura mínima oscila en 8,3 ° C. Asimismo en la estación Ñaña el promedio multianual de temperatura promedio oscila en 19, 37 ° C, el promedio multianual de temperatura MAX oscila en 23,92 y el promedio multianual de temperatura MIN oscila en 14, 81 ° C. Asimismo las tendencias de temperatura varían por cada estación meteorológica, en la cuenca alta, las temperaturas mínimas descienden, presentándose eventos extremos asociados básicamente a heladas y en la zona baja las temperaturas

promedio ascienden ligeramente. Sin embargo CHURRA (2017) recolecto data histórica de las estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca del río llave Puno, periodo 1964-2014, utilizo el SIG IDW-Algebra de mapa, en la cual obtuvo como resultados la temperatura MAX oscila entre 13 a 16° C, la temperatura mínima en épocas de avenida varia de -15 a 0 ° C, mientras que épocas de estiaje la temperatura mínima varia de -25 a -0,5°C en la cuenca del río llave.-Puno.

En la generación de escenarios climáticos se experimenta un rango de variabilidad de 10%, 20 % y 30 % en el abanico de los escenarios, con la ayuda de la interpolación IDW-Arc Gis 10.3 ,en donde se pudo detectar que para el año 2030 las precipitaciones aumentan a un valor acumulado de 224, 19 mm principalmente en la zona alta, mientras que para la zona media los valores acumulados de lluvia descienden ligeramente, por lo tanto probablemente para el año 2030 ocurra fuertes precipitaciones y se dé años muy húmedos con probabilidad de inundaciones en el área de estudio. Según el IPCC (2014) los cambios en la precipitación no serán uniformes, en el escenario RCP 8,5 es probable que en las latitudes altas y océanos pacíficos se experimentan aumento en la precipitación media anual. Es probable que en el marco del escenario RCP 8,5, las precipitaciones en regiones secas y subtropicales disminuya, mientras que en muchas regiones húmedas de latitud media aumente y es muy probable que sean más intensos y frecuentes los episodios de precipitación extrema en la mayoría de las masas terrestres de latitud media y en las regiones tropicales húmedas.

En la generación de escenarios climáticos de temperatura se experimenta variación en ambas zonas de la cuenca, en donde se pudo detectar que para el año 2030 las temperaturas medias tienden a incrementar ligeramente en la zona media con valores promedios que oscila en 9,16°C a 20,51° C, las temperaturas máximas en la zona media ascienden moderadamente a diferencia de la zona alta, cuyos valores máximos fluctúan en 14,36 ° C a 25,44 ° C y las temperaturas mínimas disminuyen ligeramente en la zona alta, mientras que en zona la media las temperaturas ascienden al 2030, lo cual se asume que para los años futuros se presentara eventos extremos asociado a temperaturas mínimas muy bajas con probabilidad de heladas localizadas principalmente en la cuenca alta, que afectaría a la población. Mientras que el IPCC (2014) en sus escenarios de proyecciones apuntan que el cambio en la temperatura media global de la superficie para el período 2016-2035 es similar en relación con el período 1986-2005 para los 4 escenarios de RCP con

probabilidad de rango de 0,3 ° C a 0,7°C. Es probable que para el final del siglo XXI (2081-2100) la temperatura global en la superficie sea mayor en 1.5 ° C para los escenarios RCP 4,5, RCP 6 Y RCP 8,5. Se producirán temperaturas extremas calientes más frecuentes y frías menos frecuentes en las zonas continentales a escala temporal y estacional, hay probabilidad de que haya olas de calor con mayor frecuencia y se continuará produciéndose temperaturas frías extremas en invierno.

V. CONCLUSIONES

1. Se concluye que de los escenarios climatológicos al 2030 obtenidos se pudo identificar eventos extremos asociados a excesos de precipitación con años muy húmedos básicamente en la zona alta con probabilidad de inundación para la parte media y baja del río Chillón básicamente, debido a que el promedio de anomalía en el 2017 fue de +107, 61 mm, mientras que para el año 2030 se estima el valor de +224,19 mm. Asimismo se identificó eventos extremos asociados a temperaturas mínimas bajas, probabilidad de presencia de heladas al 2030, debido a que los valores de temperaturas mínimas registraron valores de - 1, 39° c 0,52 °C para el 2017, y al 2030 se estima un valor de -1,58 °C, mientras los valores de temperatura promedio registradas para el 2017 oscilaron en -0,50 ° C a 0,64 ° C Y para el año 2030 se asume valores de -1,13 °C a 0,03 ° C.
2. Las características de la cuenca media y alta más resaltantes que se pudo describir dentro del área de estudio, la pendiente de la cuenca alta y media es moderadamente inclinada de 5% a 6%, el tipo de cobertura vegetal que se presenta en la parte alta son bofedales, pajonal andino, área alto andina y área glaciario, mientras que en la parte media es matorral, área urbana; la población asentada en la cuenca se dedican mayormente a la agricultura ganadería y turismo de acuerdo a la teoría revisada.
3. El comportamiento de la climatología en la cuenca media y alta desde el período de 1980 hasta el 2017 presenta una variación de precipitaciones que varían de 74,23 mm a 743, 35 mm, se evidenció una tendencia creciente de precipitaciones históricas, comparando los escenarios proyectados al 2030 habrá un incremento de excesos de lluvias en un 20%. Así como las temperaturas mínimas período 1980- 2017 oscila en valor promedio de 4, 84 °C, comparando con los escenarios proyectados 2030 la

temperatura mínima desciende en un 10% en los próximos años se presentarán probabilidad de heladas focalizados en la cuenca alta.

4. El comportamiento de los escenarios climatológicos al 2030 presentan variación desde el período de 1980 al 2030 que oscila de un valor mínimo de 61,87 mm a un valor máximo de 806,13 mm, con un promedio acumulado de 434 mm, por la cual se prevé que para el año 2030 las precipitaciones tienden a incrementarse, mostrando excesos de lluvias, principalmente en la cuenca alta, se presenta años muy húmedos con probabilidad de inundaciones para media y baja, asimismo la temperatura promedio desde el periodo de 1980 hasta el 2030 del área de estudio, en donde se aprecia que el valor mínimo oscila de 9,16 ° C y el valor máximo oscila de 20,51 ° C, valor promedio de 14,84 °C. incremento ligero de temperatura promedio y máxima en la zona media y una disminución ligera de temperatura mínimas focalizadas en la zona alta del río Chillón.

VI. RECOMENDACIONES

1. Es indispensable que la zona de estudio cuente con un mayor número de estaciones para permitir una correcta caracterización de las condiciones climáticas e hidrológicas.
2. Es importante que esta primera aproximación sea fortalecida con un análisis integral de los principales actores y usuarios del ecosistema.
3. Aplicar el proceso metodológico desarrollado a toda la cuenca, con el fin de evaluar al 2030, las relación funcional entre la demanda y la oferta hídrica.
4. Hacer un seguimiento y evaluación a los resultados obtenidos hasta el 2030, con el fin de validar o mejorar los análisis hacia el futuro.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR Lima, Julio. Análisis de tendencias de temperatura y precipitación pluvial en la cuenca del río Ilave. Tesis (Bachiller en ingeniería agrícola). Puno. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de ingeniería agrícola, 2017. 87 pp. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5108/Aguilar_Lima_Julio_Cesar.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- ANDALUZ Javier. África sufre por el cambio climático. Revista ecologista [en línea] septiembre de 2016, n° 90 [Fecha de consulta: 10 de junio de 2018] Disponible en <https://www.ecologistasenaccion.org/?p=33086>
- ALIANZA CLIMA Y DESARROLLO. La gestión de Riesgos y eventos extremos y desastres en América Latina y el Caribe: Aprendizajes del informe especial (SREX) del IPCC. 2012. Disponible en <https://cdkn.org/wp-content/uploads/2012/04/Aprendizajes-del-Informe-Especial-ALC.pdf>
- ALVAREZ Peñaloza, Tatiana y VILLAVERDE Valderrama, Raisa. Balance Hídrico Futuro en la Cuenca del Río Lurín a través de la Modelación Hidrológica ante el Cambio Climático. Tesis (Bachiller en ingeniería ambiental). Lima. Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de ingeniería ambiental, 2015. 137 pp. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2157/P10-A48-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ALVARINO Gaytán, Yujaina y OCAMPO Bautista, Viviana. Análisis de las variables climatológicas temperatura, humedad relativa, precipitación, evaporación, brillo solar, radiación, velocidad y dirección del viento, medidas por la estación meteorológica “ARGELIA” entre los años 1993-2013 para verificar las variabilidades climáticas del municipio de GIRARDOT. Tesis (Bachiller en Ingeniería ambiental). Cundimarca. Universidad de Cundimarca. Facultad de ciencias agropecuarias, 2016. 98 pp. Disponible en: <http://dspace.ucundinamarca.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/277/Tr>

abajo%20de%20Grado%20Alvarino%20y%20Ocampo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- ASFAW, Amogne, et al. Análisis de las tendencias de la serie de variables y la variabilidad de las precipitaciones y la temperatura en el centro-norte de Etiopía: un estudio de caso en la sub cuenca de Woleka. Revista Clima y clima extremo [en línea] marzo de 2018, Vol.19, p 29-41 [Fecha de consulta: 11 de junio de 2018]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212094717300932>
- AVALOS, Grinia et al. Cambio Climático en la cuenca del río Mantaro. Proyecciones para el año 2030. Lima, Perú. 2013. Disponible en <https://www.care.org.pe/wp-content/uploads/2015/06/Cambio-clim--tico-en-la-cuenca-del-R--o-Mantaro-Baja.pdf>.
- CARDONA, Faysuri, et al. Tendencias en la serie de precipitación en dos cuencas torrenciales andinas del valle del Cauca (Colombia). Revista Tecnológicas [en línea]. Enero- junio 2014, vol. 17, n° 32, p 85-95 [Fecha de consulta: 10 de junio de 2018]. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/teclo/v17n32/v17n32a09.pdf>
- CASTRO, Lina y CARVAJAL, Yesid. Análisis de tendencia y homogeneidad de series climatológicas. Revista científica [en línea]. Enero-diciembre 2010, n° 9. [Fecha de consulta: 9 de junio de 2018]. pp.15-25
Disponible en <http://www.redalyc.org/html/2311/231116434002/>
ISSN 1692-9918
- CUARTAS Daniel, et al. Tendencia espacial y temporal de eventos climáticos extremos en el valle geográfico del río Cauca. Revista UDCA Actualidad y divulgación científica [en línea] Julio- diciembre 2017, Vol. 20, n° 2, p 267-268. [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2018]. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v20n2/v20n2a05.pdf>

- CHURA Romero, Juan. Caracterización de las variables climáticas para la cuenca del río Ilave aplicando el SIG. Tesis (Bachiller en Ingeniería agrícola). Puno. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de ingeniería agrícola, 2017. 126 pp. Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4896>
- CORONEL, A. Sequía: concepto e índices de monitoreo. Propuesta de un nuevo índice. Revista Agromensajes [en línea]. 2013, Vol. 37, n° 2, p.1-3. [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2018]. Disponible en <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/37/1AM37.html>.
- DIAZ, Gerarda. Cambio climático. Revista ciencia y sociedad [en línea]. Abril-junio 2012, Vol. XXXVII, n° 2, p. 227-240. [Fecha de consulta: 9 de junio de 2018].
ISSN: 0378-7680
Disponible en <http://www.redalyc.org/html/870/87024179004/>
- DIRECTORIO NACIONAL DE CENTROS POBLADOS. CENSOS NACIONALES 2017. XII de Población VII de Vivienda y III de Comunidades indígenas. 2017. Perú. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm?fbclid=IwAR1KGOQ7-0Ii3nsLHic52QYJ8HSgo5WU7BF4duXhLx9nOI0YHKwRc6Thk_E
- EL COMERCIO. Senamhi: Río Chillón incremento en casi 130 % su caudal debido a lluvias. [en línea] 11 de febrero de 2012. [Fecha de consulta: 15 mayo de 2018]. Disponible en: <http://archivo.elcomercio.pe/sociedad/lima/senamhi-rio-chillon-incremento-casi-130-su-caudal-debido-lluvias-noticia-1373025>
- ESPINO, Carlos. Análisis predictivo: técnicas y modelos utilizados y aplicaciones del mismo-herramientas Open Source que permite su uso. Universidad Oberta de Catalunya, 2017. Disponible en: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/59565/6/caresptimTFG0117mem%C3%B2ria.pdf>

- ESQUIVEL, Gerardo, et al. Modelación Hidrológica de una cuenca del norte árido de México y su respuesta a cambios ambientales. [en línea]. Enero-junio 2017, Vol. IX, n° 1, p 3-17. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2018].
Disponible en https://www.researchgate.net/publication/318037770_Hydrological_modeling_of_a_basin_in_Mexico%27s_arid_northern_region_and_its_response_to_environmental_changes?enrichId=rgreq-49eda3f21c5cfaa8610a59992bdda769-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMxODAzNzc3MDtBUzo1NjA2NzMwMDU5NDQ4MzJAMTUxMDY4NjI2OTYyMQ%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf
- FRANCO, Beatriz. Variables climatológicas y los elementos constructivos y paisajísticos. Universidad Columbian de Paraguay, 2016. Disponible en <https://www.columbia.edu.py/presencial/arquitectura/investigacion/articulos-de-investigacion/224-variables-climatologicas-y-los-elementos-constructivos-y-paisajisticos>.
- GALVES Ayala, Pedro. Caracterización de las sequias históricas y proyectadas bajo escenarios climáticos en la cuenca del río Mantaro. Tesis (Magister en recursos hídricos). Lima. Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de Recursos hídricos, 2017, pp 91. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3161/galvez-ayala-pedro-edwin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- GOBIERNO FEDERAL y SEMARNAT. Cambio Climático. Ciencia, evidencias y acciones. México, 2009. 81 pp.
Disponible en http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/05_serie/cambio_climatico.pdf
- GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO. IPCC-Cambio Climatico.Informe de Sintesis. 2014. Ginebra, Suiza, 176 pp.
Disponible en: [file:///C:/Users/F.G.A/Downloads/IPCC%20INFORME%205TO%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/F.G.A/Downloads/IPCC%20INFORME%205TO%20(6).pdf)

- HERNÁNDEZ, R. Metodología de la investigación científica. 2014. Disponible en: <http://upla.edu.pe/portal/wp-content/uploads/2017/01/hern%20c3%20alndez-r.-2014-m>.
- HERRAN, Claudia. El Cambio Climático y sus Consecuencias para América Latina. Revista de la bolsa de Comercio de Rosario [en línea] 2012, p 6-10. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2018]. Disponible en <http://www.bcr.com.ar/Secretara%20de%20Cultura/Revista%20Institucional/2014/Septiembre/Internacional.pdf>
- LA REPÚBLICA. Huaicos en el Perú: Pueblos de Canta azotados por la naturaleza [en línea] 22 de marzo de 2017. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2018]. Disponible en <https://larepublica.pe/sociedad/858366-huaicos-en-el-peru-pueblos-de-canta-azotados-por-la-naturaleza>.
- LEON Ochoa, Ricardo. Modelación de la disponibilidad hídrica del río Piura, considerando la incidencia del cambio climático. Tesis (Bachiller en ingeniería agrícola). Lima. Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de ingeniería agrícola, 2017.84 pp. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2877/P10-L466-T.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- MORA Briceida y REYES Víctor. Análisis de tendencias y variación anual e interanual de las precipitaciones (periodo: 1957-2006) en la cuenca del río Bocono, estado de Trujillo, Venezuela. Revista de investigación [en línea] 2013, vol.37, n° 80, p 45-68. [Fecha de consulta: 27 de abril de 2018]. Disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1010-29142013000300004&script=sci_arttext
ISSN: 1010-2914
- MOLINA Gabriel y RODRIGO María. Estadística Descriptiva en Psicología. 2010. Disponible en http://ocw.uv.es/ciencias-de-la-salud/pruebas-1/1-3/t_09nuevo.pdf

- MUGGEMBURG, María y PEREZ Iñiga. Tipos de investigación estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. Revista Enfermería Universitaria [en línea] Enero-abril 2007, vol.4, n° 1, p 35-38. [Fecha de consulta: 29 de junio de 2018]. Disponible en [file:///C:/Users/Frank_Lenovo/Downloads/30300-64765-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Frank_Lenovo/Downloads/30300-64765-1-PB%20(2).pdf)
- MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAROS, Provincia de Canta. Plan de Desarrollo local concertado. Lima, Perú. 2013. Disponible en [http://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/10594/PLAN_10594_Plan%20de%20Desarrollo%20Local%20Concertado%20\(Parte%203\)_2013.pdf](http://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/10594/PLAN_10594_Plan%20de%20Desarrollo%20Local%20Concertado%20(Parte%203)_2013.pdf)
- MUNICIPALIDAD DISTRITAL METROPOLITANA DE LIMA. Plan integral de la cuenca Chillón, intercuenas la Pampilla, Ventanilla, Santa Rosa y Ancón y la zona marítima costera Callao –Pasamayo. Plan de ordenamiento territorial. Instituto metropolitano de planificación. Lima, Perú. 2013. Disponible en <http://sitr.regioncallao.gob.pe/catalogoDocumento/5%20CAPITULO%20V%20ECOSISTEMAS%20CHILLON%205.1.pdf>
- OLARTE, Bertha. La cuenca del rio Chillón: Problemática y potencial productivo. Perú. Revista ingeniería [en línea] 2007, n° 25, p 53-68. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2018]. Disponible en http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/viewFile/609/600
- OVIEDO Torres Blanca y LEON Aristizabal Gloria. Guía de procedimiento para la generación de escenarios de cambio climático regional y local a partir de los modelos globales, 2010, p. 89. IDEAM, Bogotá. Disponible en <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gu%C3%ADa+Escenarios+Cambio+Climatico.pdf/72eae24f-04ea-4ce2-9a4b-e551559c48fc>
- PALOMINO Zamora, Henry. Efecto del Cambio Climático en la Hidrología de la Cuenca Chancay –Huaral. Tesis (Bachiller en ingeniería agrícola). Lima. Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de ingeniería agrícola, 2015.98 pp.

Disponible en
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1870/P10.P34-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- PERU 21. Costa peruana perderá el 40% de agua por el cambio climático. [en línea] 29 de noviembre de 2014. [Fecha de consulta: 12 de mayo de 2018].
Disponible en: <https://peru21.pe/lima/costa-peruana-perdera-40-agua-cambio-climatico-198313>
- PERU 21. Rio Chillón: Así quedó la Panamericana Norte tras la inundación. [en línea] 16 de marzo de 2017. [Fecha de consulta: 29 abril de 2018].
Disponible en <https://infoinundaciones.com/noticias/rio-chillon-asi-queda-la-panamericana-norte-tras-la-inundacion>.
- POLANCO Zambrano, D. Clima: definición, elementos y factores determinantes, tipos de clima. Revista Naturaleza paradais sphynx [en línea] 30 de julio de 2017. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2018] Disponible en <https://naturaleza.paradais-sphynx.com/atmosfera/clima-definicion-elementos-tipos.htm>.
- PRIMO Salazar, Alberto. Variabilidad de la temperatura y de la precipitación, en la ciudad de Toluca, estado de México. Periodo: 1970-2013. Toluca, estado de México. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de planeación urbana y regional, 2015. 112 pp. Disponible en <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/49235/UAEM-FAPUR-TESIS-PRIMO%20ALBERTO.pdf?sequence=1>
- PUERTA Ronald, RENGIFO Juan y BRAVO Nino. Arc GIS Básico 10. Universidad nacional agraria de la selva. Facultad de recursos naturales renovables. Tingo María 2011. P.148. Disponible en <https://actswithscience.com/Descargas/ManualArcGis.pdf>
- QUISPE, et al. Método de doble masa. 2015. Universidad privada de Tacna. 2015. Disponible en <https://datospdf.com/download/-ao-de-la-diversificacion-productiva-y-del-fortalecimiento-de-la-educacion-universidad-privada-de-tacna-metodo-de->

- REYES Cubas, Carmen. Estudio de la contaminación de las aguas del río Chillón. Tesis (Maestría en ciencias con mención a minería y medio ambiente). Lima. Universidad Nacional de ingeniería. Facultad de ingeniería geológica, minera y metalúrgica, 2012. 263 pp.
Disponible en http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1082/1/reyes_cc.pdf
- RODRÍGUEZ Hernández, Leonardo. Servicios ambientales hidrológicos proporcionados por los ecosistemas forestales de la cuenca del río Misantla, Veracruz. Tesis (Maestría en ciencias en Ecología Forestal). Veracruz. Universidad Veracruzana. Instituto de investigaciones forestales, 2016. 147 pp.
Disponible en <http://www.uv.mx/mcef/files/2018/04/SERVICIOS-AMBIENTALES-HIDROLOGICOS-PROPORCIONADOS-POR-LOS-ECOSISTEMAS-FORESTALES-DE-20161013190021.pdf&ved=2ahUKEwj9s72pbDhAhXH1VkkHSBFBJSQFjAAegQIBhAC&usg=AOvVaw0UBk3Anv2aCnlxGdh2JFI8>.
- SALAS Flores, Elías. Análisis de Tendencia de Temperatura y Precipitación Pluvial mensual en la Cuenca del Río ILLPA, Puno. Tesis (Ingeniería agrícola). Puno. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de ingeniería agrícola, 2014, 93 pp.
Disponible en http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/5487/Salas_Flores_Elias_Elmer.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- SALAS Marco Y JIMENEZ Martin. Inundaciones. 2007.
Disponible en <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/3-FASCCULOINUNDACIONES.PDF>
- SEELMAN Freire, David. Evaluación del impacto del cambio climático en eventos extremos. Análisis de riesgo de sequías e inundaciones usando métodos simples. Tesis (Bachiller en ingeniero civil). Santiago de Chile. Universidad de Chile. Facultad de ciencias físicas y matemáticas, 2017, pp 165.

Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/145358/Evaluacion-del-impacto-del-cambio-climatico-en-eventos-extremos-analisis-de-riesgo-de-sequias.pdf?sequence=1>

- SISTEMA GUATEMALTECO DE CIENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO. Pronostico, modelos y escenarios climáticos. 2015. Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.
Disponible en <http://www.uvg.edu.gt/sgccc/doc/4-Clima.pdf>
- SUBGERENCIA DE DEFENSA CIVIL. Monitoreo de los sectores críticos de la cuenca del río Chillón y la reducción de riesgos en el ámbito del gobierno metropolitano. 2013.
<http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/OTROS/Informe%2057%20Monitoreo%20de%20sectores%20criticos%20ChillOn%20MML%20Julio%202013>.
- TIAN Quing y YANG Shilun. Regional climatic response to global warming. Trends in temperature and precipitation in the Yellow, Yangtze and Peral River basins since the 1950s. Magazine Quaternary International. [On line]. 8 June 2017, Vol. 440, p 1-11. [Date of consultation: 10 June 2018]. Available from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1040618215300896>
- USEROS, José. El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales. 2013, Vol. 50, p.71-98. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4817473>
- VALENCIA Mamani, Juan. Análisis Espacial y Temporales de las Precipitaciones en la Cuenca del Río Ilave. Tesis (Bachiller en ingeniería agrícola). Puno. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de ingeniería agrícola, 2015. 93 pp.
Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4616>
- VILLACORTA Sandra; VASQUEZ Jenny y NUÑEZ Segundo. Zonas críticas por peligros geológicos en la cuenca del río Chillón. Instituto geológico

minero y metalúrgico. Enero 2010, p 1-26. Disponible en http://www.ingemmet.gob.pe/documents/73138/203315/5c_ZONAS_CRITICAS_CUENCA_CHILLON.pdf/fc9c4c00-1b9f-41ce-9c10-468d5691b931

- VOLONTÉ Antonela. Geomorfología Fluvial Aplicada al peligro de crecidas. Cuenca del Arroyo San Bernardo, Sistema de Ventania, Argentina. Tesis (Doctor en Geografía). Argentina. Universidad Nacional del Sur. Facultad de Geografía y turismo, 2017.169 pp. Disponible en http://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/123456789/3453/1/TESIS%20DOCTORAL_VOLONTE.pdf

ANEXOS

ANEXO 1: TABLA DE MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tipo	Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores
General	¿Cómo los escenarios climatológicos al 2030 permiten la identificación de eventos extremos en la cuenca media y alta del río Chillón?	Identificar eventos extremos en función a escenarios climatológicos al 2030 en la cuenca media y alta del río Chillón.	Los escenarios al 2030 permiten identificar eventos extremos en la cuenca media y alta del río Chillón.	Escenarios climáticos	Comportamiento climatológico presente y futuro	Precipitación
						Temperatura
					Características de la cuenca media y alta del río Chillón	Relieve
						Cobertura vegetal
						Pendiente
						Población
						Ganadería
						Agrícola
Minera						
Específico	¿Cuáles son las características hidrogeomorfológicas de la cuenca media y alta del río Chillón?	Evaluar las características hidrogeomorfológicas de la cuenca media y alta del río Chillón.	Las características geomorfológicas de la cuenca media y alta del río Chillón, no influyen en los elementos climatológicos (precipitación y temperatura)	Eventos extremos	Indicadores climatológicos	Sequías
	¿Cuál es el comportamiento de la climatología en la cuenca media y alta del río Chillón?	Evaluar el comportamiento de la climatología en la cuenca media y alta del río Chillón.	El comportamiento de la climatología en la cuenca media y alta del río Chillón, no experimenta cambios significativos.			Inundaciones
	¿Cuáles son los escenarios climatológicos al 2030 en la cuenca media y alta del río Chillón?	Evaluar los escenarios climatológicos al 2030 en la cuenca media y alta del río Chillón.	Los escenarios de los elementos climatológicos al 2030 muestran un incremento de temperatura y una disminución en precipitación en la cuenca media y alta del río Chillón.			Heladas

Fuente: Elaboración Propia, 2018

ANEXO N° 2: INSTRUMENTO N° 1 - RECOLECCIÓN DE DATOS HISTÓRICOS DE TEMPERATURA (°C) - PERIODO 1980-2017

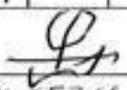
INSTRUMENTO N° 1

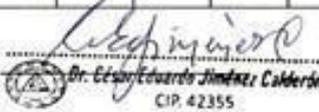
RECOLECCION DE DATOS HISTORICOS DE TEMPERATURA (°C) - PERIODO 1980-2017

Nombre de la estación: _____ Tipo: _____

Coordenadas: X: _____ Y: _____ Z: _____

AÑO	MESES DEL AÑO											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1980												
1981												
1982												
1983												
1984												
1985												
1986												
1987												
1988												
1989												
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000												
2001												
2002												
2003												
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014												
2015												
2016												
2017												


 CIP: 65766


 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP: 42355


 CIP: 162994

Fuente: Elaboración Propia, 2018

ANEXO N° 3: INSTRUMENTO N°2 –RECOLECCION DE DATOS HISTORICOS DE PRECIPITACION (mm)-PERIODO 1980-2017

INSTRUMENTO N° 2

RECOLECCION DE DATOS HISTORICOS DE PRECIPITACION (mm)- PERIODO 1980-2017

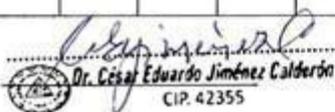
Nombre de la estación: _____ Tipo: _____

Coordenadas: X: _____ Y: _____ Z: _____

AÑO	MESES DEL AÑO											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1980												
1981												
1982												
1983												
1984												
1985												
1986												
1987												
1988												
1989												
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000												
2001												
2002												
2003												
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014												
2015												
2016												
2017												



 CIP: 65766



 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355



 CIP: 162994

Fuente: Elaboración Propia, 2018

ANEXO N°4: INSTRUMENTO N°3 –LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DE CAMPO-CUENCA RIO CHILLON

INSTRUMENTO N° 3

LEVANTAMIENTO DE INFORMACION DE CAMPO
CUENCA DEL RÍO CHILLÓN

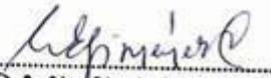
Sub cuenca: _____ Localidad: _____

	X	Y	Z	Día
Coordenadas :				

Características Físicas	Bajo	Poco	Medio	Alto
Cobertura vegetal				
Relieve				
Pendiente				
Características poblacional	0 - 50	50 - 100	100 - 150	150 - +
Población				
Hombres				
Mujeres				
Niños				
Características de las actividades	Bajo	Poco	Medio	Alta
Ganadería				
Agrícola				
Minera				
Turística				
Características de Eventos Extremos	Nunca	A veces	Regular	Siempre
Sequía				
Huaycos				
Heladas				



 CIP: 65766



 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355



 CIP: 162994

Fuente: Elaboración Propia, 2018

ANEXO 5: CUESTIONARIO

CUESTIONARIO

Género: F () M ()

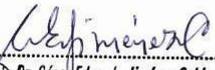
Edad:

Localidad:.....

Sub cuenca:

1. ¿Entiende que es variabilidad climática?
a) Nada b) Poco c) Mas o menos d) Claro
2. ¿Ha observado cambios en el clima durante estas últimas décadas?
a) Ninguno b) Poco c) Mucho d) Continuamente
3. ¿Qué tipo de eventos extremos ocurre en su localidad?
a) Sequías b) Huaycos c) Heladas d) Otros
4. ¿Cuáles de los dichos eventos se repite con frecuencia en su localidad?
a) Sequías b) Huaycos c) Heladas d)Otros
5. ¿Cómo afecta el clima el desarrollo de sus actividades en el campo?
a) Nunca b) A veces c) Regular d) Siempre
6. ¿Qué tipos de cambios está experimentado la temperatura en su localidad?
b) Sube b) Baja c) Varían las dos d) Normal
7. ¿Qué está pasando con la precipitación en su localidad?
a) Sigue igual b) Ha disminuído c) Se incrementó d) No llueve
8. ¿Entiende que es cambio climático?
a) Nada b) Poco c) Mas o menos d) Claro
9. ¿Considera que el cambio climático viene afectando el clima?
a) Nada b) Poco c) Mas o menos d) Claro
10. ¿Qué pasara con el clima en el futuro?
a) Nada b) Sera igual c) Cambiara d) No lo sabemos


CIP: 65766


 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
CIP. 42355


CIP: 162994

Fuente: Elaboración Propia, 2018.

ANEXO N° 6: Fotos de levantamiento de información de campo.

Foto N°1: Cuenca media del Río Chillón



Fuente: Imagen propia, 2018

Foto N° 2: Cuenca media del Río Chillón



Fuente: Imagen propia, 2018

Foto N° 3: Cuenca alta del Río Chillón



Fuente: Imagen propia, 2018

Foto N° 4: Evidencia de huayco



Fuente: Imagen propia, 2018

Foto N° 5: Evidencia de huayco



Fuente: Imagen propia, 2018

Foto N° 6: Evidencia de huayco



Fuente: Imagen propia, 2018

Foto N° 7: Evidencia de huayco



Fuente: Imagen propia, 2018

Foto N° 8: Deslizamiento de terreno



Fuente: Imagen propia, 2018

Foto N° 9: Deslizamiento de terreno



Fuente: Imagen propia, 2018

Foto N° 10: Cultivos agrícolas



Fuente: Imagen propia, 2018

Foto N° 11: Ganadería



Fuente: Imagen propia, 2018

Foto N° 12: Ganadería



Fuente: Imagen propia, 2018

ANEXO N° 7: Encuesta a la población de los distrito de Huaros, Canta y Obrajillo.

Foto N° 13: Encuesta en el distrito Canta



Fuente: Imagen propia, 2018

Foto N° 14: Encuesta en el distrito Canta



Fuente: Imagen propia, 2018

Foto N° 15: Encuesta en el distrito Canta



Fuente: Imagen propia, 2018

Foto N° 16: Encuesta en el distrito Huaros



Fuente: Imagen propia, 2018

Foto N° 17: Encuesta en el distrito Huaros



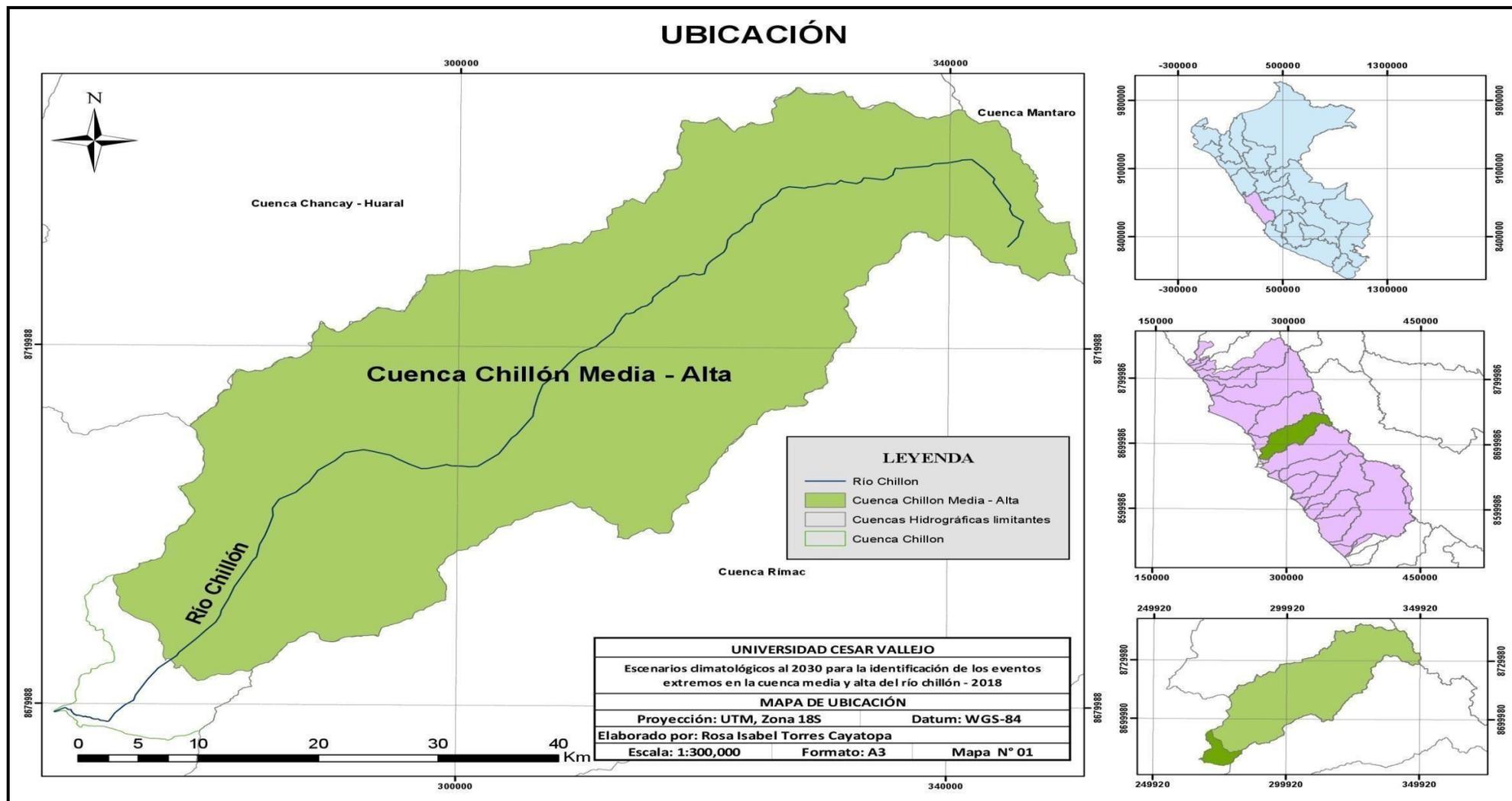
Fuente: Imagen propia, 2018

Foto N° 18: Encuesta en el anexo Obrajillo



Fuente: Imagen propia, 2018

ANEXO N° 8: Mapa de ubicación final



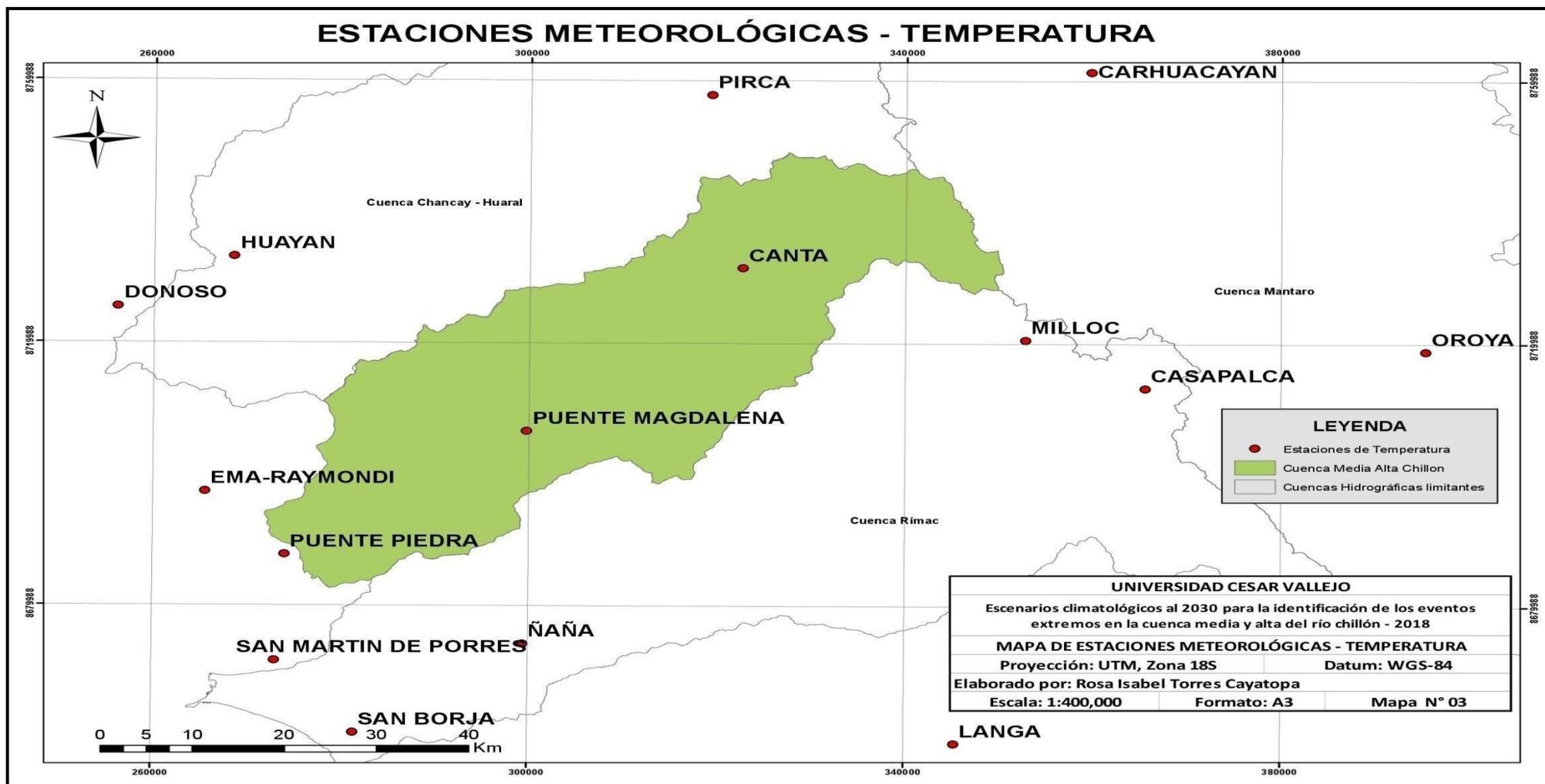
Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO N° 9: Mapa de estaciones meteorológicas de precipitación



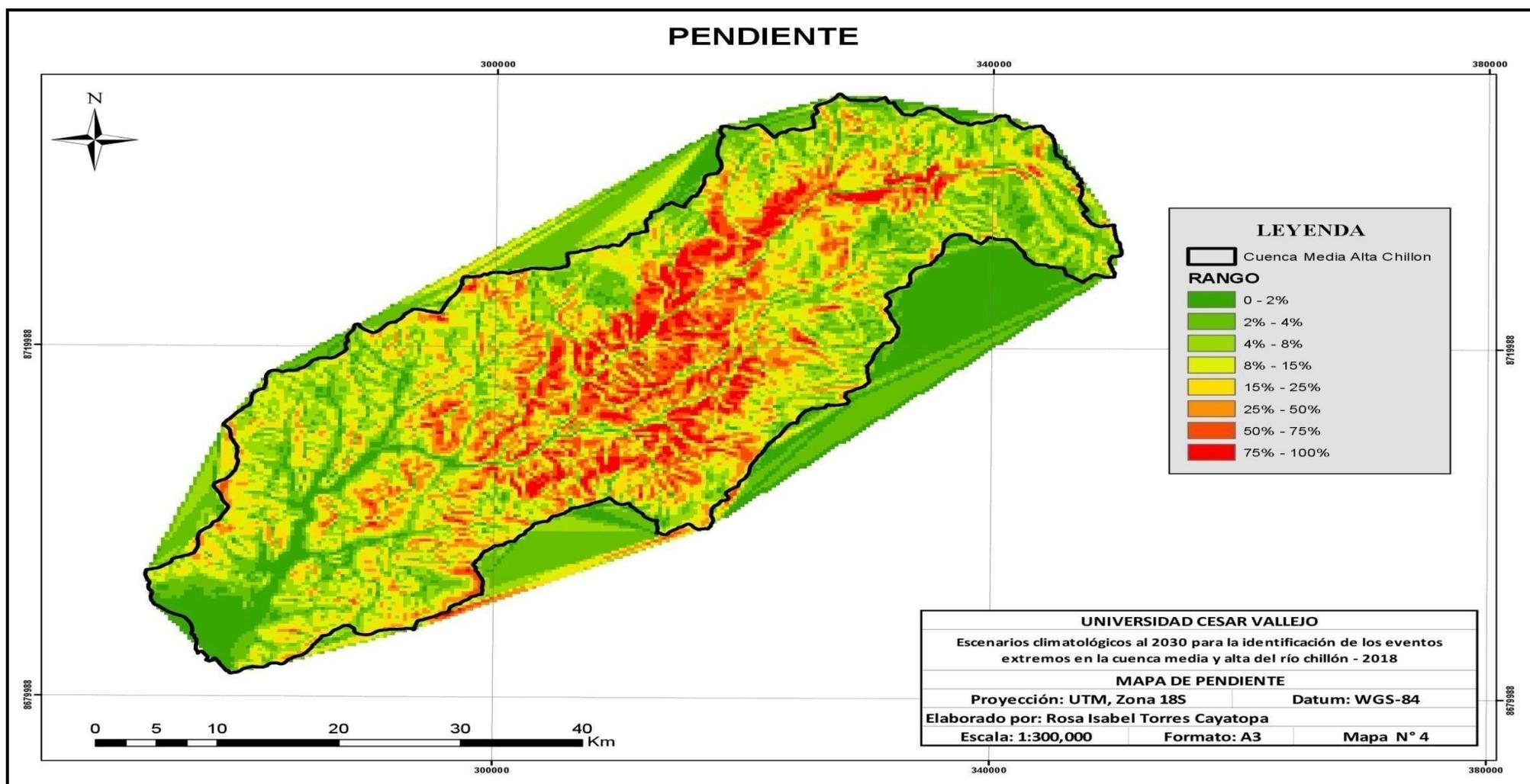
Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO N° 10: Mapa de estaciones meteorológicas de temperatura



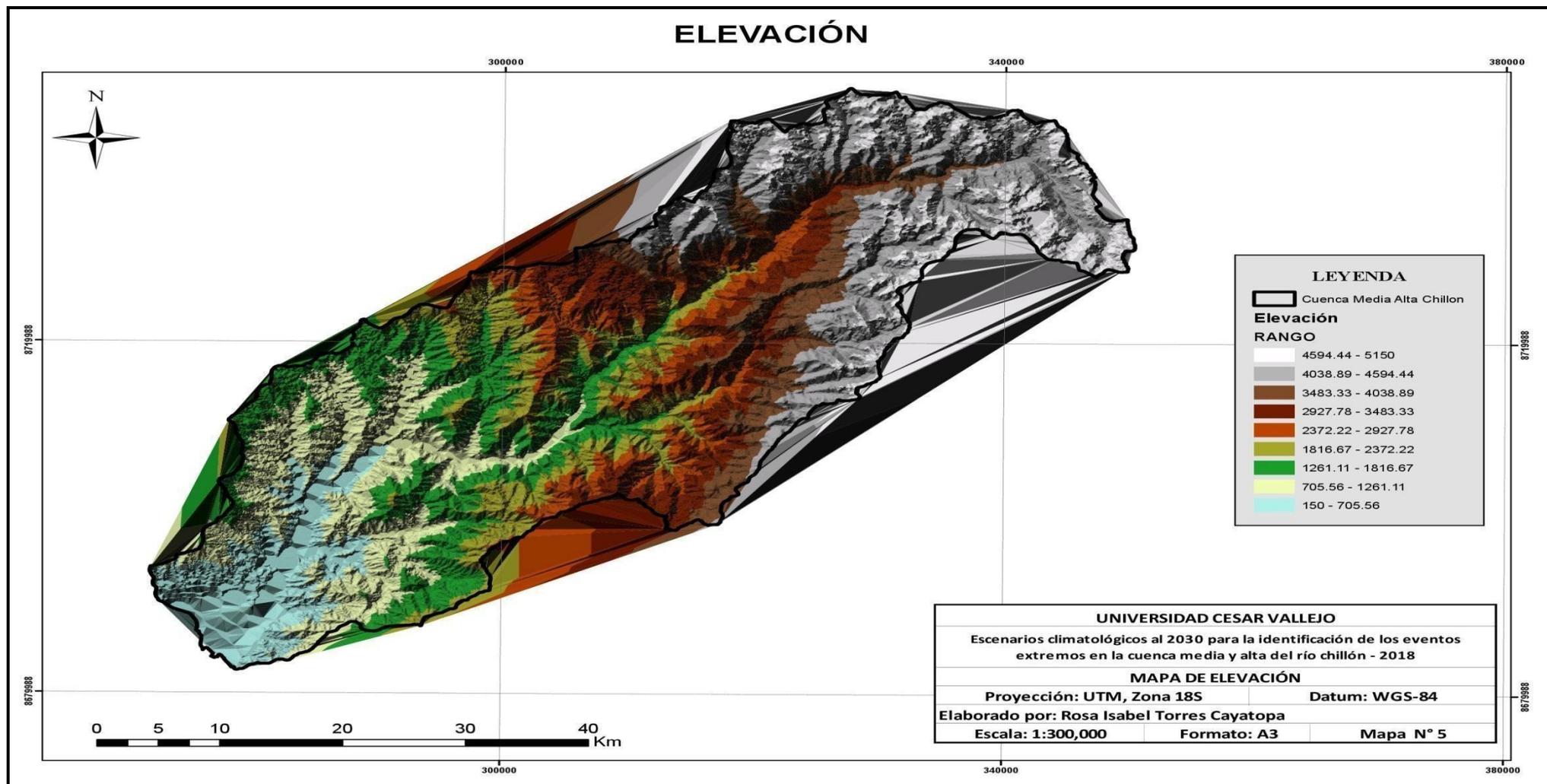
Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO N° 11: Mapa de pendiente



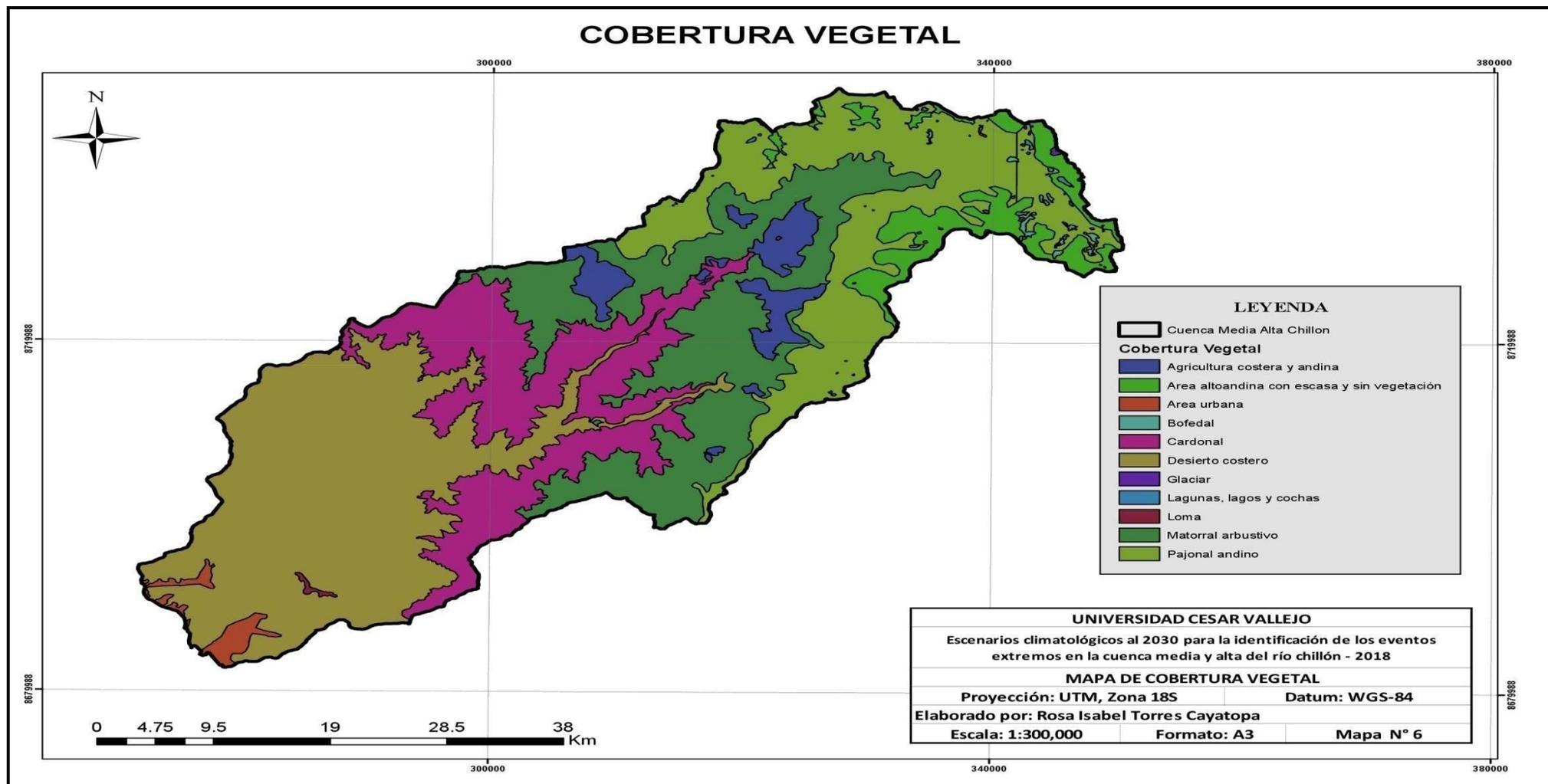
Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO N° 12: Mapa elevación espacial



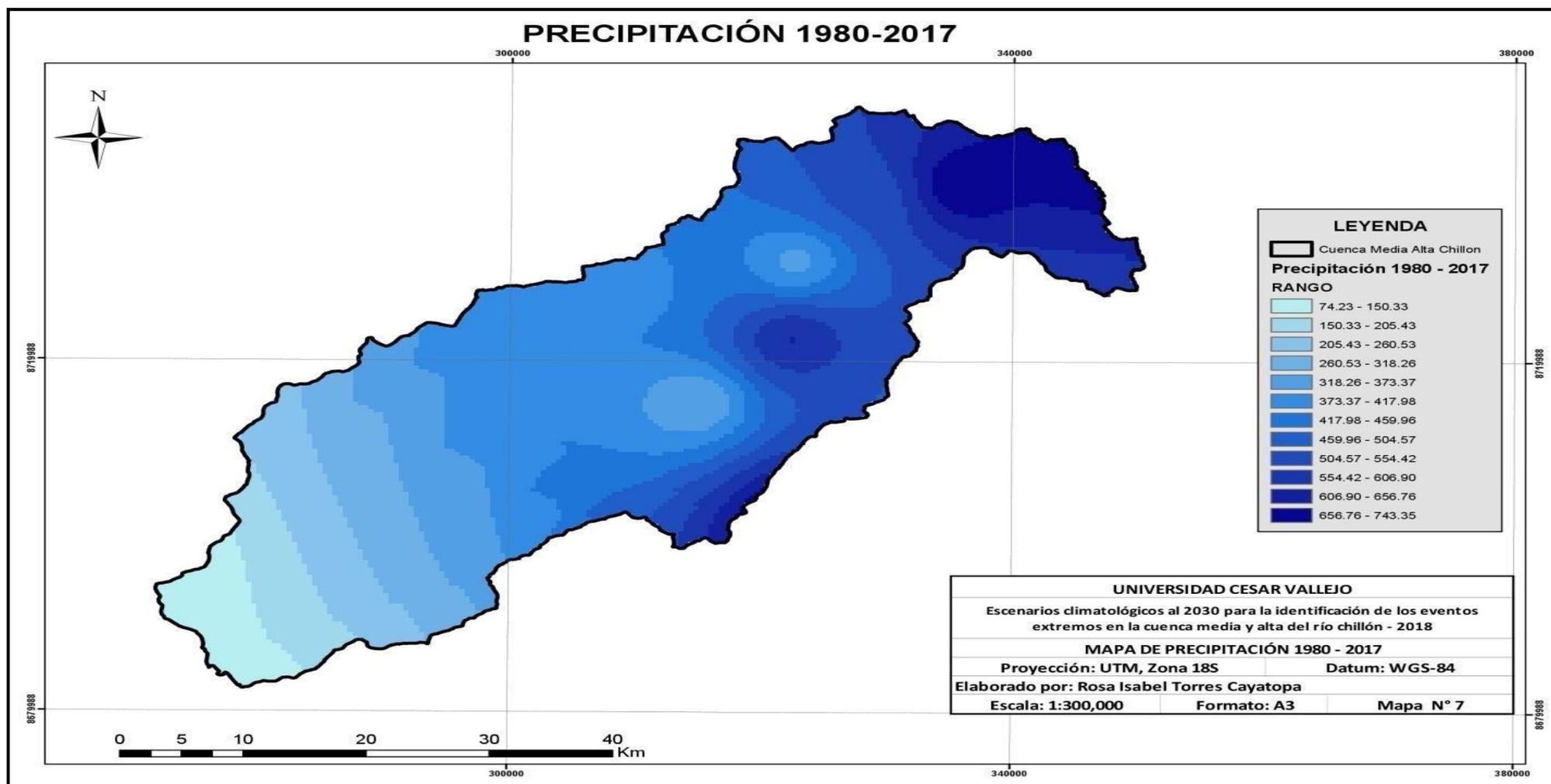
Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO 13: Mapa de cobertura vegetal



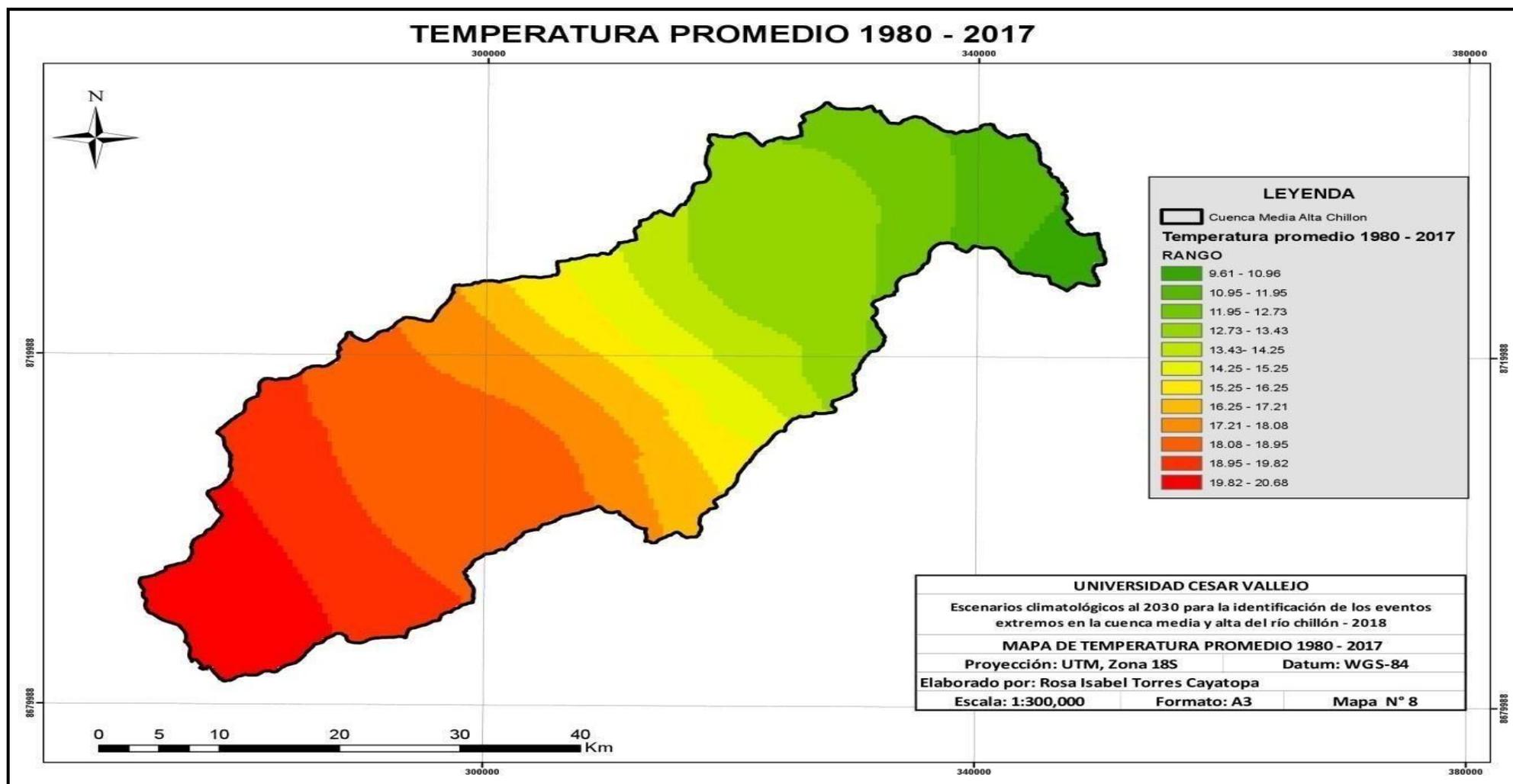
Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO N° 14: Mapa de precipitación periodo 1980-2017



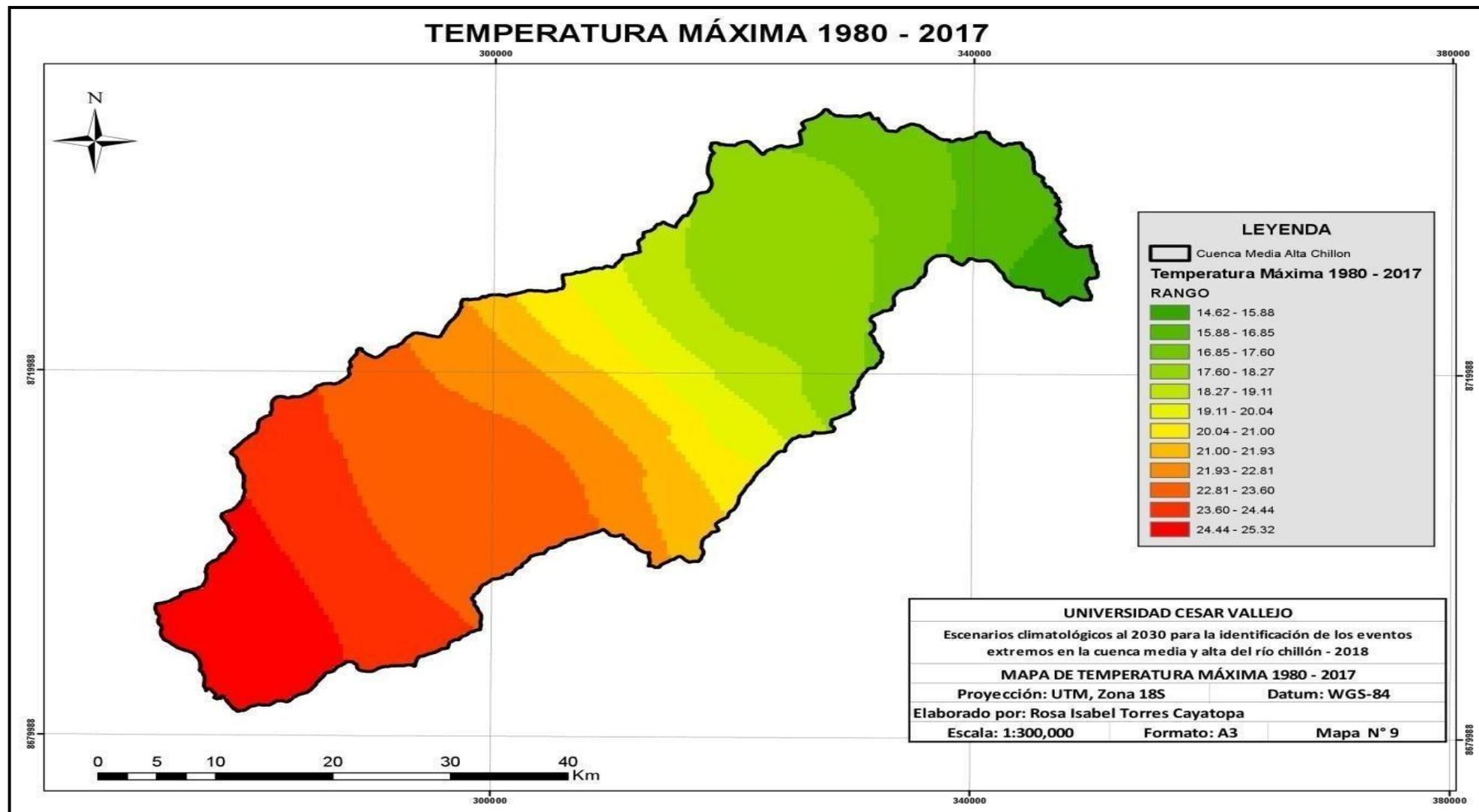
Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO N° 15: Mapa de temperatura promedio, período 1980-2017



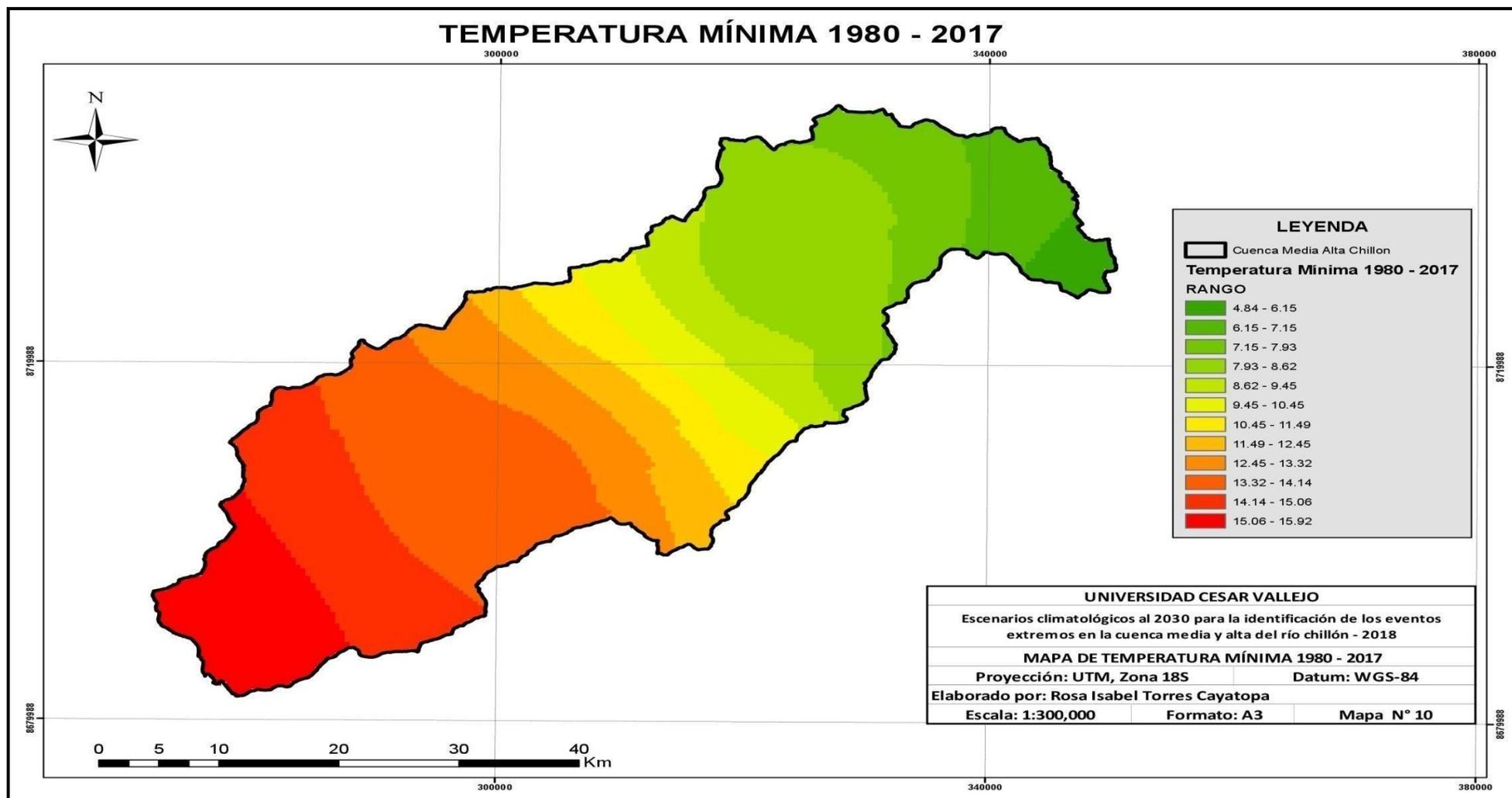
Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO N° 16: Mapa de temperatura máxima, período 1980-2017



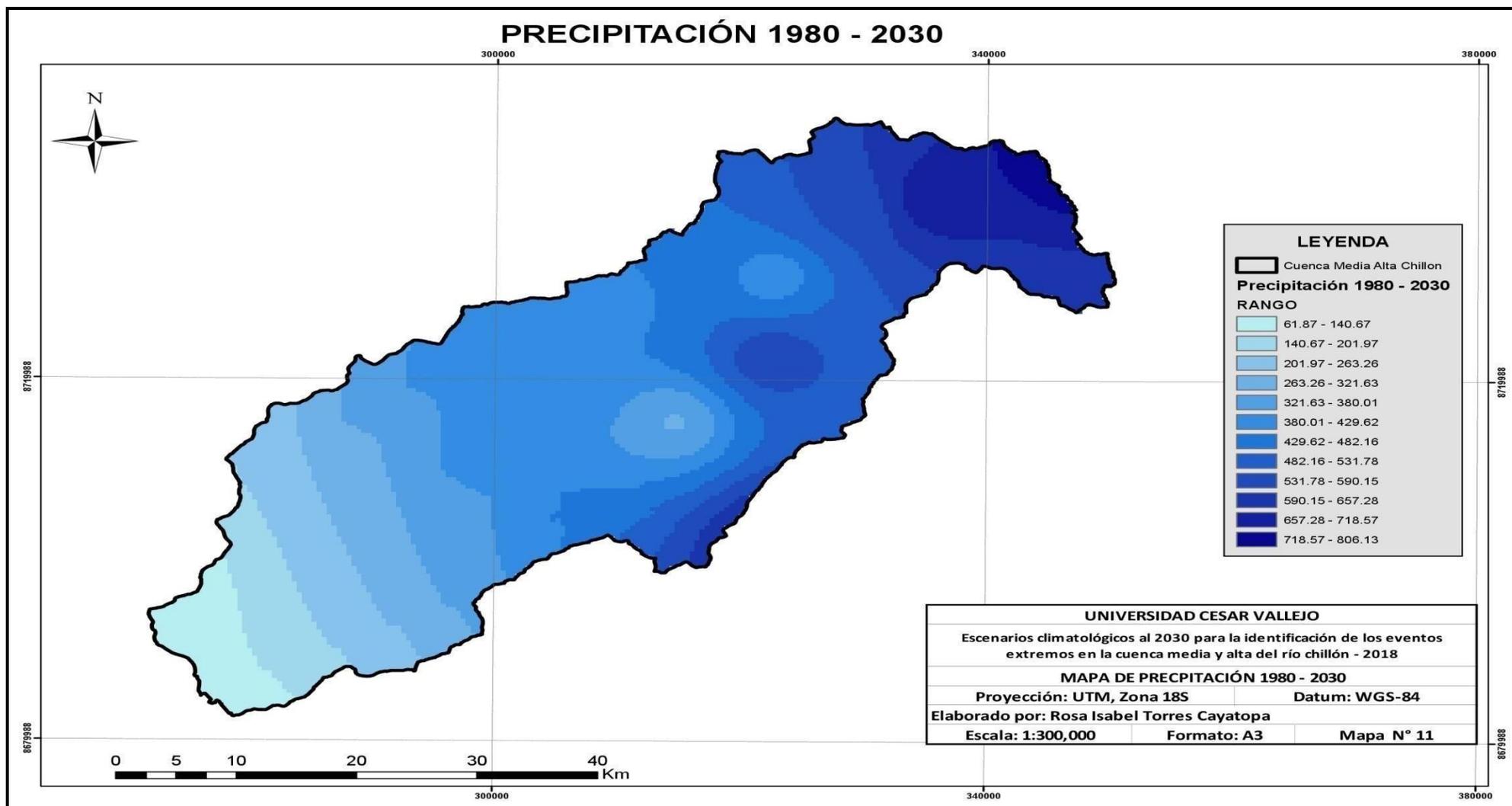
Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO N° 17: Mapa de temperatura mínima, período 1980-2017



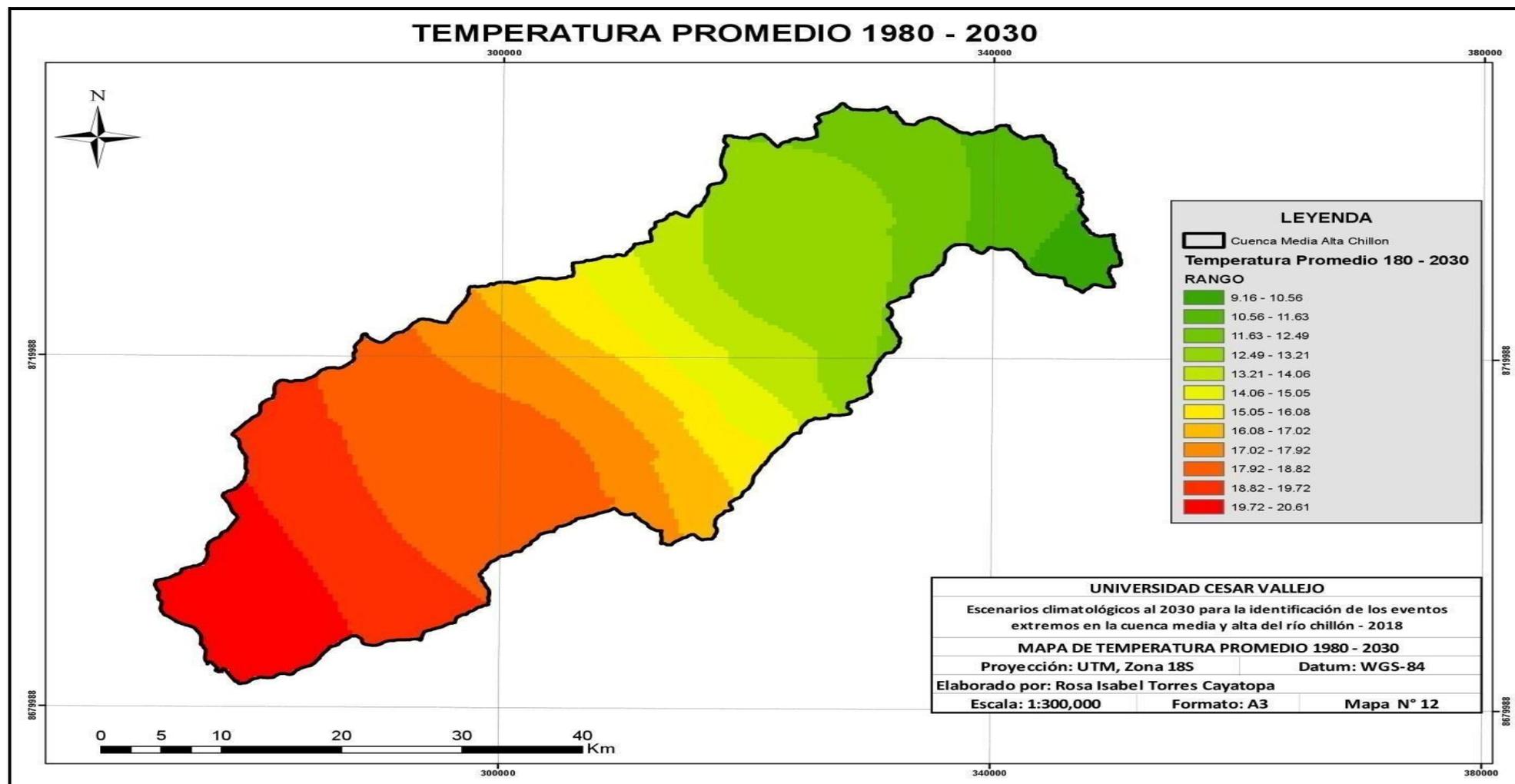
Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO N° 18: Mapa de escenarios de precipitación, período 1980- 2030



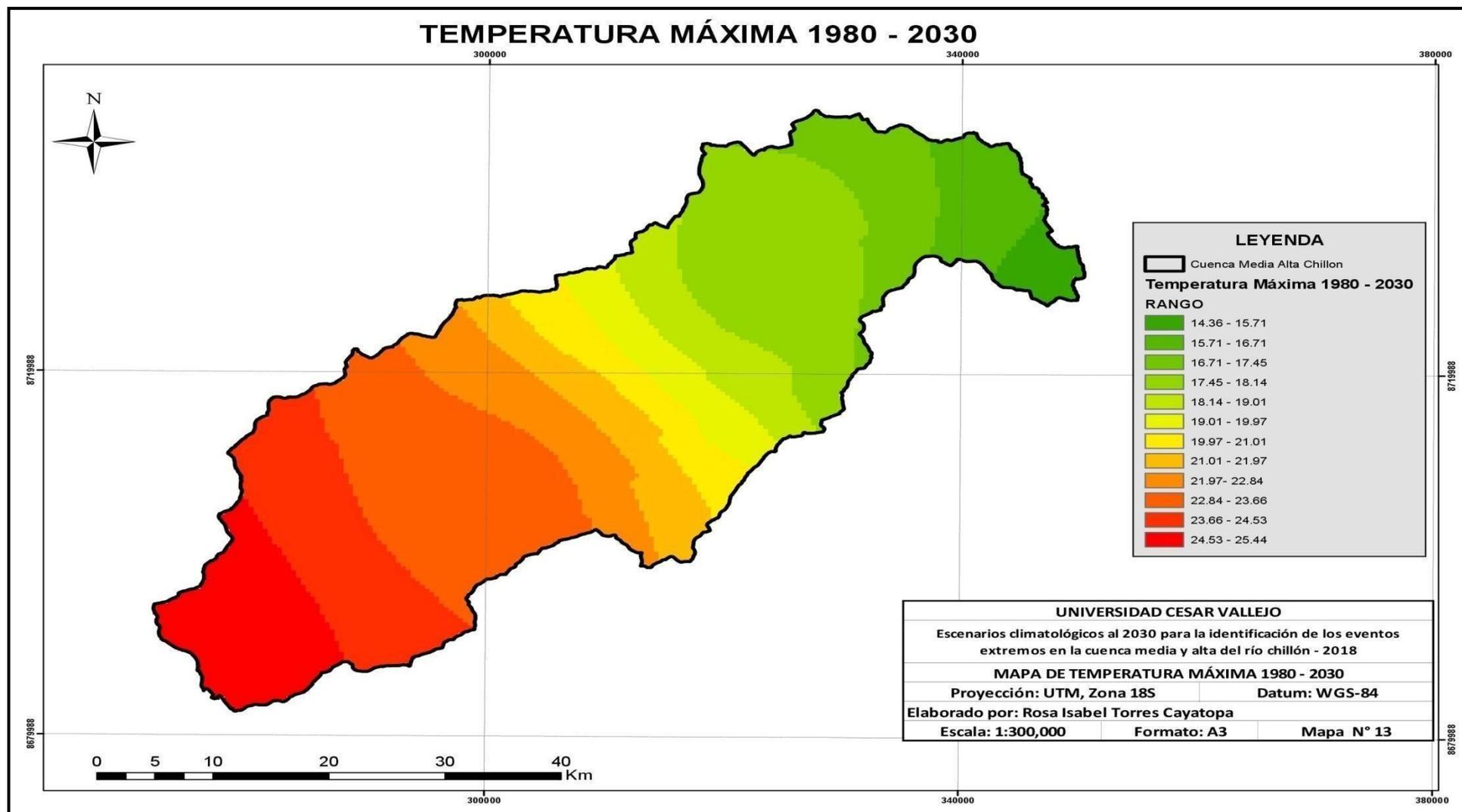
Fuente: Elaboracion propia, 2018

ANEXO N° 19: Mapa de temperatura promedio, período 1980-2030



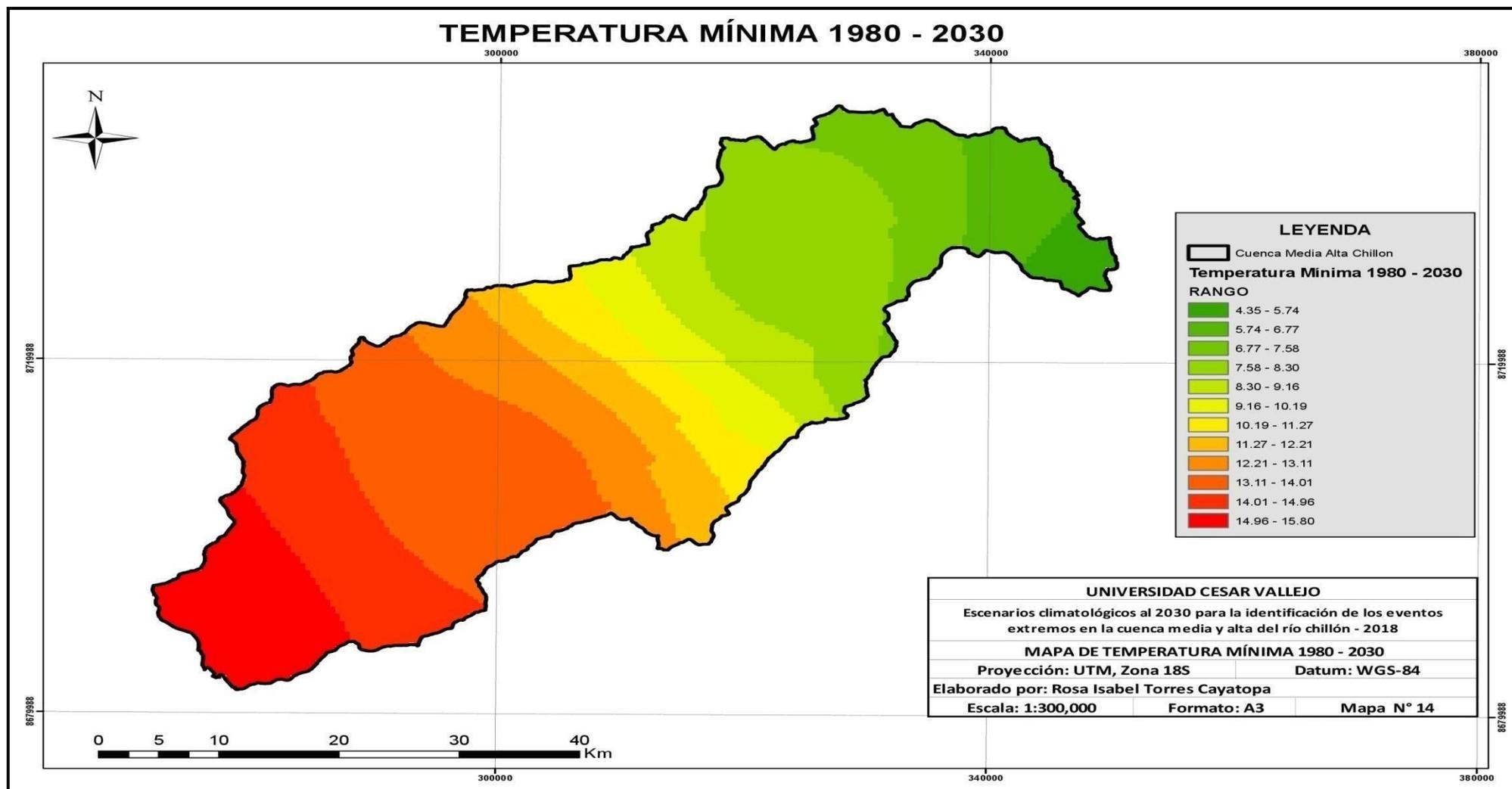
Fuente: Elaboracion propia, 2018

ANEXO N° 20: Mapa de temperatura máxima, período 1980-2030



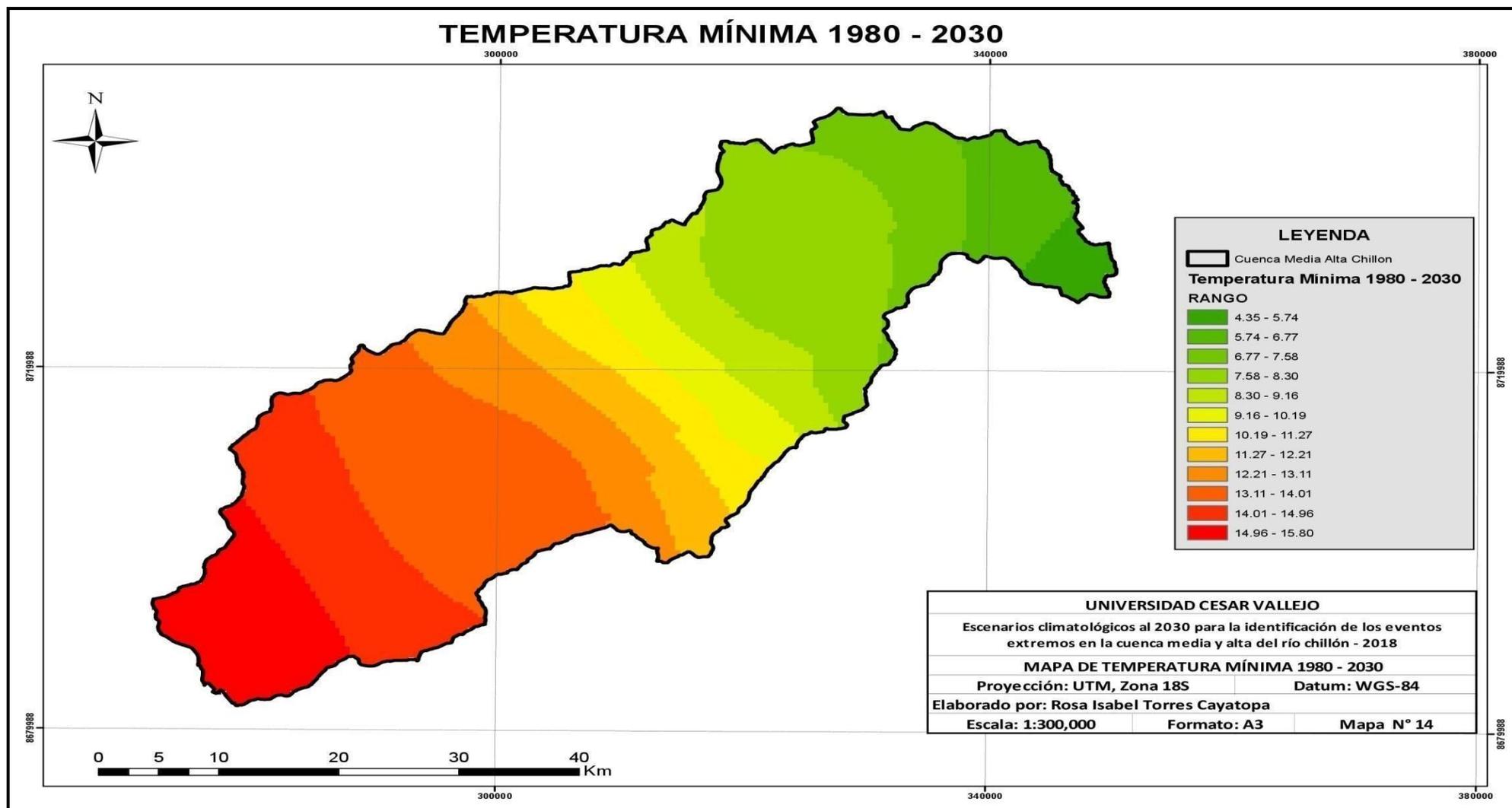
Fuente: Elaboracion propia, 2018

ANEXO N° 21: Mapa de temperatura mínima, período 1980-2030



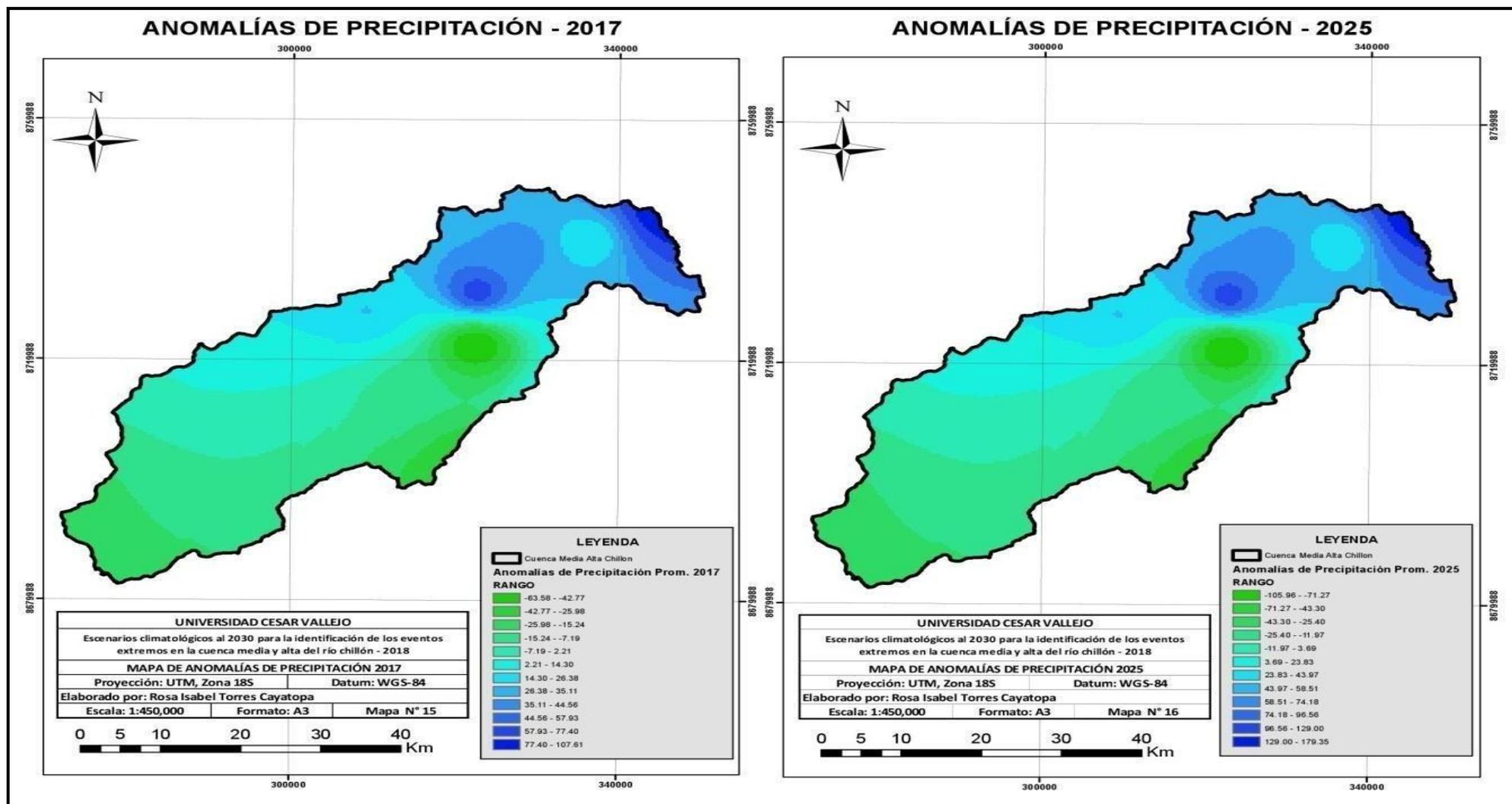
Fuente: Elaboración Propia, 2018

ANEXO N° 22: Mapa de temperatura mínima, período 1980-2030



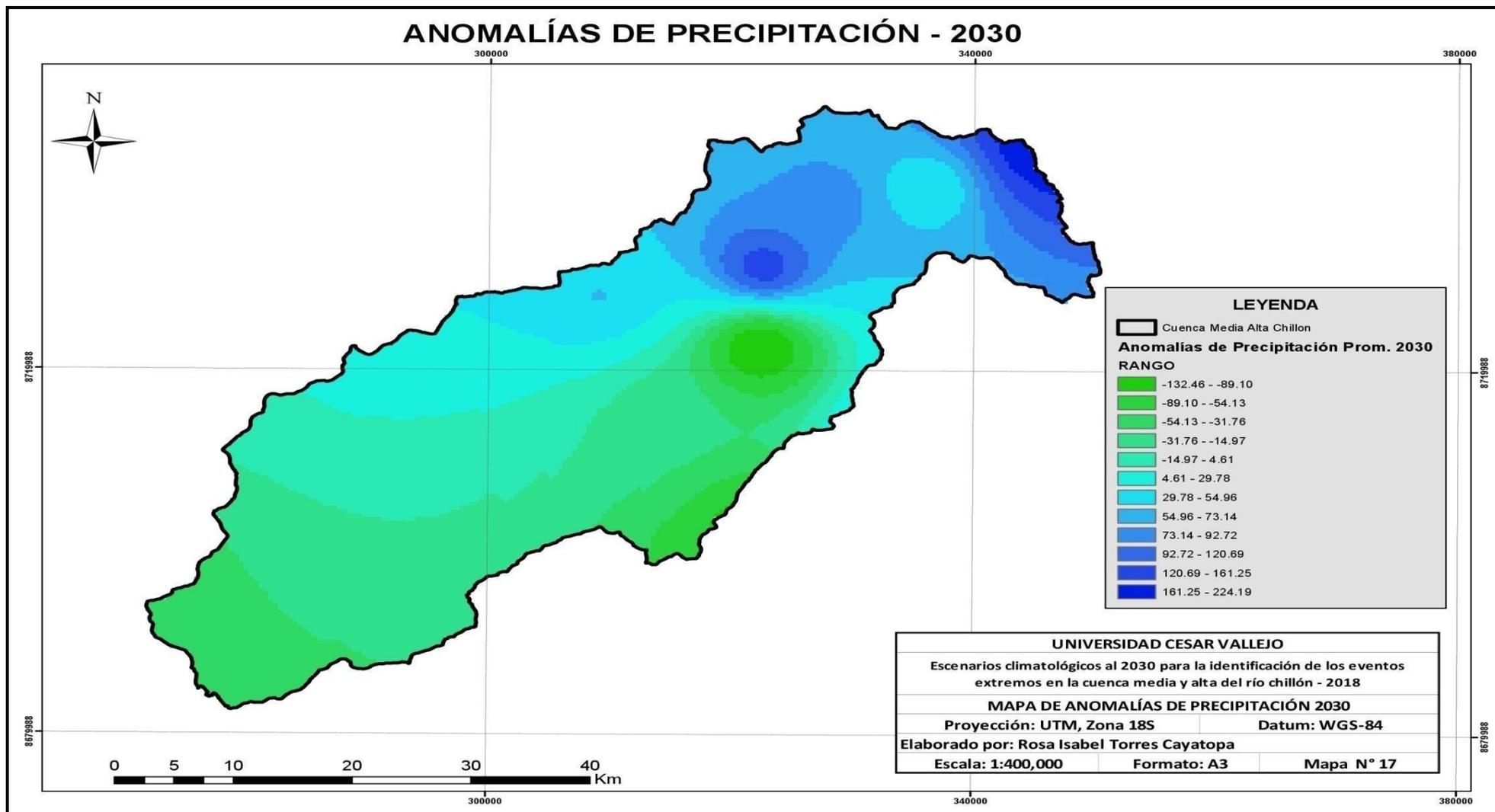
Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO N° 23: Mapa de anomalía de precipitación- 2017 y 2025



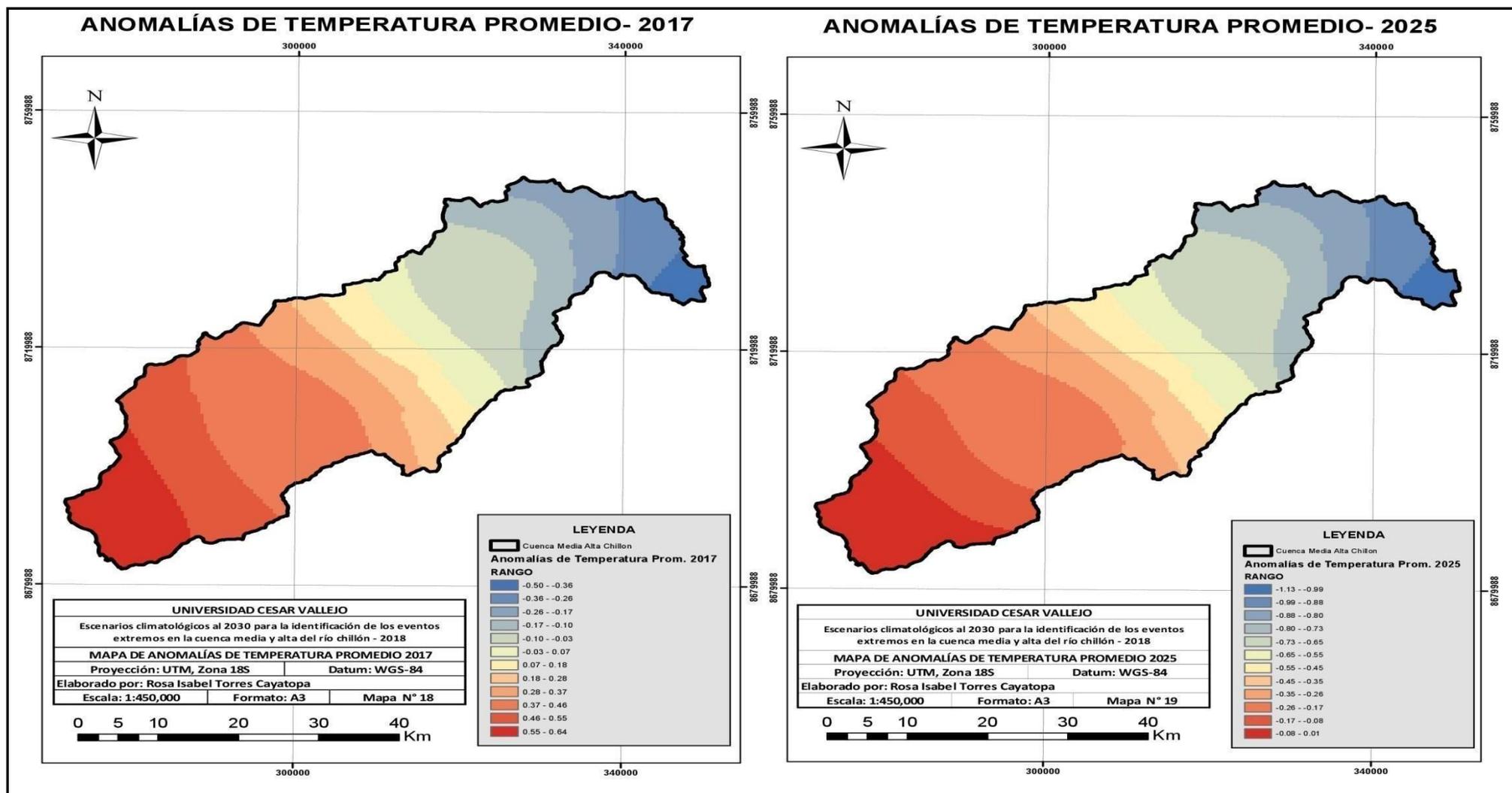
Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO N° 24: Mapa de anomalías de precipitación al 2030



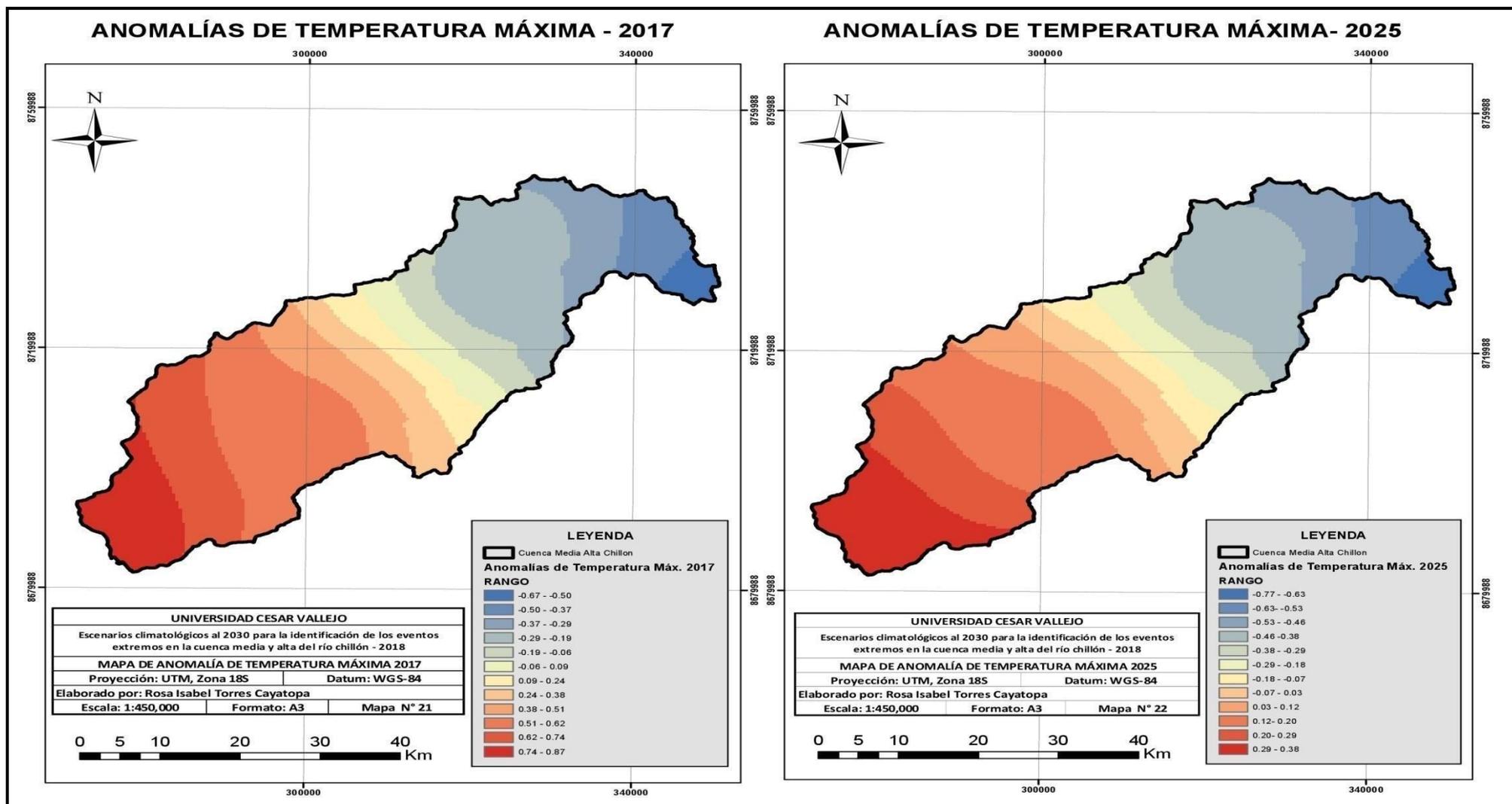
Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO N° 25: Mapas de anomalías de temperatura promedio - período 2017 y 2025



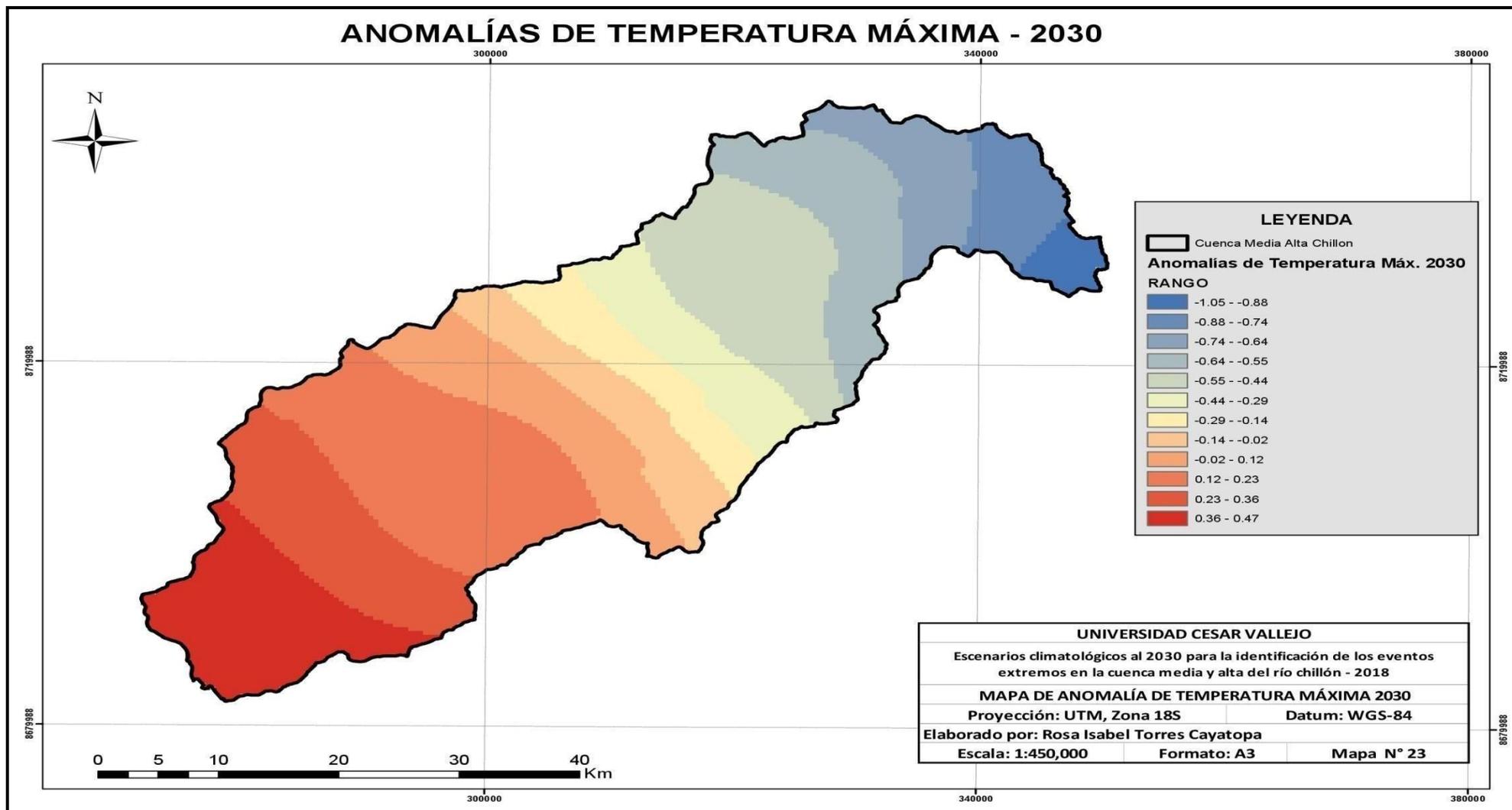
Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO N° 27: Mapas de anomalías de temperatura máxima-período 2017 y 2025



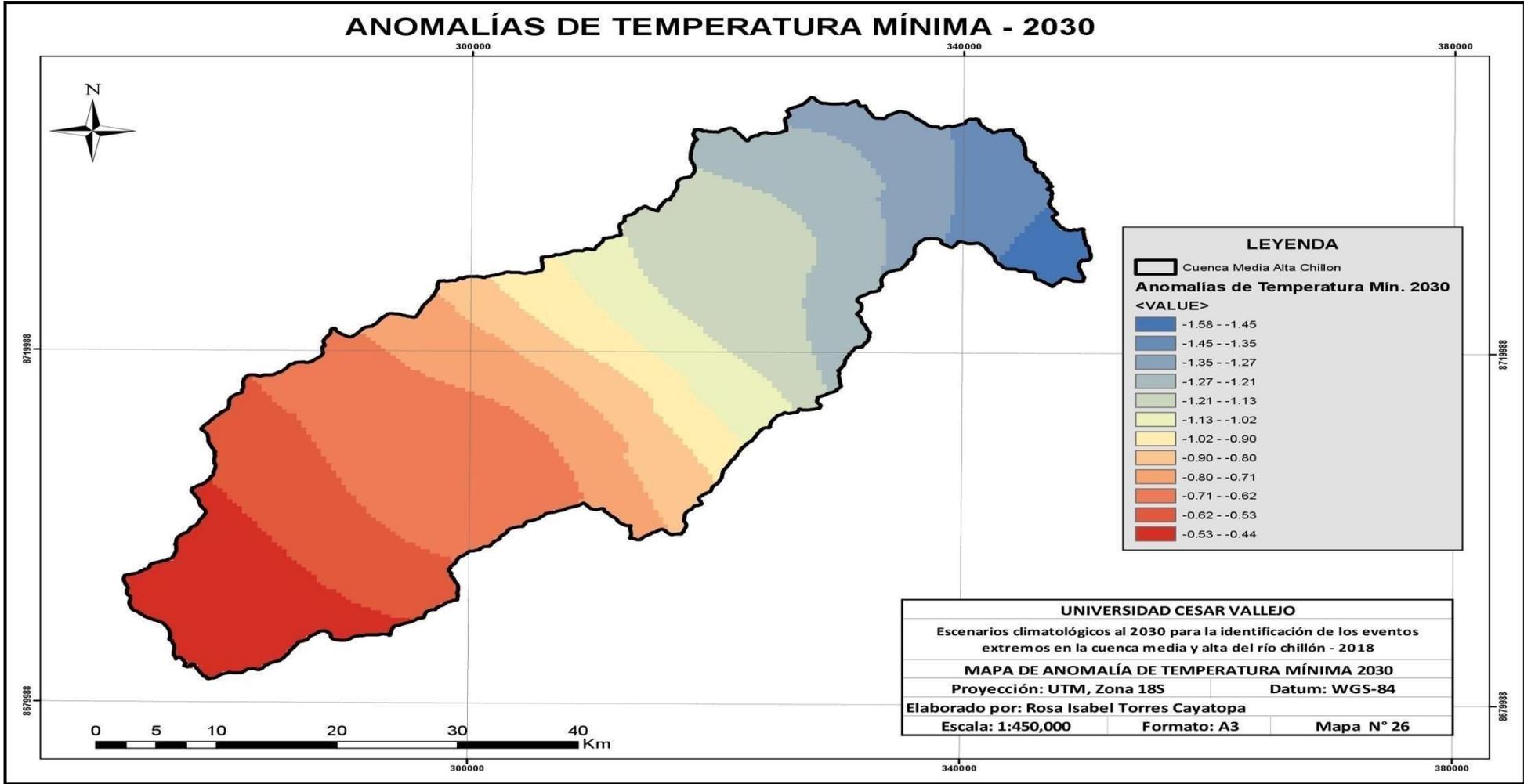
Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO N° 28: Mapa de anomalías de temperatura máxima al 2030



Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO N° 30: Mapa de anomalías de temperatura mínima al 2030



Fuente: Elaboración propia, 2018

ANEXO 31: Acta de aprobación de originalidad de tesis

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : 106-PP-FR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Juan Julio Ordoñez Gálvez, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional de Ing. Ambiental, de la Universidad César Vallejo Lima Norte, revisor(a) de la tesis titulada:

"Escenarios climatológicos al 2030 para la identificación de los eventos extremos en la cuenca media y alta del río Chillón- 2018" de la estudiante Rosa Isabel Torres Cayatopa, constató que la investigación tiene un índice de similitud de 14 % 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.

Los Olivos, 13 de Diciembre de 2018



.....
 Firma de Docente
 DNI: 08 811139

Evaluó	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
--------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

ANEXO 32: Pantallazo del software turning.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ESCENARIOS CLIMATOLÓGICOS AL 2050 PARA LA IDENTIFICACION DE LOS EVENTOS EXTREMOS EN LA CUENCA MEDIA Y ALTA DEL RÍO CHILÓN-2018

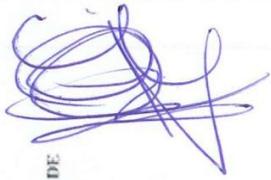
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:
TORRES CAYATOPA ROSA ISABELL

ASESOR:
Dr. ORDOÑEZ GALVEZ JUAN JULIO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
GESTIÓN DE RIESGO Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

LIMA - Perú
2018




feedback studio Cambio Climático /0 /?

Resumen de coincidencias

14 %

1	repositorio lamolina.ed... <small>Fuente de internet</small>	2 %
2	ipcc.ch <small>Fuente de internet</small>	1 %
3	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	1 %
4	Entregado a Pontifica... <small>Trabajo del estudiante</small>	1 %
5	www.redalyc.org <small>Fuente de internet</small>	<1 %
6	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	<1 %
7	repositorio.unap.edu.pe <small>Fuente de internet</small>	<1 %
8	www.revistabiomedica... <small>Fuente de internet</small>	<1 %
9	www.care.org.pe <small>Fuente de internet</small>	<1 %
10	repositorio.unival.edu... <small>Fuente de internet</small>	<1 %
11	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	<1 %
12	docplayer.es <small>Fuente de internet</small>	<1 %
13	Entregado a Universida... <small>Trabajo del estudiante</small>	<1 %

ANEXO 33: Formulario de autorización para la publicación de tesis

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : 108-PP-PR-03.03 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Rosa Isabel Torres Cayotapa identificado con DNI N° 48380892 egresada(a) 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 Escenarios climatológicos al 2030 para la identificación de los eventos extremos en la cuenca media y alta del río Chillón - 2018 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

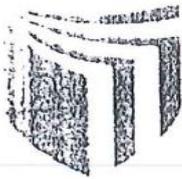
Fundamentación en caso de no autorización:



Rosa
 FIRMA
 DNI: 48380892

FECHA: Los Olivos 13 de diciembre 201

Ejemplar	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicedecano de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado



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

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Rosa Isabel Torres Cayatopa

INFORME TITULADO:

"Escenarios climatológicos al 2030 para la identificación de los eventos extremos en la cuenca media y alta del río Chillón - 2018"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniera Ambiental

SUSTENTADO EN FECHA: 13/12/2018

NOTA O MENCIÓN: 16 (Dieciséis)



[Handwritten Signature]
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN