UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

ESCUELA DE POSGRADO

EVENTOS EXTRAORDINARIOS Y SU RELACIÓN CON LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL DISTRITO DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH, 2023

Tesis para optar el grado académico de

MAESTRO EN CIENCIAS EN MEDIO AMBIENTE, GESTIÓN SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

IRIS ALVES MILHO VÁSQUEZ

Pucallpa, Perú

2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
ESCUELA DE POSGRADO

ANEXO Nº 4

OBTENCION DEL GRADO DE MAESTRO O DOCTOR

En la Sala de Grados de la Escuela de Posgrado de la UNU, siendo las 12:33 horas, del día 20 de Marzo del 2026, ante el Jurado de Tesis constituido por :

PRESIDENTE: Dr. Ruben Dario Manrique Pérez
SECRETARIO: Dra. Maria Angélica Flores Romayna
VOCAL: MSc. Letty Leonor Sandoval Mendoza

Don(ña) Iris Alves Milho Vásquez, aspirante al Grado de MAESTRO en Medio Ambiente, Gestión Sostenible y Responsabilidad Social, Mención ..... o DOCTOR en ....., inicia el acto defensa pública con la exposición de la tesis titulada Eventos Extraordinarios y su Relación con la Variabilidad Climática en el Distrito de Huarmey

Concluido el acto de sustentación los miembros del Jurado procedieron a evaluar al sustentante obteniendo el siguiente puntaje, considerando los criterios siguientes:

Nº	CRITERIO	RANGO	PUNTAJE
1	Presentación personal	0 - 4	4
2	Dicción y dominio de escenario	0 - 4	4
3	Desarrollo del contenido: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y Recomendaciones	0 - 4	3
4	Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente	0 - 4	2
5	Aporte a la maestría o mención y a la comunidad	0 - 4	4
TOTAL			

Calificación: Puntaje ejemplo: 18/20 17
Conclusiones: [Aprobado, Aprobado con distinción, Aprobado con observaciones, Desaprobado]
Observaciones: [Si las hubiera]
Recomendaciones: [Si las hubiera]

Los miembros del Jurado, firman el presente Acta en señal de conformidad, en Pucallpa, siendo las 13:29 horas del 20 de Marzo del 2026

PRESIDENTE SECRETARIO VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/0474-2024**.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**EVENTOS EXTRAORDINARIOS Y SU RELACIÓN CON LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL DISTRITO DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ANCASH, 2023**"

Autor(es)	:	**MILHO VÁSQUEZ, IRIS ALVES**
Escuela	:	**POSGRADO**
Maestría	:	**MEDIO AMBIENTE, GESTIÓN SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL**
Asesor(a)	:	**Dr. MORI MONTERO, CESAR**

Presenta un **porcentaje de similitud de 10%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 13/09/2024

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Iris Alves Milho Vasquez

Autor de la tesis titulada : Cuentos extraordinarios y su relación con la variabilidad climática en el distrito de Huaraz y departamento de Ancash, 2023.

Sustentada el año 2026

Asesor(a): Dr. César Mori Montero

Escuela de Posgrado

Maestría: Medio Ambiente, Gestion Sostenible y Responsabilidad Social

Mención: Gestión ambiental

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 06 / 11 / 2026

Email: iris.almiva@gmail.com Firma:

Teléfono: 947475482 DNI: 00123263

DEDICATORIA

Esta Tesis se la dedico:

A Dios por permitirme llegar hasta donde me encuentro y a mis Padres que, aunque no se encuentren ahora conmigo, fueron de inspiración para fijar mis metas y alcanzar mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

Muestro mis más sinceros agradecimientos:

A la Universidad Nacional de Ucayali, por brindarme la oportunidad de estudiar y completar la Maestría. A mi asesor, el Dr. César Mori Montero, por sus valiosas enseñanzas en la formulación del proyecto de tesis y por su orientación durante la ejecución, redacción y sustentación del mismo. A los docentes de la Escuela de Posgrado, cuyos conocimientos contribuyeron significativamente a mi desarrollo y progreso profesional.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la relación de los eventos extraordinarios con la variabilidad climática durante los años 1990 al 2022 en el distrito de Huarmey, departamento de Ancash. La población del estudio es finita y la constituye los datos meteorológicos de temperatura y precipitación, que se establecieron desde el año 1990 hasta el 2022. El nivel de estudio fue descriptivo, retrospectivo, transversal y correlacional. Los resultados indican que el análisis de la temperatura mínima, máxima y precipitación, revelan patrones estacionales consistentes a lo largo de los 33 años de evaluación. Existe una fuerte asociación de manera temporal con los eventos extraordinarios como el Fenómeno del Niño y La Niña influyendo significativamente en los patrones y tendencias de la temperatura y precipitación en la provincia. Los años con eventos extremos, como 1997, 1998, 2015, 2016 y 2017, destacan como períodos con cambios significativos en la cantidad de precipitación, lo que demuestra el impacto del Fenómeno del Niño y La Niña en Huarmey. Con respecto a la temperatura mínima y máxima tienen una correlación positiva media ($r = 0.598$ y $r = 0.593$ respectivamente) y la precipitación una correlación positiva fuerte de $r = 0.84$; existe una correlación positiva media entre la temperatura y la precipitación, lo que expresa la dependencia y la estacionalidad de estas variables en el distrito de Huarmey. Se concluye que los datos más altos obtenidos de la temperatura y precipitación tienen una relación directa con los fenómenos climáticos o eventos como El Niño y la Niña.

Palabras claves: temperatura, precipitación, fenómenos climáticos, eventos extraordinarios.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the relationship between extraordinary events and climate variability during the years 1990 to 2022 in the district of Huarmey, department of Ancash. The study population is finite and is constituted by meteorological data on temperature and precipitation, which were established from 1990 to 2022. The level of study was descriptive, retrospective, cross-sectional and correlational. The results indicate that the analysis of minimum and maximum temperature and precipitation reveal consistent seasonal patterns throughout the 33 years of evaluation. There is a strong temporal association with extraordinary events such as El Niño and La Niña significantly influencing temperature and precipitation patterns and trends in the region. Years with extreme events, such as 1997, 1998, 2015, 2016 and 2017, stand out as periods with significant changes in the amount of precipitation, demonstrating the impact of El Niño and La Niña in Huarmey. With respect to minimum and maximum temperature have a medium positive correlation ($r = 0.598$ and $r = 0.593$ respectively) and precipitation a strong positive correlation of $r = 0.84$; there is a medium positive correlation between temperature and precipitation, which expresses the dependence and seasonality of these variables in the district of Huarmey. It is concluded that the highest data obtained for temperature and precipitation have a direct relationship with climatic phenomena or events such as El Niño and La Niña.

Key words: temperature, precipitation, climatic phenomena, extraordinary events.

INTRODUCCIÓN

El clima es un fenómeno dinámico que ha capturado la atención de científicos, investigadores y sociedad en general debido a su impacto significativo en diversos aspectos de la vida humana y del medio ambiente. En particular, los eventos climáticos extremos como Fenómeno del Niño y La Niña han sido objeto de estudio intensivo debido a su capacidad para desencadenar cambios drásticos en los patrones climáticos a nivel mundial.

El Niño y La Niña son parte de un fenómeno climático conocido como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), que se caracteriza por cambios periódicos en las temperaturas superficiales del mar en el océano Pacífico ecuatorial. Durante un evento de El Niño, las temperaturas del mar aumentan, lo que puede provocar sequías, inundaciones y otros desastres naturales en diferentes partes del mundo. Por otro lado, durante un evento de La Niña, las temperaturas del mar disminuyen, lo que puede resultar en condiciones climáticas más frías y húmedas en algunas regiones.

En el contexto de un mundo cada vez más impactado por fenómenos climáticos extremos, el análisis y comprensión de los eventos extraordinarios se ha vuelto de vital importancia para entender su relación con la variabilidad climática. Estos fenómenos son especialmente relevantes en regiones costeras como el distrito de Huarmey, donde sus efectos pueden tener repercusiones significativas en la vida cotidiana, la economía y el medio ambiente.

En esta tesis, se aborda el estudio de los patrones climáticos y los eventos extraordinarios como el Fenómeno del Niño y La Niña en el distrito de Huarmey,

centrándose en tres variables climáticas principales: temperatura mínima, temperatura máxima y precipitación. Se examinan las tendencias a lo largo del tiempo, la estacionalidad y la relación entre estas variables y los eventos climáticos extremos. A través de un análisis detallado de datos climáticos históricos y técnicas estadísticas avanzadas, se busca proporcionar una comprensión más profunda de la variabilidad climática en la región y sus implicaciones para la gestión de riesgos climáticos y la adaptación al cambio climático.

Estos eventos extraordinarios, que van desde lluvias intensas y deslizamientos de tierra hasta sequías prolongadas, representan desafíos significativos para la comunidad local y su desarrollo sostenible. La necesidad de comprender cómo los eventos extraordinarios, pueden estar relacionados con la variabilidad climática en la región. Esta comprensión es crucial para la toma de decisiones informadas en la gestión del riesgo de desastres y la planificación del desarrollo sostenible en Huarmey, Áncash. Además, el estudio podría contribuir a la identificación de medidas de adaptación y mitigación que sean pertinentes para la comunidad local, en línea con los esfuerzos internacionales para abordar los desafíos del cambio climático.

El estudio busca proporcionar información valiosa y fundamentada sobre cómo los eventos extraordinarios están relacionados con la variabilidad climática en el distrito de Huarmey, permitiendo así desarrollar estrategias de adaptación y mitigación más efectivas. Este conocimiento es esencial para fortalecer la resiliencia de la comunidad y promover un desarrollo sostenible en un entorno cada vez más propenso a los fenómenos climáticos extremos.

El objetivo principal de esta investigación fue determinar la relación de los eventos extraordinarios con la variabilidad climática en el distrito de Huarmey, departamento de Ancash; proporcionando información relevante y herramientas útiles para la toma de decisiones en materia de planificación urbana, gestión de recursos naturales y preparación para desastres. Al comprender mejor la dinámica del clima local y su relación con eventos como el Fenómeno del Niño y La Niña, se puede trabajar hacia la construcción de comunidades más resilientes y sostenibles en la región costera del Perú; en tal sentido, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de datos meteorológicos históricos, observaciones de eventos extremos de años anteriores.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA ..... **v**

AGRADECIMIENTO ..... **vi**

RESUMEN ..... **vii**

ABSTRACT ..... **viii**

INTRODUCCIÓN ..... **ix**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **xiv**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **xv**

CAPÍTULO I EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN **20**

1.1.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 20

1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 22

1.2.1. PROBLEMA GENERAL 22

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS 22

1.3.OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 22

1.3.1.OBJETIVO GENERAL 22

1.3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS 22

1.4.HIPÓTESIS Y/O SISTEMA DE HIPÓTESIS 23

1.5.VARIABLES 23

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 24

1.7. VIABILIDAD 26

1.8. LIMITACIONES 26

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO **28**

2.1. ANTECEDENTES 28

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES 28

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES 29

2.2. BASES TEÓRICAS 30

2.2.1. VARIABILIDAD CLIMÁTICA 30
2.2.2. TEMPERATURA 32
2.2.3. PRECIPITACIÓN 33
2.2.4. EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR (ENOS) 34
2.2.5. FENÓMENO EL NIÑO 35
2.2.6. FENÓMENO LA NIÑA 36
2.2.7. RELACIÓN ENTRE ENOS Y LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA 36
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES 38
2.4. BASES O FUNDAMENTOS FILOSÓFICOS DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN 39
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO 41
3.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO 41
3.2.TIPO DE INVESTIGACIÓN 41
3.3.DISEÑO Y ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN 42
3.4.POBLACIÓN Y MUESTRA 42
3.4.1. POBLACIÓN 42
3.4.2. MUESTRA 43
3.5.DEFINICIÓN OPERATIVA DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 43
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 43
3.6.1.TÉCNICAS DE RECOJO, PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS 43
3.6.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 44
3.6.3. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO 45
3.6.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS 45
3.6.5. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS 45

3.6.6. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS 46
3.6.7. TRATAMIENTO DE DATOS 47
CAPÍTULO IV RESULTADOS.....48
4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....48
4.1.1. REGISTRO DE LA TEMPERATURA MÍNIMA (TMIN), MÁXIMA (TMAX) Y PRECIPITACIÓN (PPM).....48
4.1.2. COEFICIENTE DE CORRELACIONES PARA TMIN, TMAX Y PPM.54
4.1.3. TENDENCIA DE LA TEMPERATURA MÍNIMA, MÁXIMA Y PRECIPITACIÓN ANUAL Y CÁLCULO DE ANOMALÍAS.....61
4.1.4. ANOMALÍAS DE LA TEMPERATURA MÍNIMA, MÁXIMA Y PRECIPITACIÓN ANUAL 64
4.1.5. TEST PARA EVALUAR LA ESTACIONALIDAD DE LA TEMPERATURA MÍNIMA, MÁXIMA Y PRECIPITACIÓN ANUAL.....71
4.1.6. COMPONENTES ACUMULADOS (PCA) Y ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO.....84
CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS 88
5.1. RELACIÓN DE LOS EVENTOS EXTRAORDINARIOS COMO FENÓMENO DEL NIÑO Y LA NIÑA CON LA TEMPERATURA MÍNIMA.....88
5.2. RELACIÓN DE LOS EVENTOS EXTRAORDINARIOS COMO FENÓMENO DEL NIÑO Y LA NIÑA CON LA TEMPERATURA MÁXIMA.....90
5.3. RELACIÓN DE LOS EVENTOS EXTRAORDINARIOS COMO FENÓMENO DEL NIÑO Y LA NIÑA CON LA PRECIPITACIÓN.....93
CONCLUSIONES.....97
SUGERENCIAS 99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....100
ANEXOS 107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 24

TABLA 2.- ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA TEMPERATURA MÍNIMA (TMIN) REGISTRADOS PARA 12 MESES DURANTE 33 AÑOS EN HUARMEY 49

TABLA 3. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA TEMPERATURA MÁXIMA (TMAX) REGISTRADOS PARA 12 MESES DURANTE 33 AÑOS EN HUARMEY.....51

TABLA 4. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA PRECIPITACIÓN (PPM) REGISTRADOS PARA 12 MESES DURANTE 33 AÑOS EN HUARMEY 53

TABLA 5. CRITERIOS PARA EVALUAR EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE ACUERDO A HIKLE ET AL., (2023).....55

TABLA 6. EVALUACIÓN DE LA ESTACIONALIDAD DE LA TEMPERATURA MÍNIMA (TMIN.).....71

TABLA 7. PRUEBA ESTADÍSTICA BASADO EN EL MODELO ARIMA (0,1,2) PARA EVALUAR LA ESTACIONALIDAD DE LA TMIN. DEL DISTRITO DE HUARMEY REGISTRADOS EN 33 AÑOS 72

TABLA 8. EVALUACIÓN DE LA ESTACIONALIDAD DE LA TEMPERATURA (MAX.) 76

TABLA 9. PRUEBA ESTADÍSTICA BASADO EN EL MODELO ARIMA (0,1,2) PARA EVALUAR LA ESTACIONALIDAD DE LA TMAX. DEL DISTRITO DE HUARMEY REGISTRADOS EN 33 AÑOS 77

TABLA 10. PRUEBA ESTADÍSTICA BASADO EN EL MODELO ARIMA (2,1,1) (1,0,0) PARA EVALUAR LA ESTACIONALIDAD DE LA PRECIPITACIÓN DEL DISTRITO DE HUARMEY REGISTRADOS EN 33 AÑOS.....81

TABLA 11. EIGEN VALORES PARA LOS COMPONENTES PRINCIPALES DE 33 AÑOS DE REGISTRO CLIMÁTICOS PARA LA PROVINCIA DE HUARMEY 85

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DEL DISTRITO DE HUARMEY.....41

FIGURA 2. MATRIX DE CORRELACIÓN DE PEARSON PARA TEMPERATURA MÍNIMA REGISTRADA DURANTE 33 AÑOS PARA LA LOCALIDAD DE HUARMEY. P-VALOR <0.05 (*). P-VALOR <0.01 (**). P-VALOR <0.0001 (***). ENERO (ENE) HASTA DICIEMBRE (DIC) 56

FIGURA 3. MATRIX DE CORRELACIÓN DE PEARSON PARA TEMPERATURA MÁXIMA REGISTRADA DURANTE 33 AÑOS PARA LA LOCALIDAD DE HUARMEY. P-VALOR <0.05 (*). P-VALOR <0.01 (**). P-VALOR <0.0001 (***). ENERO (ENE) HASTA DICIEMBRE (DIC) 58

FIGURA 4. MATRIX DE CORRELACIÓN DE PEARSON PARA LA PRECIPITACIÓN REGISTRADA DURANTE 33 AÑOS PARA LA LOCALIDAD DE HUARMEY. P-VALOR <0.05 (*). P-VALOR <0.01 (**). P-VALOR <0.0001 (***). ENERO (ENE) HASTA DICIEMBRE (DIC).....59

FIGURA 5. PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA MÍNIMA REGISTRADO DURANTE 33 AÑOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY.....61

FIGURA 6. PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA MÁXIMA REGISTRADO DURANTE 33 AÑOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY. 62

FIGURA 7 . PROMEDIO MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN REGISTRADO PARA 33 AÑOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY.....63

FIGURA 8. PORCENTAJE DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA MÍNIMA (TMIN.) DE 33 AÑOS REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY.....65

FIGURA 9. PORCENTAJE DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA (TMAX.) DE 33 AÑOS REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY.....66

FIGURA 10. PORCENTAJE DE LA VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN (PPM) DE 33 AÑOS REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY.....67

FIGURA 11. PORCENTAJE DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA MÍNIMA (TMIN.) PARA 33 AÑOS REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY. A) SERIE DE TIEMPO PARA TEMPERATURA MÍNIMA (TMIN.). B) RESIDUOS DE LOS VALORES AJUSTADOS. C) ESTACIONALIDAD. D) TENDENCIA DE LA TEMPERATURA MÍNIMA EN FUNCIÓN A LOS AÑOS73

FIGURA 12. SERIE DE TIEMPO SUPERPONIENDO LOS VALORES OBSERVADOS SOBRE LOS VALORES AJUSTADOS (PRONOSTICO) PARA LA VARIABLE TEMPERATURA MÍNIMA EN 33 AÑOS DE REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY 74

FIGURA 13. PORCENTAJE DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA (TMAX) PARA 33 AÑOS REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY. A) SERIE DE TIEMPO PARA TEMPERATURA MÁXIMA (TMAX). B) RESIDUOS DE LOS VALORES AJUSTADOS. C) ESTACIONALIDAD. D) TENDENCIA DE LA TEMPERATURA MÁXIMA EN FUNCIÓN A LOS AÑOS 78

FIGURA 14. SERIE DE TIEMPO SUPERPONIENDO LOS VALORES OBSERVADOS SOBRE LOS VALORES AJUSTADOS (PRONOSTICO) PARA LA VARIABLE TEMPERATURA MÁXIMA EN 33 AÑOS DE REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY 79

FIGURA 15. PORCENTAJE DE LA VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN (PPM) PARA 33 AÑOS REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY. A) SERIE DE TIEMPO PARA PRECIPITACIÓN (PPM). B) RESIDUOS DE LOS VALORES AJUSTADOS. C) ESTACIONALIDAD. D) TENDENCIA DE LAS PRECIPITACIONES EN FUNCIÓN A LOS AÑOS.....82

FIGURA 16. SERIE DE TIEMPO SUPERPONIENDO LOS VALORES OBSERVADOS SOBRE LOS VALORES AJUSTADOS (PRONOSTICO) PARA LA VARIABLE PRECIPITACIÓN (PPM) EN 33 AÑOS DE REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY 83

FIGURA 17. DATOS DEL PCA PARA COMPONENTES PRINCIPALES DE LAS VARIABLES TMIN, TMAX Y PPM 87

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las ciudades del norte del Perú han sido recurrentemente afectadas por fenómenos oceánico-atmosféricos como El Niño y La Niña, cuya ocurrencia se asocia con alteraciones en la temperatura y la precipitación, así como con la intensificación de eventos extremos que inciden en la dinámica ambiental y socioeconómica de los territorios. En este contexto, el distrito de Huarmey, ubicado en la costa de la región Áncash, presenta condiciones de exposición frente a dichas perturbaciones debido a su proximidad al océano Pacífico y a la sensibilidad de sus actividades económicas ante las variaciones climáticas. Sánchez et al. (2001) señalan que estos fenómenos son recurrentes, no cíclicos, y forman parte del sistema ENOS, cuya influencia se manifiesta a diferentes escalas territoriales.

La relevancia de esta problemática radica en que las alteraciones climáticas asociadas a estos fenómenos pueden generar impactos significativos sobre la población, la infraestructura, los ecosistemas y los sistemas productivos. Tompkins y Adger (2004) sostienen que el conocimiento de los fenómenos que representan amenaza para la población y su entorno resulta indispensable para la planificación ambiental, la prevención y la mitigación de desastres. En esa misma línea, Pabón *et al.* (2001) destacan que el análisis temporal y espacial de variables meteorológicas permite identificar patrones de comportamiento climático fundamentales para la gestión ambiental, mientras que Escobar (2012) resalta la estrecha relación entre el clima y el desarrollo de las actividades humanas.

En Huarmey, esta problemática adquiere especial importancia debido a la presencia de actividades como la agricultura, la pesca, el comercio y el turismo, las cuales dependen, en distinta medida, del comportamiento de la temperatura y la precipitación. La variabilidad de estas variables puede afectar cultivos representativos, la disponibilidad de recursos hídricos, la infraestructura local y las condiciones de bienestar de la población. Asimismo, Accostupa (2017) señala que la variabilidad climática se manifiesta mediante condiciones anómalas y extremas con repercusiones sociales, económicas y ambientales, lo que refuerza la necesidad de examinar este fenómeno en contextos territoriales específicos.

En este marco, se identifica como problema de investigación la limitada comprensión de la relación entre los fenómenos El Niño y La Niña y la variabilidad climática en el distrito de Huarmey durante el periodo 1990–2022. Esta limitación restringe la disponibilidad de evidencia técnica local para interpretar el comportamiento de la temperatura mínima, la temperatura máxima y la precipitación, así como para sustentar decisiones vinculadas con la gestión del riesgo, la planificación territorial y la adaptación frente a condiciones climáticas adversas. En consecuencia, resulta pertinente desarrollar un estudio que analice de manera sistemática dicha relación con base en información climática histórica y en antecedentes teóricos relevantes (Pabón *et al.*, 2001; Sánchez *et al.*, 2001; Accostupa, 2017).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la relación de los eventos extraordinarios con la variabilidad climática durante los años 1990 al 2022 en el distrito de Huarmey, departamento de Ancash, 2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

• ¿Cuál es la relación de los eventos extraordinarios como el fenómeno del Niño y la Niña con la temperatura mínima?

• ¿Cuál es la relación de los eventos extraordinarios como el fenómeno del del Niño y la Niña con la temperatura máxima?

• ¿Cuál es la relación de los eventos extraordinarios como el fenómeno del Niño y la Niña con la precipitación?

1.3. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.3.1. **OBJETIVO GENERAL**

• Determinar la relación de los eventos extraordinarios con la variabilidad climática durante los años 1990 al 2022 en el distrito de Huarmey, departamento de Ancash, 2023.

1.3.2. **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

• Comparar la relación de los eventos extraordinarios como el fenómeno del del Niño y la Niña con la temperatura mínima.

• Comparar la relación de los eventos extraordinarios como el fenómeno del Niño y de la Niña con la temperatura máxima.

• Comparar la relación de los eventos extraordinarios como el fenómeno del Niño y la Niña con la precipitación.

1.4. HIPÓTESIS Y/O SISTEMA DE HIPÓTESIS

1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

• Los eventos extraordinarios si tiene relación con la variabilidad climática en el distrito de Huarmey, departamento de Ancash.

1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

• Los eventos extraordinarios como el fenómeno del niño y de la niña si tiene relación con la temperatura mínima en el distrito de Huarmey, departamento de Ancash.

• Los eventos extraordinarios como el fenómeno del niño y de la niña si tiene relación con la temperatura máxima en el distrito de Huarmey, departamento de Ancash.

• Los eventos extraordinarios como el fenómeno del niño y de la niña si tiene relación con la precipitación en el distrito de Huarmey, departamento de Ancash.

1.5. VARIABLES

1.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

• Eventos Extraordinarios

1.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

• Temperatura mínima

• Temperatura máxima

• Precipitación

1.5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

***Tabla** 1*
Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente 1 Eventos Extraordinarios	Todo suceso de carácter grave, dentro o fuera de la zona, provocado por las fuerzas de la naturaleza.	Se implementará los datos de los años de los eventos ocurridos para la evaluación de las variables dependientes	Meses	Años
V2.	La temperatura es el Grado o nivel térmico de un cuerpo o de la atmósfera.	Se implementará dos fichas para recolectar datos, una para la temperatura mínima y máxima y la otra para la precipitación	-Temperatura mínima	T ºC
	La precipitación es cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre		-Temperatura máxima	T ºC
			-Precipitación	mm

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La variabilidad climática constituye un fenómeno de alta relevancia para la comprensión de los cambios temporales en el comportamiento de variables como la temperatura y la precipitación, particularmente en territorios expuestos a perturbaciones atmosféricas y oceánicas de distinta magnitud. En ese contexto, el distrito de Huarmey, ubicado en una zona costera con condiciones de alta sensibilidad frente a eventos hidrometeorológicos, representa un espacio de interés para el análisis de la relación entre eventos extraordinarios y la dinámica climática observada en las últimas décadas.

La presente investigación se justifica por la necesidad de examinar, con base en información histórica, la relación existente entre la ocurrencia de eventos extraordinarios y la variabilidad climática en el distrito de Huarmey durante el periodo 1990–2022. Este análisis resulta pertinente debido a que la ocurrencia

de fenómenos como El Niño, La Niña y otros eventos atmosféricos excepcionales puede modificar de manera significativa el comportamiento de variables climáticas fundamentales, generando alteraciones en los patrones de temperatura y precipitación. En territorios con características geográficas y socioeconómicas vulnerables, estas alteraciones pueden traducirse en impactos sobre la disponibilidad hídrica, las actividades productivas, la infraestructura y las condiciones de bienestar de la población.

Desde una perspectiva científica, el estudio se fundamenta en la necesidad de generar evidencia empírica a escala local, considerando que los análisis desarrollados en ámbitos nacionales o regionales no siempre permiten explicar con suficiente precisión las particularidades climáticas de unidades territoriales específicas. En ese sentido, evaluar la relación entre eventos extraordinarios y variabilidad climática en Huarmey permitirá aportar conocimiento situado, sustentado en series temporales y en el análisis de la dinámica climática del distrito, contribuyendo a una interpretación más rigurosa de los cambios observados en el comportamiento de las variables climáticas.

La importancia de la investigación radica también en su utilidad aplicada. El conocimiento de la relación entre eventos extraordinarios y variabilidad climática constituye un insumo técnico para fortalecer los procesos de planificación territorial, gestión del riesgo de desastres, gestión ambiental y toma de decisiones por parte de los gobiernos locales e instituciones vinculadas al manejo del recurso hídrico y de las actividades productivas. La identificación de patrones, alteraciones o asociaciones relevantes permitirá disponer de una base objetiva para el diseño de estrategias orientadas a la prevención, adaptación y reducción de vulnerabilidades frente a escenarios climáticos adversos.

Asimismo, en el ámbito académico, esta investigación adquiere importancia porque contribuye al desarrollo de estudios climáticos con enfoque territorial, al proporcionar información sistematizada y analíticamente sustentada sobre un distrito con limitada producción específica en esta materia. De este modo, los resultados podrán constituirse en antecedente para futuras investigaciones relacionadas con variabilidad climática, eventos extremos, gestión del territorio y adaptación climática en la costa peruana, fortaleciendo la producción científica de alcance local y regional.

1.7. VIABILIDAD

La viabilidad de la presente investigación se sustenta en la disponibilidad y accesibilidad de información climática confiable sobre temperatura y precipitación, obtenida de fuentes especializadas, así como en la existencia de bases teóricas y metodológicas que permiten analizar la relación entre los fenómenos El Niño y La Niña y la variabilidad climática. Asimismo, el estudio resulta factible porque cuenta con información suficiente para examinar el comportamiento de la temperatura mínima, la temperatura máxima y la precipitación en el distrito de Huarmey, departamento de Áncash, durante el periodo de análisis delimitado.

1.8. LIMITACIONES

La principal limitación de la investigación se encuentra en la obtención de datos climáticos procedentes de la plataforma de la NASA, cuya disponibilidad y características técnicas pueden introducir restricciones vinculadas con la cobertura temporal, la resolución espacial y la consistencia de los registros. Estas condiciones delimitan el alcance del análisis climático para el distrito de Huarmey. Sin embargo, el tratamiento de la información se sustenta

en criterios técnicos de procesamiento, depuración e interpretación, con el propósito de asegurar la mayor confiabilidad posible de los resultados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

En la presente investigación, los antecedentes se han seleccionado priorizando estudios publicados en los últimos cinco años, en concordancia con el criterio de actualidad exigido para la construcción del estado del arte. De manera complementaria, en el marco teórico se incorporan referencias de mayor antigüedad cuando su aporte conceptual resulta relevante para la comprensión de la variabilidad climática y de los fenómenos El Niño y La Niña.

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Burbano y Flores (2022), en la investigación titulada *Evaluación del cambio climático en la producción del café (Coffea arabica L.) al 2040 en Cotacachi - Ecuador*, concluyen que la aplicación de técnicas de reducción de escala estadística permitió proyectar un incremento de la temperatura entre 1 y 1.6 °C, acompañado de una disminución significativa de la precipitación en zonas de páramo. Estos resultados evidencian la sensibilidad de determinados ecosistemas y sistemas productivos frente a las alteraciones climáticas, así como la importancia de estudiar el comportamiento de variables como la temperatura y la precipitación en contextos territoriales específicos.

García (2023), en su estudio titulado *Aptitud para cultivo de café arábigo en el departamento de Santander y variaciones de los escenarios por futuros incrementos de temperatura*, señala que en Colombia los fenómenos El Niño y La Niña han modificado de manera continua los

patrones normales de lluvia y temperatura, generando alteraciones en las condiciones agroclimáticas de los cultivos. Este antecedente resulta relevante porque muestra que la variabilidad asociada a estos fenómenos influye en el comportamiento de variables climáticas fundamentales y en las actividades productivas dependientes del clima.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Díaz *et al.*, citados por Del Carpio (2023), en el estudio titulado *El entorno ecológico y climático favorece a los arbovirus, ciclón Yaku y el dengue en Perú*, indican que las variaciones climáticas promovidas por los fenómenos El Niño y La Niña han contribuido a condiciones favorables para la propagación de arbovirus en el país. Este estudio permite reconocer que las alteraciones de temperatura y otros factores climáticos asociados a estos fenómenos tienen repercusiones concretas sobre sistemas socioambientales sensibles.

Del Carpio (2023), en la misma investigación, reporta que el Perú enfrentó inundaciones ocasionadas por el ciclón Yaku, especialmente en el norte del país, situación que se desarrolló de manera paralela a un incremento de casos y defunciones asociados al dengue. Este antecedente evidencia cómo los eventos climáticos extremos recientes pueden intensificar escenarios de vulnerabilidad territorial y sanitaria, particularmente en contextos expuestos a alteraciones hidrometeorológicas.

Echegaray *et al.* (2023), en el estudio *Impacto del cambio climático en factores hídricos de la cuenca inferior de los ríos Chira y Piura*, señalan que el ciclón Yaku provocó variaciones térmicas importantes, alteró factores hídricos, causó inundaciones y afectó la gestión de la demanda de agua en

regiones semiáridas ya comprometidas por el cambio climático. Este antecedente es pertinente porque demuestra que los eventos extraordinarios recientes pueden modificar el comportamiento de variables climáticas e hidrológicas en la costa peruana.

Caira *et al.* (2021), en la investigación titulada *Efecto de la temperatura y precipitación sobre la agricultura en la cuenca Coata-Puno, Perú*, concluyen que las temperaturas máximas presentan incrementos significativos a nivel anual, mientras que la precipitación muestra tendencias decrecientes en algunas estaciones analizadas. Los hallazgos del estudio permiten identificar patrones de variabilidad en temperatura y precipitación, resaltando la importancia de analizar estas variables para comprender sus efectos sobre los sistemas productivos y territoriales.

Ochoa (2022), en la investigación *Cambio climático: efecto de la variación de la temperatura y precipitación sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta, Cusco: 1997–2018*, determina que existe una relación significativa entre la temperatura mínima y la producción agrícola, además de reportar un incremento de la temperatura media mensual durante el periodo de estudio. Este antecedente resulta relevante porque confirma que la variación de las variables climáticas influye de manera directa en actividades sensibles al clima y refuerza la necesidad de estudiar su comportamiento en ámbitos territoriales específicos.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. VARIABILIDAD CLIMÁTICA

La variabilidad climática se refiere a las fluctuaciones del clima en diferentes escalas temporales y espaciales, expresadas en cambios en el comportamiento de variables como la temperatura y la precipitación. Estas

variaciones pueden manifestarse en periodos que van desde meses hasta décadas y responden tanto a procesos naturales del sistema climático como a interacciones entre la atmósfera, el océano y la superficie terrestre. En ese sentido, el análisis de la variabilidad climática permite identificar anomalías, tendencias y patrones que resultan fundamentales para comprender la dinámica ambiental de un territorio y sus implicancias sobre las actividades humanas.

Diversos autores coinciden en que la variabilidad climática constituye una expresión de cambios temporales en el comportamiento normal del clima. Accostupa (2017) sostiene que, a escala mundial, nacional y local, esta se manifiesta mediante condiciones climáticas anómalas y, en ocasiones, extremas, con repercusiones sociales, económicas, culturales y ambientales. En la misma línea, Pabón et al. (2001) señalan que el clima se describe a partir del análisis estadístico de variables meteorológicas, cuya distribución espacial y temporal permite identificar patrones de comportamiento climático aplicables a la gestión ambiental y territorial. Desde esta perspectiva, el estudio de la variabilidad climática no se limita a la descripción del tiempo atmosférico, sino que busca comprender cómo cambian las condiciones climáticas predominantes de un lugar a lo largo del tiempo.

En el marco de la presente investigación, la variabilidad climática se analiza a partir del comportamiento de la temperatura mínima, la temperatura máxima y la precipitación, por ser variables que permiten evaluar de manera objetiva las alteraciones del clima en el distrito de Huarmey. Estas dimensiones constituyen indicadores fundamentales para identificar la posible relación entre los fenómenos El Niño y La Niña y los cambios observados en el comportamiento climático local.

2.2.2. TEMPERATURA

La temperatura es una magnitud física que expresa el grado de calor o frío de un cuerpo o del ambiente. La Organización Meteorológica Mundial (OMM, 1992, citada en OMM, 2018) la define como una magnitud que determina el movimiento aleatorio medio de las moléculas en un cuerpo físico. En el ámbito meteorológico y climatológico, la temperatura constituye una de las variables más importantes para caracterizar el estado de la atmósfera y explicar el comportamiento de los sistemas climáticos.

Su importancia radica en que influye de manera directa en la evapotranspiración, la circulación atmosférica, la formación de nubes, la disponibilidad hídrica y el desarrollo de actividades económicas sensibles al clima. Pabón et al. (2001) destacan que el análisis estadístico de la temperatura, tanto en su dimensión temporal como espacial, permite identificar patrones climáticos relevantes para la comprensión del clima regional. Del mismo modo, Escobar (2012) resalta que el comportamiento térmico ha estado históricamente vinculado al desarrollo de la vida y de las actividades humanas, debido a que condiciona procesos biológicos, productivos y sociales.

Para fines de la presente investigación, la temperatura se considera en dos dimensiones: temperatura mínima y temperatura máxima, debido a que ambas permiten observar con mayor precisión las oscilaciones térmicas asociadas a la variabilidad climática. El análisis diferenciado de estas dimensiones posibilita identificar si los fenómenos El Niño y La Niña guardan relación con cambios en los extremos térmicos registrados en el distrito de Huarmey durante el periodo de estudio.

2.2.3. PRECIPITACIÓN

La precipitación es el producto líquido o sólido resultante de la condensación del vapor de agua que cae desde las nubes o desde el aire y se deposita sobre la superficie terrestre (OMM, 2018). Constituye una variable climática esencial porque regula la disponibilidad de agua, la recarga hídrica, la dinámica de los ecosistemas, la agricultura y múltiples procesos hidrológicos y ambientales.

Sánchez San Román (2008) clasifica la precipitación, según su origen, en ciclónica, convectiva y orográfica. La precipitación ciclónica se asocia a frentes vinculados con borrascas o ciclones; la convectiva se produce por el ascenso de masas de aire caliente; y la orográfica ocurre cuando masas de aire húmedo ascienden al encontrar una barrera montañosa. Esta clasificación resulta útil para entender que la lluvia no responde a un único mecanismo, sino a distintos procesos atmosféricos que interactúan según la configuración geográfica y climática del territorio.

Desde una perspectiva climática, la precipitación es una variable altamente sensible a procesos de variabilidad interanual, especialmente en regiones influenciadas por fenómenos oceánico-atmosféricos como El Niño y La Niña. Sánchez et al. (2001) señalan que la presencia de estos fenómenos altera los ciclos estacionales de lluvia y sequía, modificando su intensidad, duración e incluso el momento de ocurrencia. Por ello, el análisis de la precipitación constituye un componente central para evaluar la relación entre ENOS y la variabilidad climática en el distrito de Huarmey.

2.2.4. EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR (ENOS)

El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) es un fenómeno de interacción océano-atmósfera que representa una de las principales fuentes de variabilidad climática interanual a escala global, especialmente en la franja tropical del océano Pacífico. Comprende una fase cálida, conocida como El Niño, y una fase fría, conocida como La Niña, ambas asociadas a anomalías en la temperatura superficial del mar y a cambios en la circulación atmosférica del Pacífico tropical.

Según IDEAM (s. f.), El Niño y La Niña constituyen la mayor señal de variabilidad climática interanual en la franja tropical del Pacífico. Estas fases corresponden, respectivamente, a la presencia de aguas superficiales relativamente más cálidas o más frías que lo normal en el Pacífico tropical central y oriental. En esta misma línea, Sánchez et al. (2001) sostienen que estos fenómenos son recurrentes, aunque no cíclicos, y se presentan con una frecuencia aproximada de entre tres y siete años, modificando los patrones normales de lluvia y sequía en distintas regiones.

Pabón y Montealegre (2017) señalan que los eventos de El Niño generan incrementos significativos en la temperatura del aire en diversas regiones del mundo, mientras que Montealegre (2007) indica que estos eventos influyen de manera considerable en los patrones de temperatura y precipitación, aunque sus efectos no son homogéneos y dependen de la región analizada. Esta precisión es importante, porque evita asumir impactos uniformes y refuerza la necesidad de estudios territoriales específicos como el presente.

2.2.5. FENÓMENO EL NIÑO

El fenómeno El Niño corresponde a la fase cálida del ENOS y se caracteriza por el calentamiento anómalo de las aguas superficiales del Pacífico ecuatorial, principalmente en los sectores central y oriental. Este calentamiento está asociado al debilitamiento de los vientos alisios y a modificaciones en la presión atmosférica y en la circulación de la atmósfera tropical, lo que genera alteraciones en la distribución espacial y temporal de la precipitación y la temperatura.

IMARPE (s. f.) señala que El Niño se caracteriza por un debilitamiento a gran escala de los vientos alisios y por el calentamiento de las capas superficiales del océano ecuatorial en el Pacífico oriental y central. Estos cambios favorecen el incremento de la humedad y de las precipitaciones en la costa norte del Perú, pudiendo alcanzar valores extraordinarios en eventos intensos. Asimismo, Lagos et al. (2005), citados por Accostupa (2017), explican que el término El Niño comenzó a consolidarse en el ámbito científico con el mayor conocimiento de la temperatura superficial del mar y con los aportes de Bjerknes sobre la relación entre el calentamiento del Pacífico ecuatorial y los cambios atmosféricos a escala planetaria.

En términos climáticos, El Niño puede alterar de manera significativa los patrones normales de precipitación y temperatura, generando excesos de lluvias en algunas zonas y déficit hídrico en otras. Por ello, constituye un referente teórico indispensable para analizar la posible relación entre este fenómeno y el comportamiento de las variables climáticas en Huarmey.

2.2.6. FENÓMENO LA NIÑA

La Niña corresponde a la fase fría del ENOS y se caracteriza por el enfriamiento anómalo de las aguas superficiales del Pacífico tropical central y oriental. Este enfriamiento se asocia, por lo general, con un fortalecimiento de los vientos alisios y con modificaciones en la circulación atmosférica tropical, lo que genera efectos diferenciados sobre la temperatura y la precipitación según la región geográfica.

Sánchez *et al.* (2001) sostienen que durante La Niña se modifican los ciclos normales de lluvia y sequía, pudiendo intensificarse las precipitaciones en ciertas regiones y disminuir en otras, dependiendo de la localización y de la interacción con otros factores atmosféricos y oceánicos. Montealegre (2007) indica que, en términos generales, durante La Niña existe una tendencia al aumento de las lluvias en varias regiones, aunque el comportamiento no es uniforme en todo el territorio. Esta perspectiva refuerza la necesidad de evaluar empíricamente los efectos del fenómeno en escalas locales, en lugar de asumir respuestas climáticas generalizadas.

En la presente investigación, La Niña se considera junto con El Niño como expresión de la variabilidad interanual del sistema ENOS, cuya posible relación con la temperatura mínima, la temperatura máxima y la precipitación será analizada en el distrito de Huarmey.

2.2.7. RELACIÓN ENTRE ENOS Y LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA

La literatura especializada reconoce que el ENOS constituye uno de los principales moduladores de la variabilidad climática, debido a su capacidad para alterar los patrones normales de temperatura y precipitación en distintas

regiones del mundo. Vázquez y Vázquez (2017) concluyen que las anomalías en la temperatura superficial del mar asociadas al ENOS ofrecen indicios importantes para comprender y anticipar el comportamiento de la temperatura superficial del aire. Por su parte, García et al. (2017) reportan incrementos en la temperatura media y en la precipitación en la costa de Ecuador, evidenciando dinámicas mensuales diferenciadas que muestran el carácter no uniforme de las alteraciones climáticas.

En el contexto latinoamericano, Martínez *et al.* (2017) señalan que el evento El Niño 2015–2016 estuvo asociado al agravamiento de sequías en algunas regiones y a precipitaciones extremas e inundaciones en otras, lo que demuestra que los impactos del fenómeno dependen de la localización geográfica y de la interacción con otras condiciones climáticas. De manera complementaria, Rossi y Soares (2018) destacan que los efectos de El Niño se extienden a los ecosistemas costeros y a los servicios que estos proveen, con repercusiones tanto ecológicas como económicas.

A nivel nacional, Rau (2013) concluye que las precipitaciones en el Perú están influenciadas por diversos factores oceánicos y atmosféricos que modifican la señal del ENOS, mientras que Pollack et al. (2018) muestran que durante eventos El Niño las temperaturas mínimas del aire pueden incrementarse sostenidamente, afectando procesos productivos en la costa peruana. Estas evidencias teóricas y empíricas sustentan la pertinencia de estudiar la relación entre El Niño, La Niña y la variabilidad climática en el distrito de Huarmey.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Cambio climático:** cambios de largo plazo en las temperaturas y en los patrones climáticos, asociados a causas naturales y, de manera predominante desde el siglo XIX, a actividades humanas (Naciones Unidas, s. f.).
- **ENOS:** sistema de interacción océano-atmósfera en el Pacífico tropical que comprende las fases El Niño y La Niña y constituye una de las principales fuentes de variabilidad climática interanual en la región del Pacífico tropical (IDEAM, s. f.; Sánchez et al., 2001).
- **Fenómeno El Niño:** fase cálida del ENOS, caracterizada por el calentamiento anómalo de las aguas superficiales del Pacífico tropical oriental y central (MINAM, 2014).
- **Fenómeno La Niña:** fase fría del ENOS, caracterizada por el enfriamiento anómalo de las aguas superficiales del Pacífico tropical oriental y central, con influencia sobre los patrones de precipitación y temperatura en diversas regiones (IDEAM, s. f.; Sánchez et al., 2001).
- **Precipitación:** agua que llega a la superficie terrestre desde la atmósfera en estado líquido o sólido, incluyendo lluvia, nieve y granizo (Segerer y Villodas, 2006, citados por Meléndez et al., 2019).
- **Temperatura:** magnitud física que expresa el grado de calor o frío de un cuerpo o del ambiente (ASALE y RAE, 2022).
- **Temperatura máxima:** valor más alto de temperatura registrado en un intervalo de tiempo determinado, utilizado para evaluar condiciones de calentamiento y extremos térmicos (OMM, 2018).

- **Temperatura mínima:** valor más bajo de temperatura registrado en un intervalo de tiempo determinado, utilizado para evaluar condiciones de enfriamiento y oscilación térmica (OMM, 2018).
- **Variabilidad climática:** fluctuaciones temporales del clima expresadas en cambios de variables como temperatura y precipitación en distintas escalas de tiempo (Gobierno de Argentina, 2018).

2.4. BASES O FUNDAMENTOS FILOSÓFICOS DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto se basa en un rigor científico dentro del paradigma emergente, con un enfoque de sistemas en metodología y análisis (Martínez, 2002). La epistemología moderna busca explicar la conformación teórica y metodológica de las ciencias a través de modelos meta-teóricos, tratando de comprender la lógica de un modelo científico y validarlo (Damiani, 1997), citado por (Martha, 2011).

En cuanto al entendimiento de la tesis y la epistemología expresada establece lo siguiente:

“La epistemología moderna, según el autor, asumió que el objetivo básico de la epistemología era el establecimiento de un acervo de normas de cientificidad, de validez general, a las que debían atenerse los investigadores si querían construir sus distintas teorías científicas. Esta concepción ha cambiado, la epistemología hoy en día pretende explicar, con base en modelos meta teóricos, la conformación teórica y metodológica efectiva de Las diversas disciplinas científicas llevan a cabo dos actividades fundamentales: por un lado, buscan comprender la lógica subyacente a un modelo científico y por otro pretende validar el mismo” (Damiani, 1997) citado por (Martha, 2011).

Este cambio refleja un reconocimiento de que la ciencia no se basa solo en normas fijas, sino en procesos y estructuras que deben ser continuamente evaluados y ajustados.

CAPÍTULO III

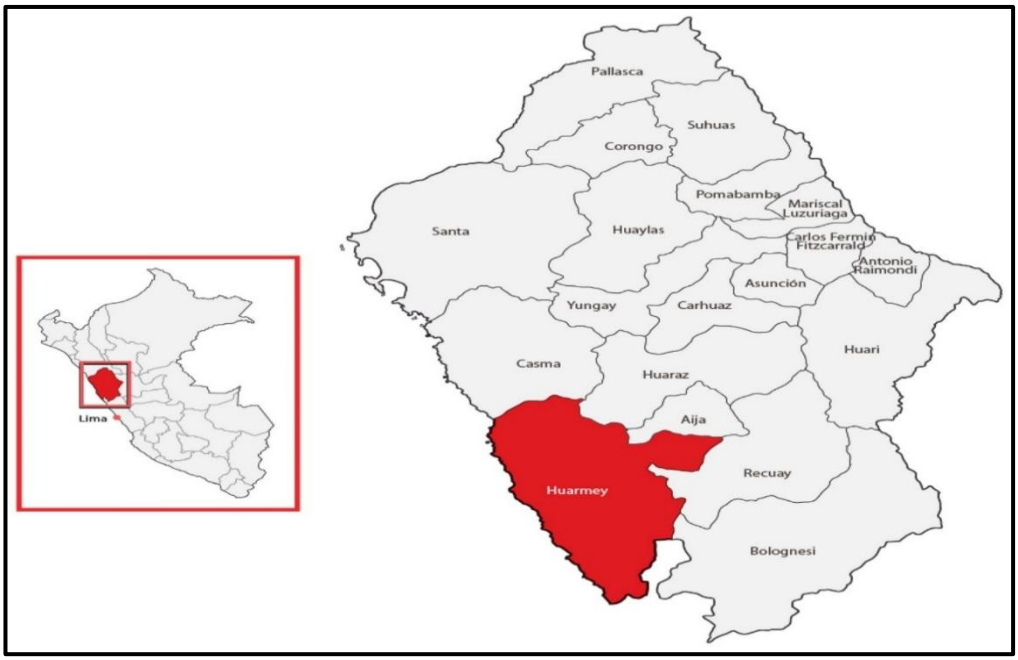
MARCO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO

3.1.1. DISTRITO DE HUARMEY

El distrito de Huarmey se encuentra ubicado en las coordenadas Latitud: -10.0686, Longitud: -78.1522, Latitud: 10° 4' 7" Sur y Longitud: 78° 9' 8" Oeste, además limita por el Norte con la provincia de Casma, por el Este con la provincia de Huaraz, Aija, Recuay y Bolognesi, al Sur con la Region de Lima y con el Oeste con el Océano Pacifico.

FIGURA 1. UBICACIÓN DEL DISTRITO DE HUARMEY



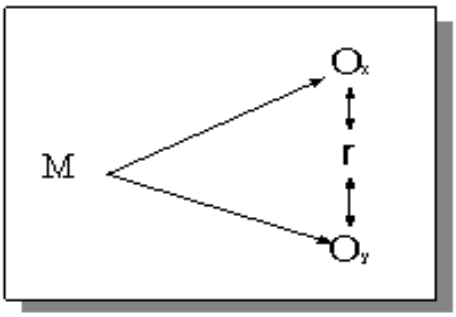
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo aplicada, orientada a generar conocimiento útil sobre la relación entre los fenómenos El Niño y La Niña y la variabilidad climática en el distrito de Huarmey. Corresponde al nivel descriptivo-correlacional, debido a que describe el comportamiento de la temperatura

mínima, la temperatura máxima y la precipitación, y analiza su relación con dichos fenómenos. El diseño es no experimental, puesto que no se manipulan las variables de estudio, sino que se analizan a partir de registros existentes. Asimismo, presenta un enfoque retrospectivo o histórico, ya que se sustenta en información climática correspondiente al periodo 1990–2022, lo que permite examinar el comportamiento de las variables a lo largo del tiempo (Mori, 2022).

3.3. DISEÑO Y ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño metodológico utilizado en la presente investigación es el correlacional; la gráfica es la siguiente:



Según la gráfica, "M" representa la muestra utilizada en la investigación, mientras que los subíndices X e Y en cada O corresponden a las observaciones obtenidas para cada una de las dos variables diferentes en este estudio. Finalmente, la "r" se refiere a la posible relación existente entre las variables analizadas (Hernández et al., 2006).

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. POBLACIÓN

La población del estudio es finita y la constituye los datos meteorológicos de temperatura y precipitación, que se establecieron desde el año 1990 hasta el 2023 en el distrito de Huarmey, Departamento

3.4.2. MUESTRA

La muestra se seleccionó de manera intencional y está compuesta por datos meteorológicos de temperatura y precipitación, recopilados desde el año 1990 hasta 2023 en el distrito de Huarmey. Este enfoque corresponde a un Muestreo no Probabilístico, no aleatorio, intencional o deliberado, donde las unidades seleccionadas son representativas de la población. La justificación para la obtención de la muestra está respaldada por Pineda et al. (1994), citado por Mori (2022).

3.5. DEFINICIÓN OPERATIVA DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En este estudio se empleará fichas de registro para las variables años, temperatura mínima, máxima y precipitación. Se tomará en cuenta la obtención de datos de los eventos extraordinarios como del Fenómeno del Niño.

Se tendrá en cuenta un conjunto de procedimientos ordenados y destinados a producir resultados útiles y que hagan posible la aplicación de la ciencia en la práctica.

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1. TÉCNICAS DE RECOJO, PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS

Para el desarrollo de la investigación se emplearon técnicas de recolección, procesamiento y presentación de datos climáticos correspondientes al periodo 1990–2022, en relación con los fenómenos El Niño y La Niña. La técnica principal de recolección fue el registro sistemático de información, mediante el cual se organizaron los datos diarios de temperatura mínima,

temperatura máxima y precipitación durante los doce meses de cada año del periodo de estudio. Como instrumento se utilizó una ficha de registro de datos, que permitió sistematizar la información obtenida de las fuentes seleccionadas.

En la fase de procesamiento se aplicaron procedimientos de revisión, codificación, clasificación y tabulación de los datos, con la finalidad de verificar su consistencia, ordenarlos según las variables de estudio y facilitar su tratamiento analítico. Estos procedimientos permitieron examinar el comportamiento de la temperatura mínima, la temperatura máxima y la precipitación, considerando su posible relación con los fenómenos El Niño y La Niña en el distrito de Huarmey.

Finalmente, la presentación de los datos se realizó mediante tablas y cuadros estadísticos, lo que facilitó la comparación, interpretación y análisis de los resultados obtenidos. De esta manera, fue posible identificar variaciones, tendencias y relaciones entre los fenómenos climáticos analizados y el comportamiento de las variables climáticas en el distrito de Huarmey durante el periodo 1990–2022.

3.6.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la obtención de los datos de las variables dependientes se emplearon fichas de registro de temperatura y fichas de registro de precipitación. La ficha de registro de temperatura se utilizó para sistematizar los datos de temperatura mínima y temperatura máxima, mientras que la ficha de registro de precipitación permitió organizar la información correspondiente a los valores de lluvia. En cuanto a la variable independiente, relacionada con los fenómenos El Niño y La Niña, esta fue identificada a partir de la información climática y de los registros correspondientes al periodo de estudio. En conjunto, estos

instrumentos y registros permitieron ordenar la data histórica del distrito de Huarmey, departamento de Áncash, para el periodo 1990–2022.

3.6.3. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Los instrumentos se validarán mediante juicio de expertos, mínimo tres expertos sobre el tema a evaluar o que se está desarrollando.

3.6.4. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

La información obtenida determinó un proceso de ordenamiento, creándose una base de datos en el programa Excel. En esta base de datos, se estructuraron las dimensiones de forma horizontal, lo que permitió visualizar los ítems y las opciones de respuestas correspondientes a cada uno de ellos; la obtención de los datos de temperatura máxima, mínima y de las precipitaciones se registraron en forma ascendente, procedimiento que permitió obtener el puntaje total por dimensión y categoría a nivel global. Obteniendo porcentajes de los grupos según los años registrados y de los eventos ocurridos en distintas fechas. Que fueron interpretados por medio de grafico de barras y tortas.

3.6.5. MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

- Laptop
- Libreta de apuntes
- Tablero de apuntes
- Programa ArcGis.
- Impresora
- Excel
- Word
- Spss 22

3.6.6. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La descarga y recolección de los datos se realizó vía internet desde una Laptop en oficina, básicamente está sustentado en dos formas:

1) Para las variables del clima (Temperatura máxima, mínima y precipitación): se obtuvo de la página de la NASA: https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/.

2) Para la variable Eventos extraordinarios: Se obtuvo de las fechas de dichos eventos ocurridos, hechos históricos en caso del fenómeno del niño del año 1990 al 2023. Una vez obtenido las fechas y meses que se presentaron dichos eventos se procederá a comparar con otras fechas donde no se presentaron estos eventos extraordinarios.

a) TABULACIÓN

Los eventos extraordinarios (Fenómeno del Niño y La Niña), así como los datos de temperatura y precipitación, fueron extraídos de las Fichas de Registros y organizados en diferentes hojas de Excel en una laptop, etiquetadas de acuerdo con las variables del estudio y almacenadas en una carpeta llamada "Resultados". Estos datos fueron tabulados y ordenados para su posterior análisis mediante el software estadístico SPSS 26, con el fin de determinar si existe correlación entre las variables estudiadas (Mori, 2022).

3.6.7. TRATAMIENTO DE DATOS

Las descargas y obtención de datos de la página de la NASA: https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/. fueron tabulados en una hoja Excel de una laptop, cuyos datos de las variables del estudio fueron ordenados y procesados mediante un Programa Estadístico denominado SPSS 26, para determinar si existe correlación entre estas variables.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

En este capítulo se muestran los resultados de forma ordenada y relacionada, con los parámetros y criterios que permitieron realizar las fichas de registros de la temperatura mínima, máxima y precipitación para relacionarlos con los eventos extraordinarios. En el distrito de Huarmey, se destaca la estacionalidad de dos temporadas bien marcadas: el de invierno y verano.

4.1.1. REGISTRO DE LA TEMPERATURA MÍNIMA (TMIN), MÁXIMA (TMAX) Y PRECIPITACIÓN (PPM)

TABLA 2.- ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA TEMPERATURA MÍNIMA (TMIN) REGISTRADOS PARA 12 MESES DURANTE 33 AÑOS EN HUARMEY

Meses	Promedio	Desv Estan	Nro. Obs	Error Estan	Var Relat	Min	Max	Varianza	CV
Ene	19.11	1.21	33.00	0.21	1.11	16.86	23.15	1.47	6.35
Feb	19.85	1.28	33.00	0.22	1.12	17.74	23.31	1.64	6.46
Mar	19.69	1.44	33.00	0.25	1.27	16.84	22.86	2.07	7.31
Abr	18.08	1.53	33.00	0.27	1.47	15.17	21.15	2.33	8.44
May	16.80	1.68	33.00	0.29	1.75	13.18	19.85	2.84	10.03
Jun	15.90	1.45	33.00	0.25	1.59	12.93	18.86	2.10	9.12
Jul	15.44	1.29	33.00	0.23	1.46	13.19	19.41	1.68	8.39
Ago	15.04	1.27	33.00	0.22	1.47	12.46	18.86	1.62	8.46
Set	15.08	1.14	33.00	0.20	1.31	12.87	18.40	1.30	7.55
Oct	15.29	1.10	33.00	0.19	1.25	12.91	17.99	1.20	7.17
Nov	15.85	1.10	33.00	0.19	1.20	13.92	19.01	1.20	6.92
Dic	17.51	1.16	33.00	0.20	1.16	14.87	21.58	1.35	6.64
Anual	16.97	1.05	33.00	0.18	1.08	15.03	19.46	1.10	6.19

En la tabla 2, se muestra los datos de los estadísticos descriptivos para la temperatura mínima, siendo el mes de febrero el que marca la diferencia con valores más elevados en relación a los demás meses; con promedio de 19.85ºC, la más alta de las medias y que representa un mayor calentamiento sobre los demás meses, seguidos de enero y marzo; lo que permite conjeturar sobre las tendencias o patrones climáticos, que nos demuestran sobre la relación que tienen con los eventos extraordinarios como el Niño y la Niña; en tal sentido, febrero tiene una Desviación Estándar de ±1.28 sobre la media, representando a valores agrupados dentro de la media, indicándonos una estacionalidad muy marcada durante los años de evaluación; presentando una temperatura mínima de 17.74ºC y máxima de 23.31ºC, varianza de 1.47 y coeficiente de variación de 6.46, que establece una media representativa. El mes de agosto representa valores más bajos en cuanto a temperatura promedio y temperatura mínima, teniendo al mes de octubre dentro de los valores de temperatura máxima, la más baja.

TABLA 3. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA TEMPERATURA MÁXIMA (TMAX) REGISTRADOS PARA 12 MESES DURANTE 33 AÑOS EN HUARMEY

Meses	Promedio	Desv Estan	Nro. Obs	Error Estan	Var Relat	Min	Max	Varianza	CV
Ene	26.98	1.05	33.00	0.18	0.68	24.44	29.00	1.10	3.89
Feb	27.90	1.10	33.00	0.19	0.68	25.47	30.19	1.20	3.93
Mar	27.40	1.07	33.00	0.19	0.68	25.17	29.38	1.15	3.91
Abr	25.62	1.16	33.00	0.20	0.79	23.62	28.03	1.35	4.53
May	23.92	1.62	33.00	0.28	1.18	20.76	27.00	2.64	6.79
Jun	22.62	1.87	33.00	0.33	1.44	19.18	26.50	3.50	8.27
Jul	21.75	1.74	33.00	0.30	1.39	19.01	26.12	3.04	8.01
Ago	21.32	1.82	33.00	0.32	1.48	18.37	26.28	3.30	8.52
Set	21.64	1.71	33.00	0.30	1.38	19.23	25.64	2.93	7.91
Oct	22.16	1.24	33.00	0.22	0.97	19.37	25.70	1.53	5.59
Nov	23.47	0.87	33.00	0.15	0.64	21.85	25.73	0.75	3.70
Dic	25.21	0.70	33.00	0.12	0.48	23.97	27.10	0.49	2.78
Anual	24.17	0.90	33.00	0.16	0.65	22.52	26.49	0.81	3.72

En la Tabla 3, se puede observar los datos de los estadísticos descriptivos para la temperatura máxima, teniendo al mes de febrero los valores más extremos o altos en cuanto a mínimos y máximos, con una media de 27.90ºC de la temperatura máxima, seguidos de los meses de enero y marzo y que representa una mayor temperatura sobre los demás meses; estos meses nos representan tendencias o patrones climáticos, que nos demuestran sobre la relación que tienen con los eventos extraordinarios como el niño y la niña. En cuanto a la Desviación Estándar, tiene una desviación estándar baja, lo que indica que la mayor parte de los datos de la muestra tienden a estar agrupados cerca de la media (también denominada el valor esperado), haciendo más confiable los periodos que se dieron durante estos meses más calientes. La estacionalidad está muy marcada, correspondiendo a un periodo caliente y frio.

TABLA 4. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA PRECIPITACIÓN (PPM) REGISTRADOS PARA 12 MESES DURANTE 33 AÑOS EN HUARMEY

Meses	Promedio	Desv Estan	Nro. Obs	Error Estan	Var Relat	Min	Max	Varianza	CV
Ene	19.33	20.94	33.00	3.65	18.86	0.22	70.36	438.58	108.34
Feb	21.74	20.45	33.00	3.56	16.37	0.24	70.70	418.06	94.05
Mar	26.49	29.58	33.00	5.15	19.44	0.72	105.39	875.16	111.68
Abr	14.70	19.00	33.00	3.31	22.50	0.27	74.24	361.00	129.25
May	9.73	15.50	33.00	2.70	27.73	0.00	75.22	240.30	159.32
Jun	1.61	2.10	33.00	0.37	22.66	0.02	8.81	4.41	130.16
Jul	1.53	1.95	33.00	0.34	22.22	0.00	8.35	3.81	127.67
Ago	1.48	1.92	33.00	0.33	22.54	0.01	7.88	3.69	129.47
Set	5.49	7.31	33.00	1.27	23.20	0.07	27.56	53.48	133.28
Oct	12.22	21.49	33.00	3.74	30.60	0.00	117.40	461.81	175.79
Nov	15.14	17.62	33.00	3.07	20.25	0.00	73.20	310.46	116.35
Dic	23.19	24.62	33.00	4.29	18.48	0.34	101.43	605.93	106.14
Anual	152.66	138.53	33.00	24.11	15.80	17.86	510.55	19190.21	90.74

Los valores observados en la Tabla 4 sobre la precipitación, nos muestran que el mes de marzo se destaca por sus valores extremos de precipitación, con una variabilidad notable en la cantidad de lluvia experimentada de un año a otro. El fenómeno de El Niño, trae un calentamiento inusual de las aguas del Océano Pacífico ecuatorial, lo que provoca cambios significativos en los patrones climáticos globales. En el distrito de Huarmey, los meses más lluviosos durante un evento de El Niño experimenta precipitaciones por encima del promedio histórico debido a la intensificación de la convección atmosférica y la mayor disponibilidad de humedad en la región. Esto podría reflejarse en un aumento en la cantidad y la intensidad de las lluvias durante esos meses. Puedo inferir que los meses que experimentan precipitaciones significativamente por encima del promedio histórico son indicativos de la influencia de estos fenómenos climáticos. Si se observan meses con una cantidad inusualmente alta de lluvias, especialmente si esto ocurre de manera consistente durante varios meses consecutivos, podría sugerir la presencia de un evento de El Niño o La Niña.

4.1.2. COEFICIENTE DE CORRELACIONES PARA TMIN, TMAX Y PPM

Las correlaciones se realizaron sobre las variables en estudio, cuyos coeficientes se comparan según los rangos establecidos en la Tabla 5.

TABLA 5. CRITERIOS PARA EVALUAR EL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN DE ACUERDO A HIKLE ET AL., (2023)

Tamaño de la Correlación	Interpretación
0,90 a 1.00 (-0.90 a -1.00)	Correlación positiva (negativa) muy alta
0,70 a 0,90 (-0.70 a -0.90)	Correlación positiva (negativa) alta
0,50 a 0,70 (-0.50 a -0.70)	Correlación positiva (negativa) moderada
0,30 a 0,50 (-0.30 a -0.50)	Correlación positiva (negativa) baja
0,00 a 0,30 (-0.00 a -0.30)	Poca si existe la correlación o no lineal

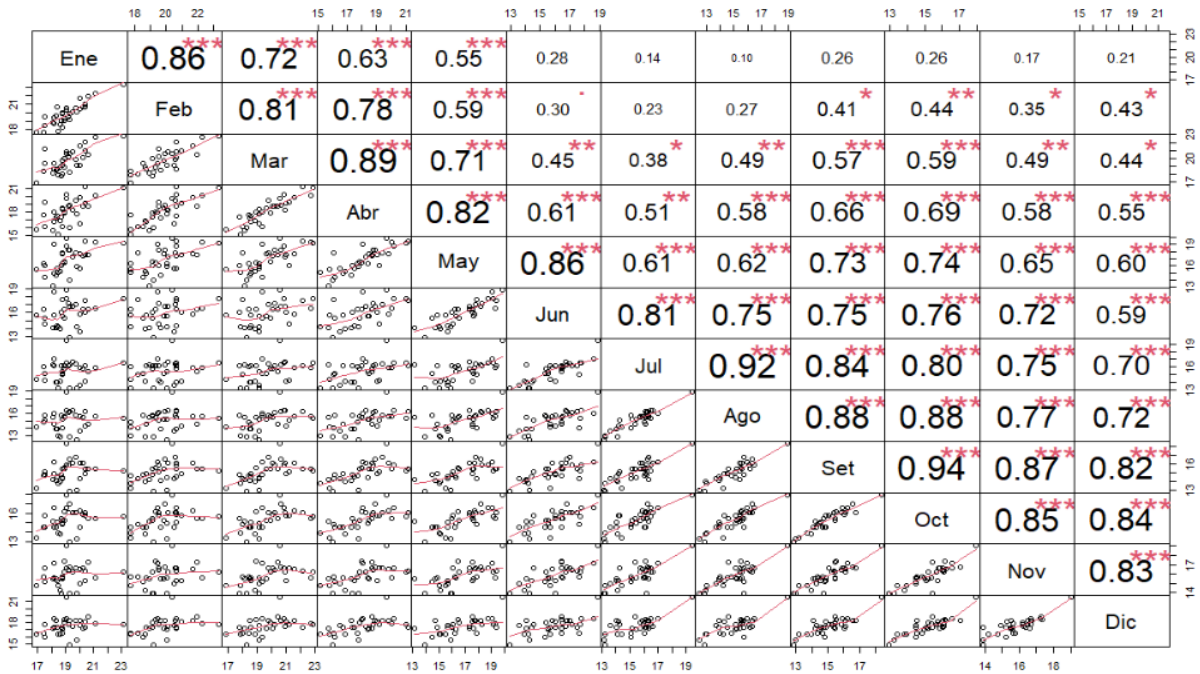
Las variables toman una mayor importancia al poder notar en los estadísticos descriptivos que muestran que se correlacionan y que nos establecen las tendencias o identifican los eventos extraordinarios generados a lo largo de estos 32 años; por lo tanto, radica la importancia de correlacionar los datos climáticos para establecer la conexión entre la temperatura y la precipitación para identificar los eventos extraordinarios; en tal sentido, con la correlación de Pearson se obtienen la significancia ocurridos durante los meses durante los 33 años del registro del clima. Al analizar las variables climáticas del

estudio, podemos notar que guardan relación entre ellos, es decir, se puede notar la correlación de las temperaturas con respecto a la precipitación; lo que nos indica que son relevantes para la identificación o aparición de los eventos extraordinarios.

4.1.2.1. COEFICIENTE DE CORRELACIONES PARA TEMPERATURA MÍNIMA (TMIN)

A continuación, se presenta en la Figura 2, los diferentes valores de las correlaciones realizadas de la temperatura mínima, observando correlaciones positivas débiles, moderadas y fuertes dentro de los 12 meses de los 33 años.

FIGURA 2. MATRIX DE CORRELACIÓN DE PEARSON PARA TEMPERATURA MÍNIMA REGISTRADA DURANTE 33 AÑOS PARA LA LOCALIDAD DE HUARMEY. P-VALOR <0.05 (*). P-VALOR <0.01 (**). P-VALOR <0.0001 (***). ENERO (ENE) HASTA DICIEMBRE (DIC)

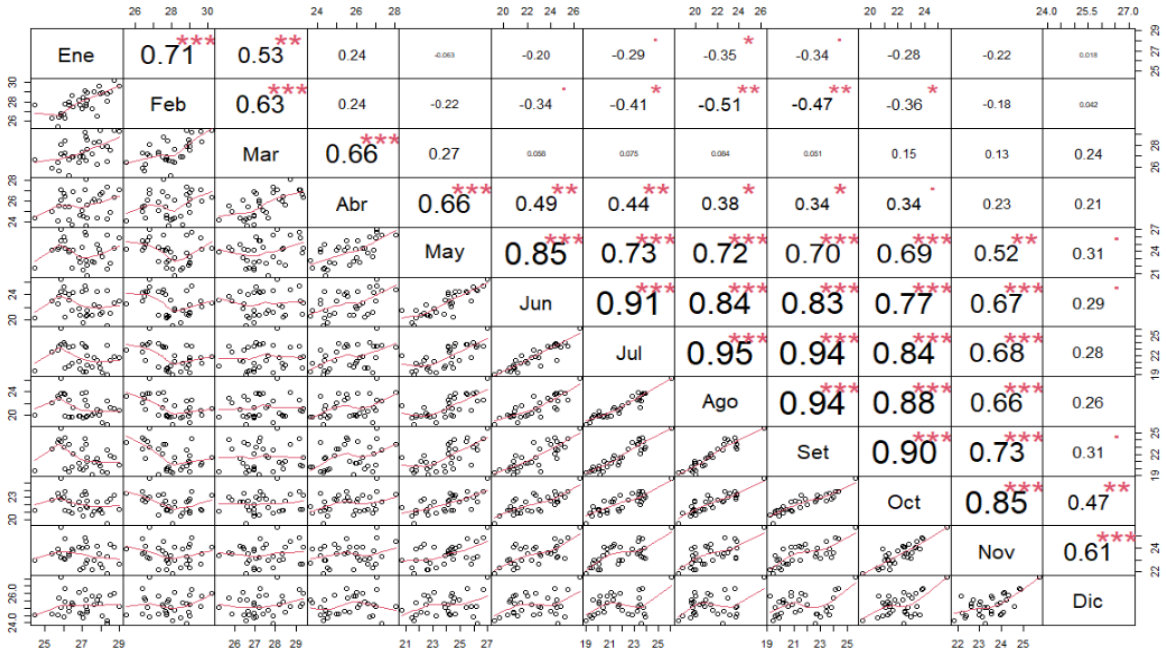


En la Figura 2, se puede apreciar dos grupos bien marcados sobre la temperatura mínima; de enero hasta mayo, el primer grupo y de junio hasta diciembre, el segundo grupo; correspondiendo para el primer grupo correlaciones positivas fuertes con una alta significancia entre dichos meses, teniendo al mes de febrero como el más cercano a uno, demostrando mayor temperatura mínima sobre las medias de su grupo y de los demás meses, pero que presentan tendencias similares constantes y que se correlacionan para un periodo más cálido; mientras que para el segundo grupo, de junio a diciembre se enmarca también una correlación positiva fuerte altamente significativa, pero con un periodo más frio con respecto a los primeros meses del año. Sobre los meses de junio a diciembre con el mes de enero no existe correlación alguna; con el mes de febrero los meses de junio hasta agosto no existe correlación y entre setiembre a diciembre es baja.

4.1.2.2. COEFICIENTE DE CORRELACIONES PARA TEMPERATURA MÁXIMA (TMAX)

En la Figura 3, se presenta los diferentes valores de las correlaciones realizadas de la temperatura máxima, observando correlaciones positivas débiles, moderadas, fuertes y negativas dentro de los 12 meses de los 33 años.

FIGURA 3. MATRIX DE CORRELACIÓN DE PEARSON PARA TEMPERATURA MÁXIMA REGISTRADA DURANTE 33 AÑOS PARA LA LOCALIDAD DE HUARMEY. P-VALOR <0.05 (*). P-VALOR <0.01 (**). P-VALOR <0.0001 (***). ENERO (ENE) HASTA DICIEMBRE (DIC)



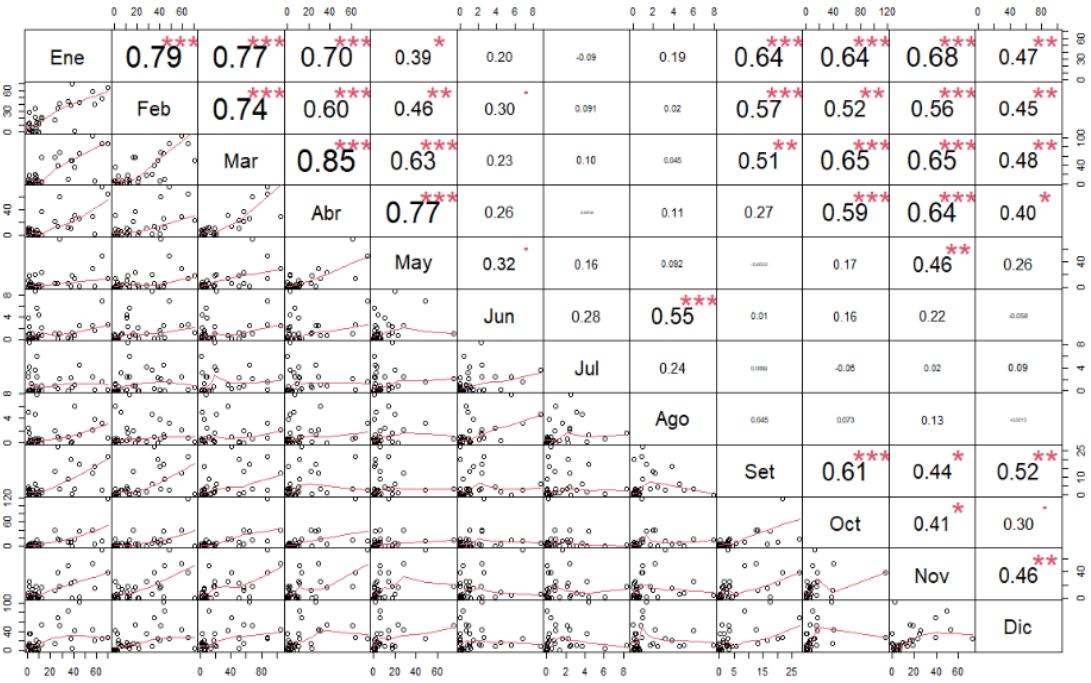
En la Figura 3, en cuanto a los meses del año, cuyos registros de la temperatura máxima, se separa en dos grupos, el primer grupo asociado por valores altos o medias superiores con respecto al segundo grupo, que obtiene valores más bajos; el primero representado por los meses de enero hasta marzo y el segundo grupo; de abril hasta diciembre. correspondiendo para el primer grupo correlaciones positivas fuertes con una alta significancia entre dichos meses, teniendo al mes de febrero como el más cercano a uno, demostrando una mayor temperatura máxima sobre las medias de su grupo (enero y marzo) y que presentan tendencias similares que correlacionan para un periodo más cálido, determinando periodos extremos o anomalías para estos meses; mientras que para el segundo grupo, de abril a diciembre se enmarca también una correlación positiva fuerte altamente significativa, pero con un periodo

menos caliente con respecto a los primeros meses del año. Sobre los meses de abril a diciembre con los meses de enero, febrero y marzo no existe correlación alguna, presentando correlaciones negativas débiles y medias.

4.1.2.3. COEFICIENTE DE CORRELACIONES PARA PRECIPITACIÓN (PPM)

En la Figura 4, se presenta los diferentes valores de las correlaciones realizadas de la precipitación, observando correlaciones positivas fuertes, moderadas, débiles y negativas dentro de los 12 meses durante los 33 años. Se puede apreciar que existe tres grupos marcados; el primero, de enero a mayo con precipitaciones bien marcadas y altas; el segundo, de junio, julio y agosto con escases de lluvias y el tercero, de setiembre a noviembre con retorno de precipitaciones frecuentes y en diciembre con tendencias a bajas.

FIGURA 4. MATRIX DE CORRELACIÓN DE PEARSON PARA LA PRECIPITACIÓN REGISTRADA DURANTE 33 AÑOS PARA LA LOCALIDAD DE HUARMEY. P-VALOR <0.05 (*). P-VALOR <0.01 (**). P-VALOR <0.0001 (***). ENERO (ENE) HASTA DICIEMBRE (DIC)



En la Figura 4, se aprecia los 12 meses del año de los 33 años, cuyos registros de la precipitación se considera para los meses de enero, febrero y marzo con mayor cantidad de lluvia precipitada y promedios altos en el distrito de Huarmey; la precipitación empieza a disminuir a partir del mes de abril hasta agosto con promedios muy bajos y nuevamente se acrecienta en el mes de setiembre hasta diciembre. En esta Matrix de correlación de Pearson se distingue tres grupos, el primero de enero a marzo con precipitaciones frecuentes, el segundo grupo de junio a agosto con escases de lluvias y el tercer grupo de setiembre a diciembre como inicio de temporada de lluvias moderadas, pero que guardan una correlación altamente significativa que determina una relación positiva fuerte entre esos meses en términos de la cantidad de precipitación, entre los primeros meses del primer grupo y los últimos meses del tercer grupo. El segundo grupo muestra una debilidad o no hay una asociación o relación lineal entre los demás grupos, y que valores cercanos a cero o negativos nos indica que a medida que una variable o mes aumenta, la otra variable o mes disminuye.

Estos datos encontrados y correlacionados muestran la fuerza y la dirección de las relaciones lineales entre los datos de precipitación promediada para cada mes a lo largo de los 33 años; por lo que indican que los eventos extraordinarios están relacionados con la temperatura mínima, máxima y la precipitación, teniendo para cada variable patrones similares de comportamiento en cuanto a los primeros meses y últimos, que de una u otra forma las tendencias se asocian a los fenómenos del Niño o de la Niña.

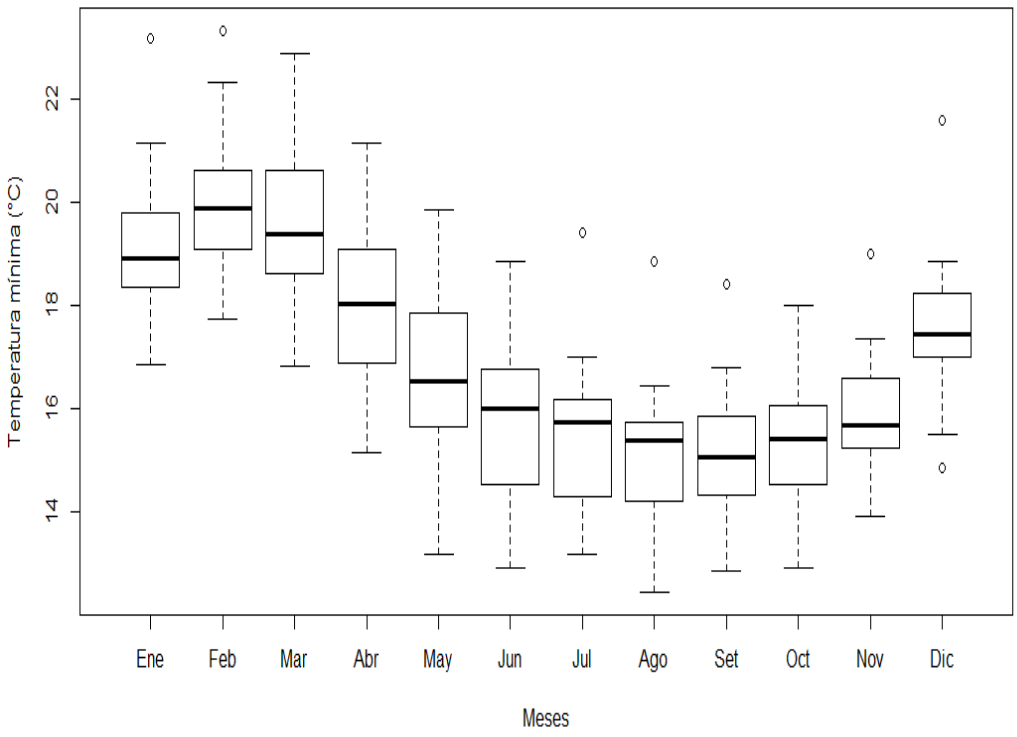
4.1.3. TENDENCIA DE LA TEMPERATURA MÍNIMA, MÁXIMA Y PRECIPITACIÓN ANUAL Y CÁLCULO DE ANOMALÍAS

A continuación, se analizarán las tendencias de las variables objetos del estudio, cuyos análisis proporcionaran argumentos asideros para determinar patrones y tendencias de las anomalías que se presentaron durante 33 años.

4.1.3.1. TENDENCIA DE LA TEMPERATURA MÍNIMA

La tendencia de la temperatura mínima, se presenta en la Figura 5.

FIGURA 5. PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA MÍNIMA REGISTRADO DURANTE 33 AÑOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY



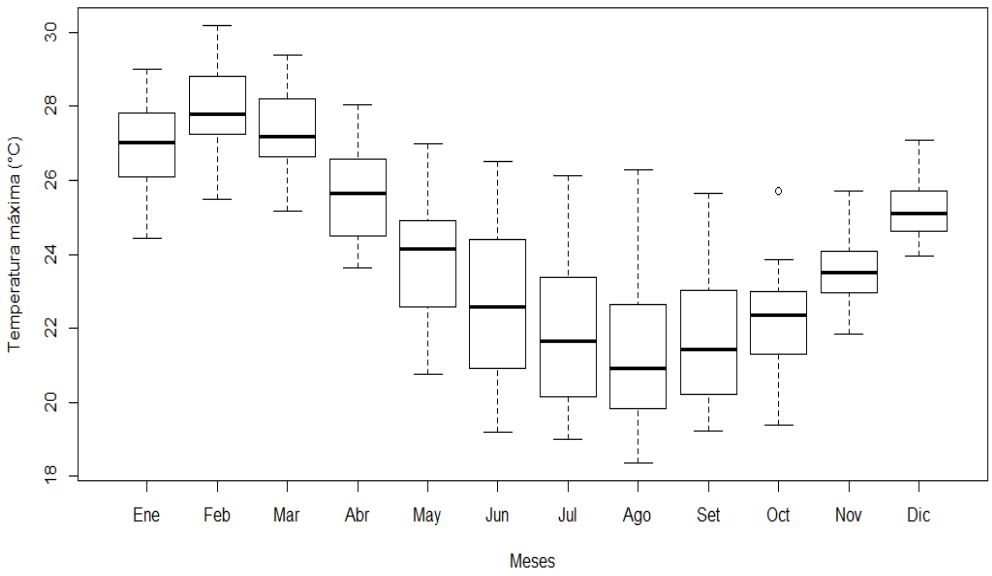
La Figura 5, muestra los valores promedios de enero a diciembre correspondiente a 33 años de evaluación en Huarmey, mediante los box-plots anuales. La tendencia de la temperatura mínima revela patrones que se manifiestan con altas temperaturas para los tres primeros meses (enero a marzo), con valores atípicos o variaciones inusuales en los meses de enero y

febrero que podrían estar influenciadas por fenómenos climáticos como El Niño o La Niña. Para los siguientes meses, entre abril y agosto observamos una disminución de la temperatura hacia fluctuaciones entre 17ºC a 12ºC. Finalmente, la temperatura vuelve a subir hasta diciembre.

4.1.3.2. TENDENCIA DE LA TEMPERATURA MÁXIMA

La tendencia de la temperatura mínima, se presenta en la Figura 6.

FIGURA 6. PROMEDIO MENSUAL DE LA TEMPERATURA MÁXIMA REGISTRADO DURANTE 33 AÑOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY.



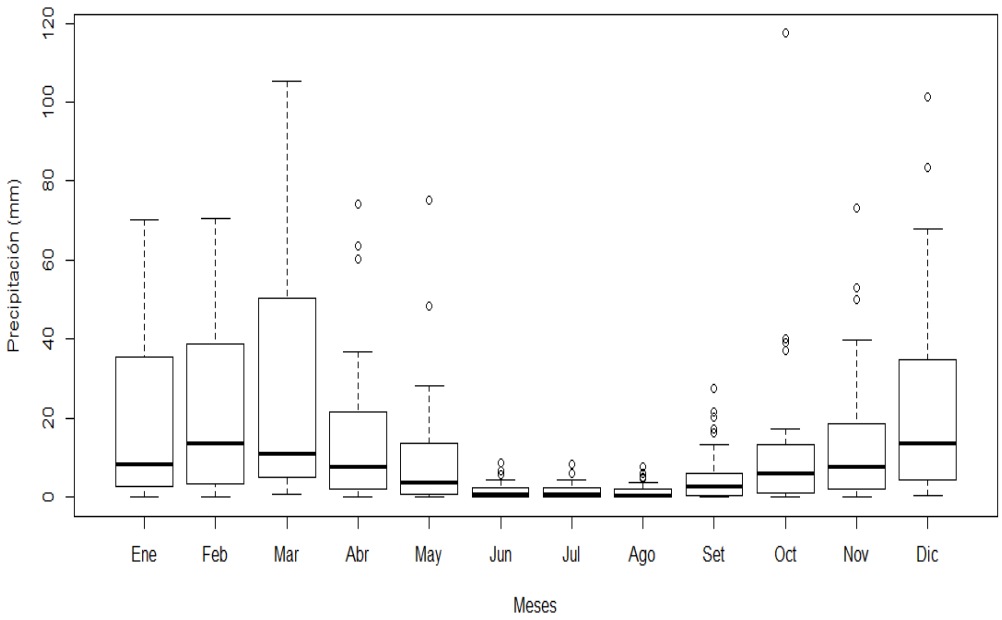
En la Figura 6, se muestra la tendencia de la temperatura máxima registrado durante 33 años, mediante diagramas de caja y bigotes, cuya herramienta nos grafica la distribución de los datos, manifestándose con las más altas temperaturas de los tres primeros meses, teniendo al mes de febrero con el pico más alto de temperatura con valores atípicos o variaciones inusuales, que podrían estar sujetas a las oscilaciones climáticas asociadas con El Niño o La

Niña; y para los meses de abril hasta agosto presenta un receso o disminución gradual, para volver a incrementarse hasta diciembre.

Este patrón registrado para temperatura máxima también se presenta en la temperatura mínima, lo que indica que ambos siguen un comportamiento climático que está asociada a los eventos extraordinarios como el fenómeno del Niño y la Niña.

4.1.3.3. TENDENCIA DE LA PRECIPITACIÓN

FIGURA 7 . PROMEDIO MENSUAL DE LA PRECIPITACIÓN REGISTRADO PARA 33 AÑOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY



En la Figura 7, se muestra la distribución de la precipitación a lo largo de múltiples años, representada mediante box-plots anuales; se observa la tendencia de la precipitación en el distrito de Huarmey, registrado durante 33 años; este análisis anual es de suma importancia, ya que representa la aparición

de los eventos extraordinarios, que se revelan con patrones bien marcados, se manifiestan con las más altas precipitaciones agrupados en los tres primeros meses, teniendo al mes de marzo con el pico más alto de lluvias y una variabilidad inusual mostrado en el box-plots de dicho mes, y para los meses de abril hasta agosto presenta un receso o disminución gradual o sequias de las lluvias, para volver a incrementarse hasta diciembre, presentando con valores atípicos que determinan valores extremos asociados a fenómenos climáticos esquematizados en las cajas de box-plots, cuyo rango del intercuartil (IQR) presentan una alta variabilidad del Q3 sobre el Q1.

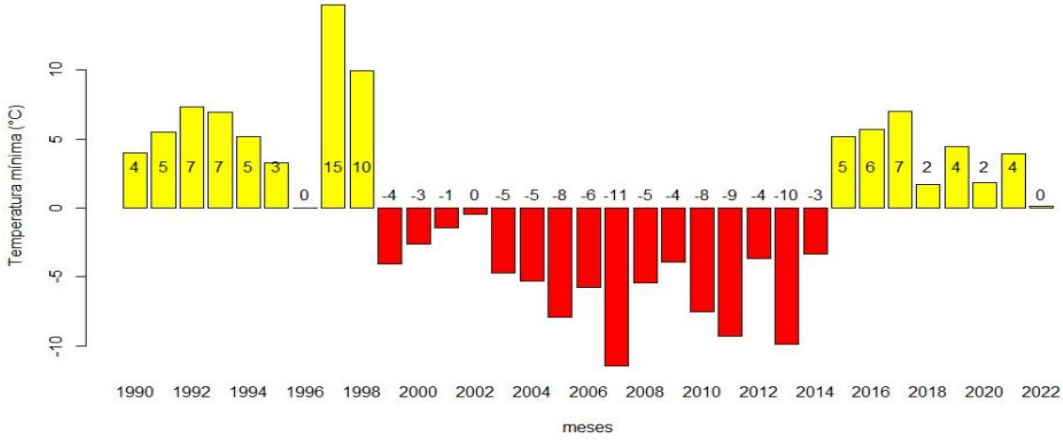
Este patrón registrado para precipitación también se presenta en la temperatura mínima y máxima, con la diferencia de sus valores atípicos, lo que indica que ambos siguen un comportamiento climático que está asociada a los eventos extraordinarios como el fenómeno del Niño y la Niña.

4.1.4. ANOMALÍAS DE LA TEMPERATURA MÍNIMA, MÁXIMA Y PRECIPITACIÓN ANUAL

A continuación, se analizarán las anomalías de las variables objetos del estudio, estos análisis proporcionaran pruebas para determinar patrones y tendencias de las anomalías que se presentaron durante 33 años.

4.1.4.1. ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA MÍNIMA (TMIN.)

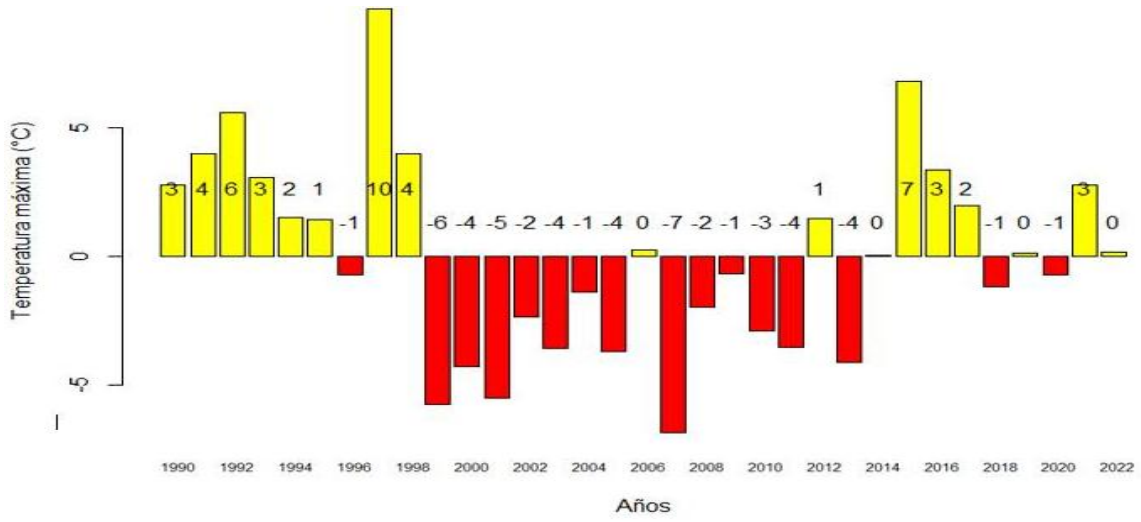
FIGURA 8. PORCENTAJE DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA MÍNIMA (TMIN.) DE 33 AÑOS REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY



En la Figura 8, se muestra las temperaturas mínimas alcanzados durante 1990 y 1995. Las observaciones suponen registros anómalos con fluctuaciones de 0.3ºC y 0.7ºC, lo cual puede relacionarse con el fenómeno de la Niña. En 1996, nosotros no observamos variaciones en los registros; además, entre el 97 y 98 se presentó registros atípicos en cuanto al aumento de la temperatura mínima, que supone una relación directa con los eventos extraordinarios del Niño. A partir de 1999 hasta el 2014 se presentó una tendencia negativa con variaciones muy fluctuantes. Para 2015, 2016 y 2017 el fenómeno del Niño se presentó con menor intensidad, pero con desequilibrios ambientales que afectó la infraestructura, los cultivos y a la misma población.

4.1.4.2. ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA MÁXIMA (TMAX.)

FIGURA 9. PORCENTAJE DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA (TMAX.) DE 33 AÑOS REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY



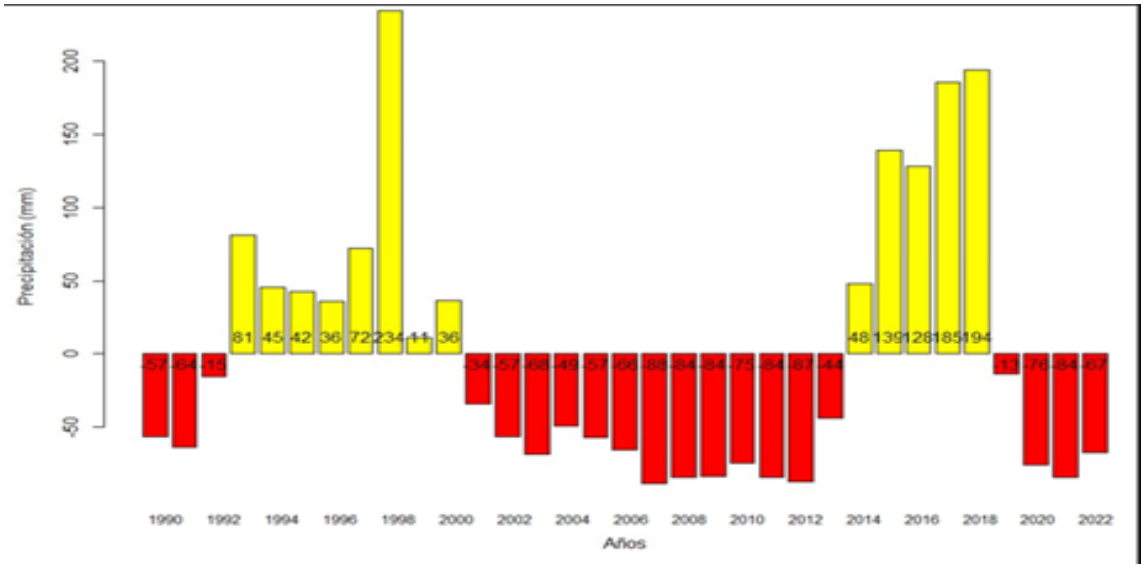
En cuanto a la temperatura máxima, en la Figura 9, se observa que tiene patrones similares con el de la temperatura mínima, cuyos años del 90 al 95 se evidencia alzas de temperatura, el año 1996 decrece la temperatura a valores debajo de 0 y el año 1997 alcanza su pico más alto de 10ºC y el año 1998 decae a 4ºC, observándose temperaturas anormales; los últimos años también se observa las anomalías, atribuyéndose a los fenómenos de la niña y del niño.

Durante estos años (1997 y 1998), las temperaturas mínimas y máximas experimentaron un aumento notable de 3 a 10 grados Celsius en comparación con el promedio histórico. Este tipo de aumento repentino y significativo podría indicar la presencia de un evento climático extremo, como El Niño. El fenómeno de El Niño se caracteriza por el calentamiento anómalo de las aguas

superficiales en el océano Pacífico ecuatorial, lo que puede provocar cambios drásticos en los patrones climáticos a nivel mundial, incluidos aumentos de temperatura en ciertas regiones. En los años 2016-2017, también muestran anomalías en las temperaturas mínimas y máximas, con un aumento de 0 a 7 grados Celsius. Aunque este aumento es menos pronunciado que el observado en 1997-1998, sigue siendo significativo. Este tipo de cambio podría asociarse con variaciones climáticas a largo plazo, como el calentamiento global. El aumento gradual de las temperaturas en esta escala de tiempo podría ser indicativo de tendencias climáticas más amplias, como el cambio climático antropogénico.

4.1.4.3. ANOMALÍA DE LA PRECIPITACIÓN (PPM.)

FIGURA 10. PORCENTAJE DE LA VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN (PPM) DE 33 AÑOS REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY



La precipitación tiene un rol importante en los fenómenos del Niño y la Niña, de su grado de intensidad depende el nivel de daños que hacen en toda la

costa norte, afectando de una manera alarmante a la población que vive en dichos lugares. El gráfico nos muestra justamente que el año 1998 hubo un evento atípico representado por el fenómeno del Niño, lo mismo pasó en los años 2016 y 2017 con muchos pueblos afectados por dicho fenómeno, atribuyéndolos a eventos extraordinarios que son registrados justamente con estas variables climáticas en el distrito de Huarmey.

Esto sugiere un interés en entender cómo la cantidad de lluvia ha fluctuado a lo largo del tiempo en la región.

Los datos revelan que tanto en 1997 como en 1998 hubo un aumento significativo en la precipitación, con picos altos de 72 mm y 234 mm, respectivamente, en comparación con los años anteriores, que tenían un promedio de 50 mm. Este aumento repentino en la precipitación coincide con las anomalías en las temperaturas mínimas y máximas que se observaron durante esos años.

Al tener este patrón sobre una alta precipitación, afirmamos que está asociado con los eventos climáticos extremos, como El Niño, del cual lo mencioné anteriormente. Durante los eventos de El Niño, la temperatura del océano Pacífico ecuatorial aumenta, lo que puede resultar en un aumento en la evaporación y, por lo tanto, en una mayor cantidad de precipitación como lo ocurrido en el distrito de Huarmey.

Por otro lado, en los años 2016 y 2017, aunque también hubo un aumento en la precipitación en comparación con los años anteriores, los valores fueron menores que los observados en 1997 y 1998. Sin embargo, estos años aún mostraron un aumento significativo en la precipitación en comparación con los años anteriores, lo que podría contribuir a las anomalías en las temperaturas observadas durante ese período.

En términos de los déficits de precipitación en los años siguientes, es posible que haya habido una recuperación gradual de los niveles de precipitación hacia valores más cercanos al promedio histórico. Sin embargo, estos déficits podrían variar dependiendo de una variedad de factores climáticos y meteorológicos, así como de la influencia de eventos climáticos globales y regionales.

IMPORTANCIA DE LA PRECIPITACIÓN EN FENÓMENOS DEL NIÑO Y LA NIÑA

Se destaca que la precipitación desempeña un papel crucial en los fenómenos del Niño y La Niña. Estos fenómenos climáticos pueden tener impactos significativos en la costa norte, y la intensidad de la precipitación es un factor clave que determina el nivel de daños que estos eventos pueden causar.

RELACIÓN ENTRE FENÓMENOS CLIMÁTICOS Y NIVEL DE DAÑOS

Se establece una conexión directa entre el grado de intensidad de los fenómenos del Niño y La Niña y el nivel de daños en la costa norte. Esto sugiere que eventos climáticos extremos, como los asociados con estos fenómenos, pueden tener consecuencias preocupantes para la población local.

FENÓMENO DEL NIÑO EN AÑOS ESPECÍFICOS

Se señala que el año 1998 fue testigo de un fenómeno atípico representado por el fenómeno del Niño. Además, se mencionan los años 2016 y 2017 como períodos en los que muchos pueblos fueron afectados por el

fenómeno del Niño. Estos años se identifican como eventos extraordinarios registrados con las variables climáticas en el distrito de Huarmey.

IMPORTANCIA DE LOS EVENTOS EXTRAORDINARIOS EN LA VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

Se determina que los eventos extraordinarios, específicamente asociados con el fenómeno del Niño, son factores significativos en la variación de la precipitación en el distrito. Estos eventos pueden tener un impacto considerable en la cantidad de lluvia y, por lo tanto, en las condiciones climáticas locales.

Si bien el distrito de Huarmey es una zona relativamente fría y con precipitaciones escasas, se puede apreciar el comportamiento de estas variables en estudio para evidenciar fenómenos o anomalías de los fenómenos ocurridos en los diferentes años.

4.1.5. TEST PARA EVALUAR LA ESTACIONALIDAD DE LA TEMPERATURA MÍNIMA, MÁXIMA Y PRECIPITACIÓN ANUAL

4.1.5.1.TEST PARA EVALUAR LA ESTACIONALIDAD DE LA TEMPERATURA MÍNIMA

TABLA 6. EVALUACIÓN DE LA ESTACIONALIDAD DE LA TEMPERATURA MÍNIMA (TMIN.)

Augmented Dickey-Fuller Test data: diff(tm)
Dickey-Fuller = -9.2873, Lag order = 7, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
sigma^2 = 1.697: log likelihood = -664.15
AIC=1334.31 AICc=1334.37 BIC=1346.24

Los resultados indican que la serie de temperatura mínima del distrito de Huarmey parece ser estacionaria, lo que implica que la estacionalidad y cualquier tendencia significativa han sido capturadas en el análisis; por lo que se rechaza la hipótesis nula. Esto proporciona una base sólida para analizar y predecir futuras observaciones de temperatura mínima en el área.

EVALUAMOS EL MODELO

Series: Temperatura mínima.

TABLA 7. PRUEBA ESTADÍSTICA BASADO EN EL MODELO ARIMA (0,1,2) PARA EVALUAR LA ESTACIONALIDAD DE LA TMIN. DEL DISTRITO DE HUARMEY REGISTRADOS EN 33 AÑOS

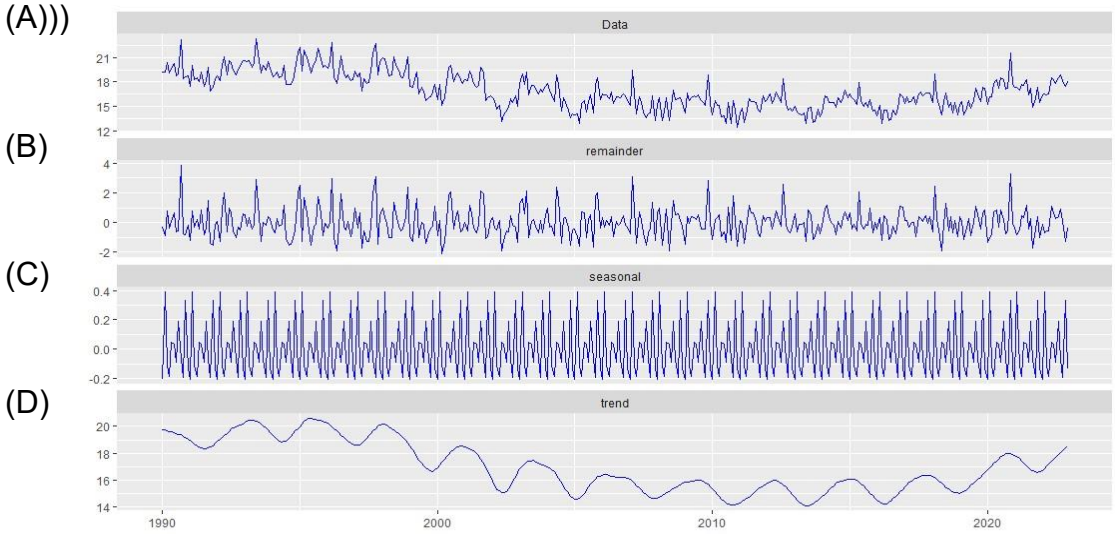
Coeficientes estimados	ar1	ar2	ma1	sar1
	-0.2109	-0.2864	-0.3715	0.0065
Error estándar	0.1054	0.0675	0.1067	0.0531

Abreviaturas: p-valor < 0.05. (ar1), Arima1. (ar2), Arima2.

Los resultados de la prueba estadística basada en el modelo ARIMA (0,1,2) para evaluar la estacionalidad de la temperatura mínima (Tmin.) en el distrito de Huarmey, indica que los coeficientes estimados proporcionan información sobre la relación entre las observaciones pasadas y la observación actual en el modelo ARIMA. En este caso, los coeficientes ar1, ar2 y ma1 representan los términos autorregresivos y de media móvil del modelo, mientras que sar1 se refiere al término de estacionalidad.

Los errores estándar muestran la precisión de las estimaciones de los coeficientes. Cuanto menor sea el error estándar, mayor será la precisión de la estimación. Las abreviaturas indican que los coeficientes con un p-valor menor que 0.05 son estadísticamente significativos.

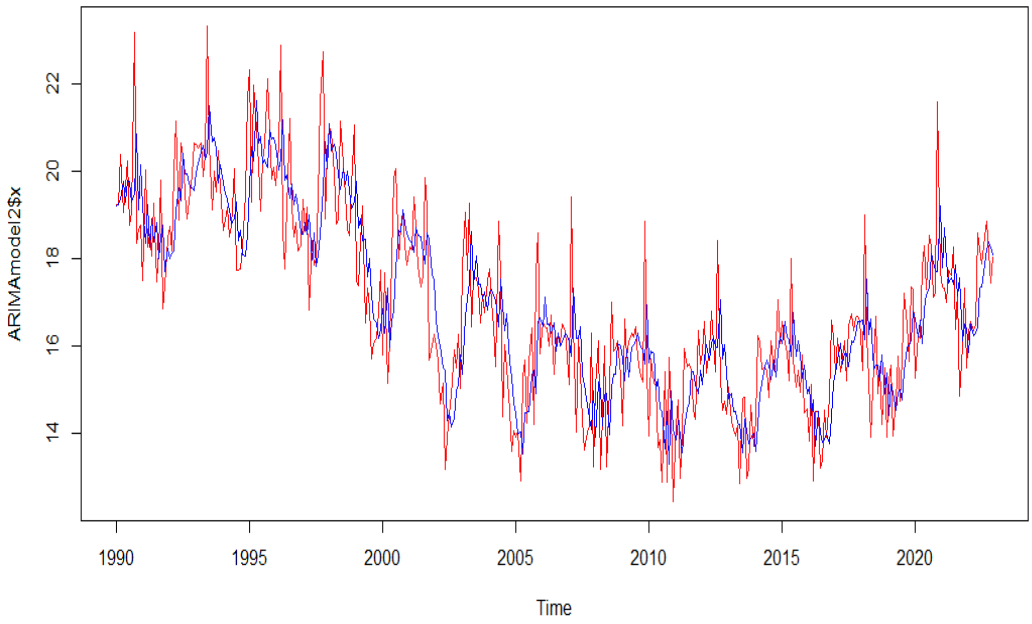
FIGURA 11. PORCENTAJE DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA MÍNIMA (TMIN.) PARA 33 AÑOS REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY. A) SERIE DE TIEMPO PARA TEMPERATURA MÍNIMA (TMIN.). B) RESIDUOS DE LOS VALORES AJUSTADOS. C) ESTACIONALIDAD. D) TENDENCIA DE LA TEMPERATURA MÍNIMA EN FUNCIÓN A LOS AÑOS



La Figura 11, al observar la serie de tiempo de las temperaturas mínimas a lo largo de estos 33 años, podemos identificar patrones y tendencias a largo plazo. Esto nos permite visualizar cómo han variado las temperaturas mínimas a lo largo del tiempo y si hay alguna tendencia discernible, como un aumento o disminución gradual en las temperaturas. Al ajustar los datos de temperatura mínima, podemos obtener los residuos, que son las diferencias entre los valores observados y los valores predichos por el modelo. Al analizar los residuos nos permite evaluar la calidad del ajuste del modelo y detectando posibles patrones o estructuras que el modelo no haya capturado. Al examinar la presencia de estacionalidad en los datos de temperatura mínima, notándose patrones cíclicos o repetitivos que ocurren en el mismo período de tiempo cada año. Esto nos ayuda a entender cómo varían las temperaturas mínimas a lo largo de las estaciones y si hay alguna regularidad en estos cambios estacionales. Al analizar la tendencia a largo plazo de las temperaturas mínimas en función de

los años nos permite determinar si hay un aumento o disminución significativa en las temperaturas mínimas a lo largo del tiempo. Esto proporciona información importante sobre el cambio climático y sus posibles impactos en el distrito de Huarmey.

FIGURA 12. SERIE DE TIEMPO SUPERPONIENDO LOS VALORES OBSERVADOS SOBRE LOS VALORES AJUSTADOS (PRONOSTICO) PARA LA VARIABLE TEMPERATURA MÍNIMA EN 33 AÑOS DE REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY



En la Figura 12, se observa una línea azul que representa los valores observados y una línea roja que indica los valores ajustados o pronosticados. Esta superposición sugiere que los modelos utilizados para ajustar los datos han capturado de manera efectiva las tendencias generales de la variable en estudio.

Se destaca que las tendencias de los valores observados y ajustados son similares. Esto sugiere que el modelo utilizado para realizar los ajustes ha

capturado de manera precisa el comportamiento general de la variable en cuestión a lo largo de los años.

Se observa que hay pronunciamientos visibles en las líneas, indicando que hay momentos en los que la variable en estudio experimenta cambios notables. Estos cambios pueden representar eventos o patrones significativos en la temperatura mínima a lo largo del tiempo.

En tal sentido, la variable exhibe un comportamiento que varía anualmente. Este análisis temporal puede revelar patrones estacionales, ciclos climáticos u otros factores que afectan la temperatura mínima.

Los picos altos de calor (1990-1998) y variaciones sustanciales (2017, 2022), se identifican periodos específicos con características notables. Del año 1990 al 1998, se muestran "picos altos de calor", una tendencia en que la temperatura mínima fue significativamente alta. Luego, se observa una variación sustancial en los años 2017 y 2022, lo que sugiere cambios significativos en esos años en particular. Los resultados nos indican que los eventos extraordinarios se están acortando sobre su aparición que pueden estar ligados a factores ambientales como el cambio climático.

4.1.5.2. TEST PARA EVALUAR LA ESTACIONALIDAD DE LA TEMPERATURA MÁXIMA

El análisis realizado utilizando el test de Dickey-Fuller aumentado (ADF) es una técnica comúnmente empleada para determinar si una serie temporal es estacionaria o no. En este caso, se ha aplicado a las diferencias de la serie de temperatura máxima para el distrito de Huarmey, como se indica por "diff(tmx)", tal como observamos en la Tabla 6.

TABLA 8. EVALUACIÓN DE LA ESTACIONALIDAD DE LA TEMPERATURA (MAX.)

Augmented Dickey-Fuller Test data: diff(tmx)
Dickey-Fuller = -9.2873, Lag order = 7, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
sigma^2 = 1.697: log likelihood = -664.15
AIC=1334.31 AICc=1334.37 BIC=1346.24

Los resultados del test de Dickey-Fuller muestran un estadístico de prueba (Dickey-Fuller) de -9.2873 y un p-valor de 0.01. Este test se utilizó para evaluar si una serie temporal es estacionaria o no. En este caso, la hipótesis nula del test es que la serie temporal no es estacionaria. Dado que el p-valor es menor que el nivel de significancia típico de 0.05, se rechaza la hipótesis nula. Esto sugiere que la serie temporal es estacionaria, lo que significa que después de aplicar la diferenciación de primer orden, la serie de diferencias de temperatura máxima parece no tener tendencia ni estacionalidad significativa.

Los estadísticos AIC (Akaike Information Criterion) y BIC (Bayesian Information Criterion) se utilizó para comparar diferentes modelos, siendo valores más bajos indicativos de un mejor ajuste. En este caso, los valores de AIC y BIC son 1334.31 y 1346.24 respectivamente, lo que sugiere que el modelo ARIMA (0,1,2) se ajusta bien a los datos.

TABLA 9. PRUEBA ESTADÍSTICA BASADO EN EL MODELO ARIMA (0,1,2) PARA EVALUAR LA ESTACIONALIDAD DE LA TMAX. DEL DISTRITO DE HUARMEY REGISTRADOS EN 33 AÑOS

Coeficientes estimados	ar1	ar2
	-0.5466	-0.1065
Error estándar	0.0519	0.0568

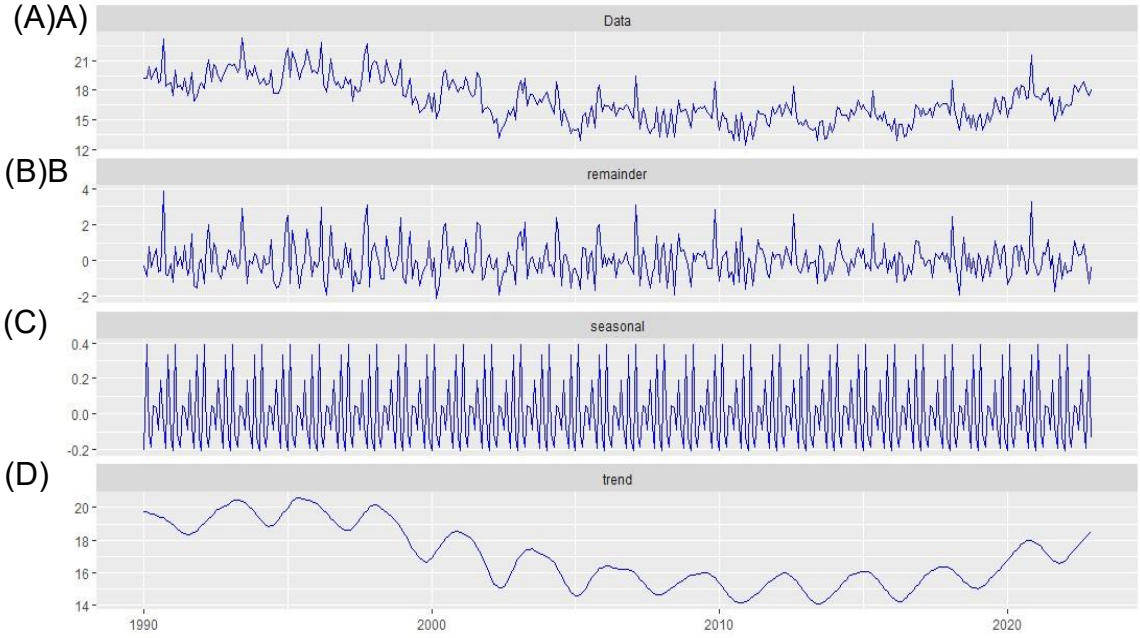
Abreviaturas: p-valor < 0.05. (ar1), Arima1. (ar2), Arima2

En el modelo ARIMA, los coeficientes estimados ar1 y ar2 representan la relación entre las observaciones pasadas y la observación actual en la serie temporal. Estos coeficientes nos permiten comprender cómo los valores anteriores de la temperatura máxima del distrito de Huarmey afectan al valor actual.

El coeficiente ar1 es negativo (-0.5466), lo que indica que hay una relación inversa entre la temperatura máxima en un período anterior y la temperatura máxima actual. Esto significa que cuando la temperatura máxima en el pasado aumenta, es probable que la temperatura máxima actual disminuya, y viceversa. Del mismo modo, el coeficiente ar2 también proporciona información sobre cómo las observaciones pasadas afectan a la observación actual, pero en este caso, con una relación más débil debido a su valor más pequeño (-0.1065).

Los errores estándar asociados con estos coeficientes nos dan una idea de la incertidumbre en estas estimaciones. Cuanto menor sea el error estándar, más confianza tendremos en la precisión del coeficiente estimado; lo que es fundamental para comprender la dinámica de la serie temporal y para realizar predicciones precisas en el futuro.

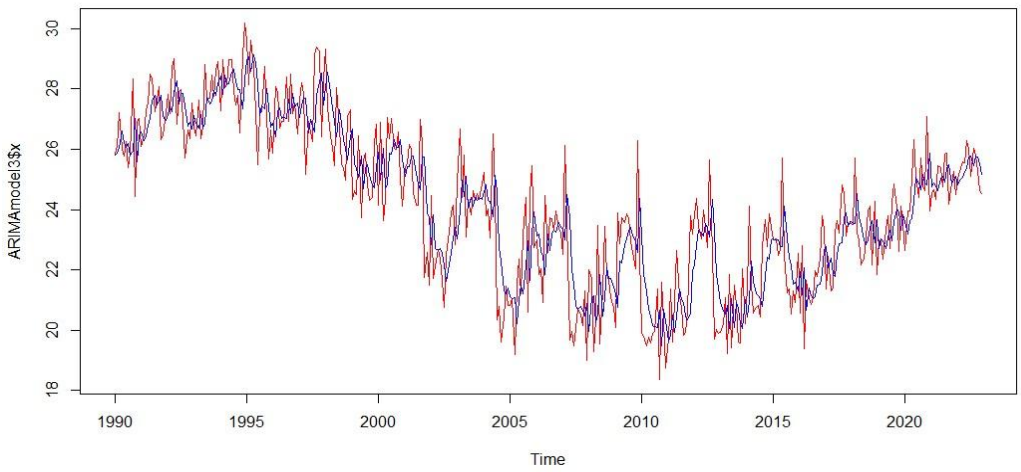
FIGURA 13. PORCENTAJE DE LA VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA (TMAX) PARA 33 AÑOS REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY. A) SERIE DE TIEMPO PARA TEMPERATURA MÁXIMA (TMAX). B) RESIDUOS DE LOS VALORES AJUSTADOS. C) ESTACIONALIDAD. D) TENDENCIA DE LA TEMPERATURA MÁXIMA EN FUNCIÓN A LOS AÑOS



El análisis de la serie de tiempo de la temperatura máxima a lo largo de estos 33 años nos proporciona una visión detallada de cómo han variado las temperaturas más altas en el tiempo. Podemos observar patrones estacionales, tendencias a largo plazo y eventos extremos que podrían haber ocurrido durante este período. Esto nos ayuda a comprender la variabilidad climática y sus posibles impactos en el distrito de Huarmey. Los Residuos de los valores ajustados representan las discrepancias entre los valores observados y los valores predichos por el modelo. Esto es crucial para mejorar la precisión de las predicciones climáticas y entender las fuentes de variabilidad no explicada por el modelo. Al igual que con la temperatura mínima, examinamos la presencia de estacionalidad en los datos de temperatura máxima. Esto implica buscar

patrones cíclicos o repetitivos que ocurran en el mismo período de tiempo cada año. Identificar la estacionalidad nos ayuda a entender cómo varían las temperaturas máximas a lo largo de las estaciones y si hay alguna regularidad en estos cambios estacionales. Al analizar la tendencia a largo plazo de las temperaturas máximas en función de los años es crucial para detectar cambios climáticos a largo plazo. Una tendencia creciente o decreciente en las temperaturas máximas a lo largo de los años puede indicar cambios significativos en el clima del distrito de Huarmey. Esto podría tener importantes implicaciones para la agricultura, la salud pública y la infraestructura, entre otros aspectos.

FIGURA 14. SERIE DE TIEMPO SUPERPONIENDO LOS VALORES OBSERVADOS SOBRE LOS VALORES AJUSTADOS (PRONOSTICO) PARA LA VARIABLE TEMPERATURA MÁXIMA EN 33 AÑOS DE REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY



La Figura 14, se aprecia la superposición de los valores observados de temperatura máxima sobre los valores ajustados o pronosticados para los 33 años de registros en Huarmey, podemos observar cómo se comparan los datos reales con las predicciones del modelo. Los valores ajustados siguen de cerca

los valores observados a lo largo del tiempo, esto sugiere que el modelo es capaz de reproducir fielmente la variabilidad y las tendencias en los datos reales de temperatura máxima. Por otro lado, no hay discrepancias significativas entre los valores observados y ajustados, esto nos indica que el modelo está capturando adecuadamente ciertos aspectos de la variabilidad climática en Huarmey.

4.1.5.3. TEST PARA EVALUAR LA ESTACIONALIDAD DE LAS LLUVIAS

Los resultados del test de Dickey-Fuller para evaluar la estacionalidad de las lluvias en Huarmey son los siguientes:

Estadístico Dickey-Fuller: -11.02

Lag order: 7

P-valor: 0.01

Dado que el p-valor (0.01) es menor que el nivel de significancia típico de 0.05, se rechaza la hipótesis nula. Esto indica que la serie temporal de precipitación (ppm) es estacionaria, lo que significa que no hay una tendencia significativa en los datos y que la estacionalidad está presente.

Otros valores proporcionados incluyen:

Sigma^2: 275.1

Log-verosimilitud: -1668.73

AIC (Akaike Information Criterion): 3347.46

AICc (Corregido AIC): 3347.62

BIC (Bayesian Information Criterion): 3367.36

Estos valores se utilizaron para evaluar la bondad de ajuste del modelo. En este caso, los valores de AIC, AICc y BIC más bajos indican un mejor ajuste

del modelo. En general, los valores sugieren que el modelo utilizado para evaluar la estacionalidad de las lluvias en Huarmey tiene un buen ajuste a los datos.

Según los resultados del test de Dickey-Fuller y los valores asociados, se puede decir que Huarmey presenta estacionalidad en las lluvias, lo que sugiere patrones consistentes a lo largo de los años y meses de evaluación.

EVALUANDO EL MODELO

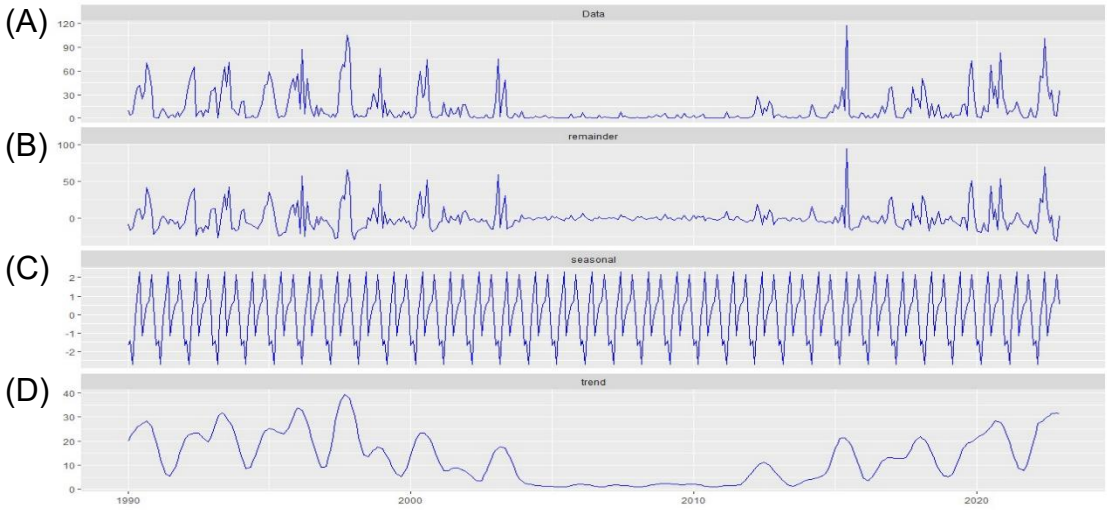
TABLA 10. PRUEBA ESTADÍSTICA BASADO EN EL MODELO ARIMA (2,1,1) (1,0,0) PARA EVALUAR LA ESTACIONALIDAD DE LA PRECIPITACIÓN DEL DISTRITO DE HUARMEY REGISTRADOS EN 33 AÑOS

Coeficientes estimados	ar1	ar2	ma1	sar1
	0.3807	0.1622	-0.9748	-0.0074
Error estándar	0.0509	0.0511	0.0106	0.0537

Abreviaturas: p-valor < 0.05. (ar1), Arima1. (ar2), Arima2.

Los resultados indican que el modelo ARIMA (2,1,1) (1,0,0) proporciona una representación adecuada de la estacionalidad de la precipitación en el distrito de Huarmey durante los 33 años registrados

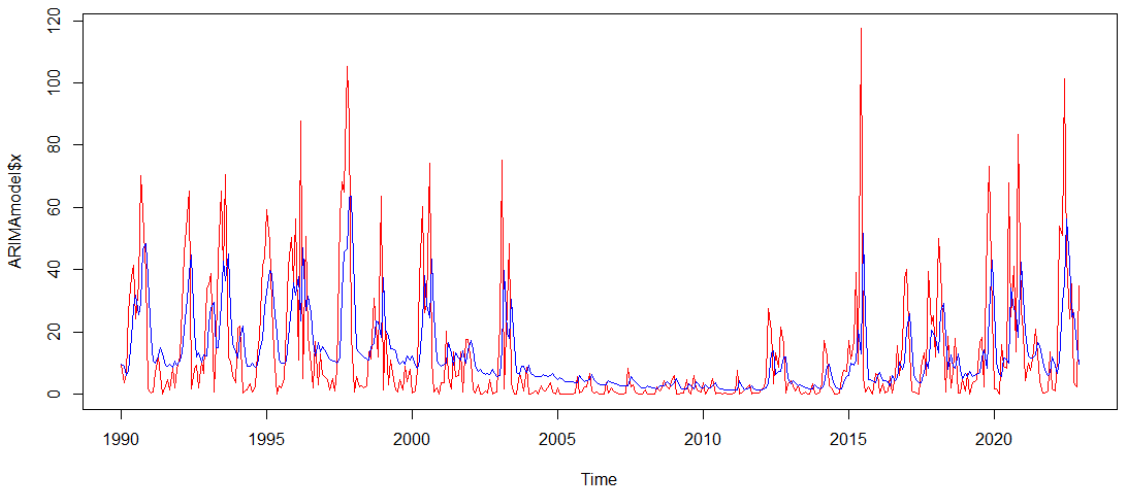
FIGURA 15. PORCENTAJE DE LA VARIACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN (PPM) PARA 33 AÑOS REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY. A) SERIE DE TIEMPO PARA PRECIPITACIÓN (PPM). B) RESIDUOS DE LOS VALORES AJUSTADOS. C) ESTACIONALIDAD. D) TENDENCIA DE LAS PRECIPITACIONES EN FUNCIÓN A LOS AÑOS



Analizar la serie de tiempo de la precipitación a lo largo de estos 33 años nos proporciona una visión detallada de cómo han variado las cantidades de lluvia en el tiempo. Podemos identificar patrones estacionales, tendencias a largo plazo y eventos extremos, lo que nos ayuda a comprender la variabilidad climática y sus posibles impactos en el distrito de Huarmey. Esto es crucial para la gestión del agua, la agricultura y la planificación urbana, entre otros aspectos. Así mismo, al ajustar el modelo a los datos de precipitación, los residuos representan las diferencias entre los valores observados y los valores predichos por el modelo. Analizar estos residuos nos permite evaluar la calidad del ajuste del modelo y detectando posibles patrones o estructuras que el modelo no ha capturado. Esto es esencial para comprender las fuentes de variabilidad no explicada por el modelo y mejorar la precisión de las predicciones de precipitación. La presencia de la estacionalidad en los datos de precipitación nos permite identificar patrones cíclicos o repetitivos que ocurren en el mismo

período de tiempo cada año. Esto incluye las estaciones de lluvia y sequía, así como los eventos climáticos extremos asociados con ciertos períodos del año. Analizar la tendencia a largo plazo de las precipitaciones en función de los años nos permitió detectar cambios significativos en los patrones de lluvia a lo largo del tiempo. Una tendencia creciente o decreciente en la precipitación puede tener importantes implicaciones para la disponibilidad de agua, la agricultura y la gestión de riesgos de desastres. Identificar estas tendencias es fundamental para la adaptación al cambio climático y la planificación de la resiliencia en Huarmey y otras áreas afectadas por la variabilidad climática.

FIGURA 16. SERIE DE TIEMPO SUPERPONIENDO LOS VALORES OBSERVADOS SOBRE LOS VALORES AJUSTADOS (PRONOSTICO) PARA LA VARIABLE PRECIPITACIÓN (PPM) EN 33 AÑOS DE REGISTRADOS EN EL DISTRITO DE HUARMEY



La Figura 16, muestra claramente la superposición de los valores observados de precipitación (ppm) sobre los valores ajustados o pronosticados para la serie de tiempo de 33 años en la localidad de Huarmey, que ofrece una perspectiva clara sobre la eficacia del modelo predictivo en la captura de

patrones y variaciones en la precipitación. Este análisis es fundamental para evaluar la precisión de las predicciones climáticas y su relevancia para la planificación y gestión de recursos en la región. La comparación directa entre los valores observados de precipitación y los pronósticos ajustados por el modelo a lo largo de los 33 años en Huarmey revela la capacidad del modelo para reproducir los patrones históricos de lluvia. Se observa que los valores ajustados se alinean estrechamente con los observados, lo que indica que el modelo es efectivo en prever la precipitación basándose en los datos históricos, incluyendo la captura de las estacionalidades y posiblemente las tendencias a largo plazo.

4.1.6. COMPONENTES ACUMULADOS (PCA) Y ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTO

En la Tabla 11, se muestra los Eigen valores (valores propios), la proporción de varianza y el porcentaje acumulado, tanto para el componente 1 (CP1) y 2 (CP2). Además, la variabilidad de los datos observados puede ser explicados graficando el CP1 y CP2, que aglomeran el 96.8 % de variabilidad de los datos climáticos de 33 años de evaluación. De otro lado, el CP1 presenta un valor de 2.2 en su Eigen valor; mientras que, el CP2 obtuvo 0.70. Por otro lado, el CP1 se caracteriza por presentar magnitudes positivas cercanos a 1 para la Tmin, Tmax y ppm; mientras que, la ppm caracterizo mejor al CP2.

TABLA 11. EIGEN VALORES PARA LOS COMPONENTES PRINCIPALES DE 33 AÑOS DE REGISTRO CLIMÁTICOS PARA LA PROVINCIA DE HUARMEY

Variable	CP1	CP2
Tmin	**0.598**	-0.346
Tmax	**0.593**	-0.414
Ppm	0.538	**0.84**
Eigen valor	2.20	0.70
Proporción de varianza (%)	73.46	23.38
Acumulado (%)	73.46	96.80

El CP1 se caracteriza por tener magnitudes positivas cercanas a 1 para las variables Tmin, Tmax y ppm. Esto sugiere que estas variables están fuertemente correlacionadas y contribuyen en gran medida a la variabilidad explicada por el CP1. Por otro lado, el CP2 parece estar dominado por la variable ppm, ya que tiene una magnitud positiva significativa (0.84). Esto sugiere que la precipitación (ppm) es la variable principal que contribuye a la variabilidad explicada por el CP2.

La interacción entre la temperatura y la precipitación durante eventos climáticos extremo tiene un aumento significativo tanto en la temperatura mínima como en la precipitación durante los años 1997 y 1998, lo que coincide con la presencia de El Niño, un fenómeno climático extremo conocido por sus impactos en todo el mundo.

Durante El Niño, la temperatura del océano Pacífico ecuatorial se eleva, lo que a menudo conduce a un aumento en la precipitación y en las

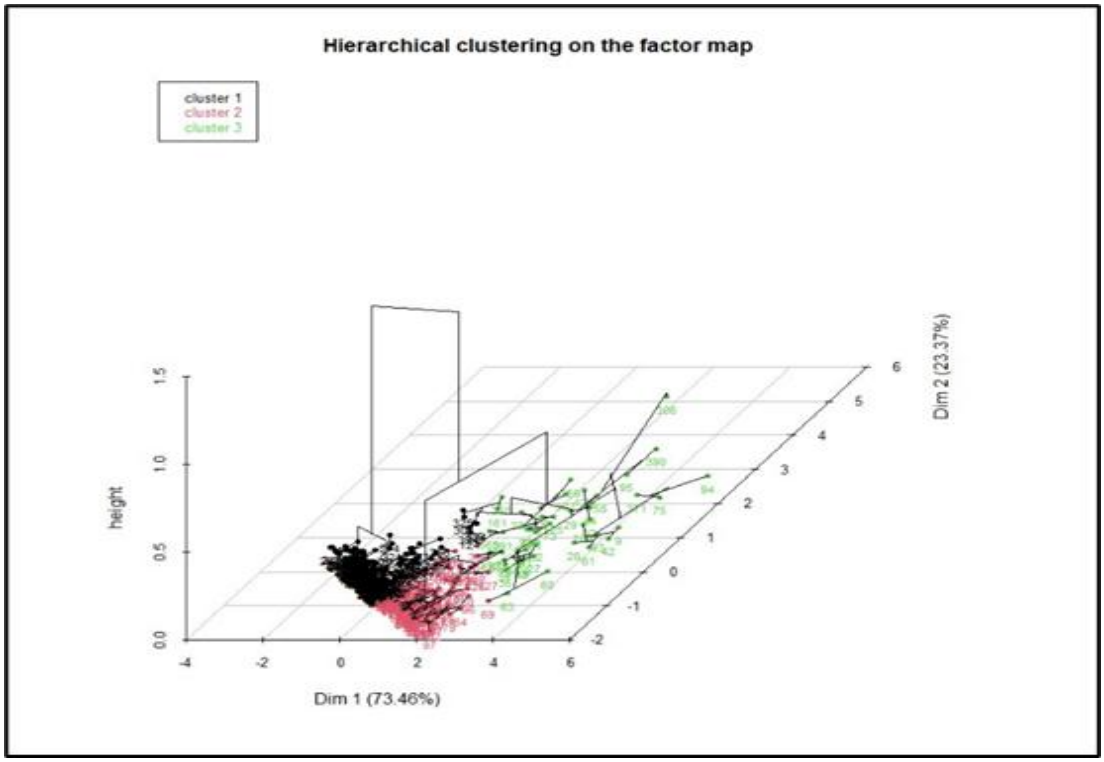
temperaturas, como se observó en este caso. Esta asociación entre El Niño, la precipitación y las temperaturas es crucial para comprender los patrones climáticos y sus efectos en diversas regiones.

Se utilizó un plano cartesiano (Figura 17) para graficar los componentes principales CP1 y CP2 con el objetivo de explicar la gran variabilidad de los datos evaluados. Al observar la gráfica, se notó que los datos se agrupaban en diferentes conjuntos identificados por puntos de color negro, rojo y verde. En particular, se observó que los puntos del grupo de color rojo estaban asociados principalmente con el CP1, mientras que los del grupo verde estaban relacionados con el CP2.

Una interpretación preliminar sugiere que los puntos del grupo negro representan observaciones con valores por debajo del promedio general, mientras que los del grupo rojo están cerca del promedio. Sin embargo, lo más notable fue que los puntos del grupo verde, aunque menos concentrados, mostraron una gran variabilidad. Esto sugiere que los meses representados por estos puntos han experimentado temperaturas y precipitaciones más altas de lo normal, lo que demuestra que están relacionados con fenómenos climáticos como El Niño, La Niña y otros.

En tal sentido, la gráfica de los componentes principales proporcionó una forma visual de comprender la variabilidad en los datos evaluados, destacando la posible influencia de diferentes condiciones climáticas en distintos períodos de tiempo.

FIGURA 17. DATOS DEL PCA PARA COMPONENTES PRINCIPALES DE LAS VARIABLES TMIN, TMAX Y PPM



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. RELACIÓN DE LOS EVENTOS EXTRAORDINARIOS COMO FENÓMENO DEL NIÑO Y LA NIÑA CON LA TEMPERATURA MÍNIMA

El análisis detallado de la temperatura mínima en el distrito de Huarmey revela una serie de patrones interesantes que pueden proporcionar información valiosa sobre las tendencias climáticas en la región. El mes de febrero emerge como un punto focal debido a sus valores significativamente elevados en comparación con otros meses, con un promedio de 19.85°C, lo que lo convierte en el mes más cálido en términos de temperatura mínima. Esta observación sugiere una posible influencia de patrones climáticos específicos durante ese período del año.

La Desviación Estándar de ±1.28 en relación con la media indica una estacionalidad marcada durante los 33 años de evaluación. Esto implica que, a pesar de las fluctuaciones en las temperaturas mínimas a lo largo del tiempo, hay una consistencia general en los patrones estacionales. Sin embargo, vale la pena señalar que se observan valores atípicos tanto en enero como en febrero, lo que podría indicar la presencia de eventos climáticos excepcionales durante esos meses.

El análisis de correlación revela una fuerte asociación entre los meses de enero a marzo, caracterizados por temperaturas mínimas más altas y tendencias climáticas constantes. Por otro lado, los meses de junio a diciembre muestran una correlación positiva significativa, pero con un período más frío en comparación con los primeros meses del año. La evaluación de la estacionalidad mediante pruebas estadísticas como el

Augmented Dickey-Fuller Test y el modelo ARIMA (0,1,2) proporciona una base sólida para comprender y predecir las fluctuaciones en la temperatura mínima en el distrito.

Los resultados sugieren que la serie de temperatura mínima es estacionaria, lo que implica que la estacionalidad y cualquier tendencia significativa han sido capturadas en el análisis. Esto es fundamental para la planificación y la toma de decisiones en sectores como la agricultura, donde las condiciones climáticas pueden tener un impacto significativo. Es significativo resaltar que tanto las tendencias de los valores observados como los ajustados son similares, lo que sugiere que el modelo utilizado para realizar los ajustes ha capturado de manera precisa el comportamiento general de la temperatura mínima a lo largo de los años; tal como lo registró (García et al., 2017) en su investigación denominada “Evolución climática en la costa de Ecuador por efecto del cambio climático”, con valores relativamente bajos y negativos en cuanto a la temperatura y precipitación. Además, se pueden observar pronunciamientos visibles en las líneas, indicando momentos en los que la variable en estudio experimenta cambios notables. Estos cambios pueden representar eventos o patrones significativos en la temperatura mínima a lo largo del tiempo, como variaciones estacionales o eventos climáticos extremos.

En particular, se pueden identificar periodos específicos con características notables. Durante los años 1990-1998, se observan "picos altos de calor", mostrando una tendencia en la que la temperatura mínima fue significativamente alta. Posteriormente, se aprecian variaciones sustanciales en los años 2015, 2016, 2017 y 2022, lo que sugiere cambios

significativos en esos años en particular. Estos hallazgos son importantes ya que indican la presencia de eventos extraordinarios que pueden estar acortando su aparición, posiblemente relacionados con factores ambientales como el cambio climático. El análisis de la temperatura mínima a lo largo del tiempo revela no solo patrones estacionales y ciclos climáticos, sino también la influencia de factores externos en la variabilidad climática. Estos resultados subrayan la importancia de continuar monitoreando y estudiando los cambios en la temperatura mínima para comprender mejor su dinámica y sus implicaciones para el medio ambiente y la sociedad.

5.2. RELACIÓN DE LOS EVENTOS EXTRAORDINARIOS COMO FENÓMENO DEL NIÑO Y LA NIÑA CON LA TEMPERATURA MÁXIMA

El análisis detallado de los datos climáticos proporciona una comprensión profunda de los patrones y las tendencias de la temperatura máxima en el distrito de Huarmey, lo que constituye una base sólida para investigaciones futuras sobre el clima en la región.

En los estadísticos descriptivos para la temperatura máxima, destaca el mes de febrero como el período con valores más extremos o altos tanto en mínimos como en máximos. Estos resultados sugieren una estrecha relación entre los meses de febrero y los eventos climáticos extremos como El Niño y La Niña. Además, la baja Desviación Estándar indica una agrupación significativa de los datos alrededor de la media, lo que confiere mayor confiabilidad a los períodos calurosos registrados durante estos meses.

La Figura 3, muestra una división de los meses en dos grupos en función de los registros de temperatura máxima, lo que permite identificar patrones estacionales distintos. El primer grupo, compuesto por los meses de enero a marzo, exhibe correlaciones positivas fuertes y altamente significativas, sugiriendo un período más cálido con tendencias similares entre estos meses. Por otro lado, el segundo grupo, que abarca de abril a diciembre, muestra correlaciones positivas, pero con un período menos caluroso en comparación con los primeros meses del año.

La tendencia de la temperatura máxima durante los 33 años de estudio, determina a los meses de enero a marzo las temperaturas más altas, destacando febrero como el mes con el pico máximo de temperatura. Posteriormente, se observa una disminución gradual de la temperatura hasta agosto, seguida de un aumento hacia diciembre. Estos patrones coinciden con los observados en la temperatura mínima, lo que indica una asociación climática consistente entre ambas variables y su relación con fenómenos climáticos como El Niño y La Niña; esto lo corrobora (Martínez et al., 2017), que durante el 2015-16, se experimentó una combinación inédita de El Niño, la fase cálida de la Oscilación Decadal del Pacífico y el período más cálido del planeta, desde que existen registros. Para (Vázquez & Vázquez, 2017), en su investigación denominada “El Niño. Oscilación del Sur 2015/16 y su impacto sobre el régimen de la temperatura media superficial del aire en el Paraguay” en sus resultados concluye que las anomalías de la temperatura superficial del mar de la región El Niño presentan indicios que pueden ser utilizados para predecir comportamiento del régimen de la temperatura superficial del aire.

También se destaca los patrones similares entre la temperatura mínima y máxima, con notables fluctuaciones durante los años 1990-1998 y anomalías posteriores 2015 y 2016, atribuidas a la influencia de los fenómenos de El Niño y La Niña; esto lo manifiesta (Pabón & Montealegre, 2017), en su investigación denominada “Los fenómenos de El Niño y de La Niña, su efecto climático e impactos socioeconómicos”, que durante los eventos del Niño se observan importantes aumentos en la temperatura del aire en el sureste de Australia, noroeste y noreste de América, Centroamérica y norte de Suramérica y áreas centrales del oriente y occidente de Suramérica, sector suroriental de África y el noreste de Asia”.

El análisis realizado utilizando el test de Dickey-Fuller aumentado (ADF) confirma la estacionariedad de la serie temporal de temperatura máxima, lo que proporciona una base sólida para futuros estudios y pronósticos climáticos en el área. La evaluación de la estacionalidad de la temperatura máxima en el distrito de Huarmey, utilizando el test de Dickey-Fuller aumentado (ADF) y el modelo ARIMA (0,1,2), proporciona una perspectiva valiosa sobre la naturaleza de la serie temporal y su capacidad para modelar futuras observaciones. Los resultados del test de Dickey-Fuller indican un estadístico de prueba (Dickey-Fuller) de -9.2873 y un p-valor de 0.01. Al tener un p-valor menor que el nivel de significancia de 0.05, se rechaza la hipótesis nula de no estacionariedad. Esto sugiere que, después de aplicar la diferenciación de primer orden, la serie de diferencias de temperatura máxima parece no tener tendencia ni estacionalidad significativa, lo cual es esencial para realizar análisis y pronósticos más precisos. Los estadísticos AIC y BIC, utilizados para comparar diferentes modelos, arrojan valores de 1334.31 y 1346.24, respectivamente. Estos valores relativamente

bajos sugieren que el modelo ARIMA (0,1,2) se ajusta bien a los datos de temperatura máxima en el distrito de Huarmey, indicando una buena capacidad de este modelo para representar la variabilidad en los datos. Los coeficientes estimados del modelo ARIMA (0,1,2): El coeficiente ar1 es negativo (-0.5466), indicando una relación inversa entre la temperatura máxima en un período anterior y la temperatura máxima actual. Esta relación sugiere que un aumento en la temperatura máxima en el pasado está asociado con una disminución en la temperatura máxima actual, y viceversa. El coeficiente ar2, aunque más débil en magnitud (-0.1065), sigue proporcionando información sobre cómo las observaciones pasadas influyen en la observación actual. Los errores estándar asociados con estos coeficientes brindan información sobre la confiabilidad de las estimaciones. La precisión de estos coeficientes es crucial para comprender la dinámica de la serie temporal y realizar predicciones futuras confiables.

Entones podemos decir que, el análisis de estacionalidad y modelado ARIMA proporciona una base robusta para comprender la variabilidad temporal de la temperatura máxima en el distrito de Huarmey, lo cual es esencial para realizar pronósticos climáticos más precisos y respaldar la toma de decisiones en diferentes sectores afectados por las condiciones climáticas. El Niño tiene una gran influencia en las variaciones climáticas de diversas partes del mundo, y en Paraguay el clima se ve seriamente perturbado cada vez que aparece dicho fenómeno (Vázquez & Vázquez, 2017).

5.3. RELACIÓN DE LOS EVENTOS EXTRAORDINARIOS COMO FENÓMENO DEL NIÑO Y LA NIÑA CON LA PRECIPITACIÓN

La precipitación en el distrito de Huarmey revela importantes patrones climáticos y su relación con eventos extraordinarios como El Niño y La Niña. Aquí se destacan los hallazgos clave: Los Patrones de precipitación a lo largo del año recoge una clara distinción entre tres grupos de meses en cuanto a la cantidad de precipitación. Los primeros meses (enero a marzo) muestran altas precipitaciones, seguidos por un período de escasez de lluvias en el medio del año (junio a agosto) y, finalmente, un retorno de las precipitaciones frecuentes hacia finales del año (septiembre a diciembre). Esta distinción es importante para comprender la variabilidad climática en la región y su relación con fenómenos climáticos, lo que indican que los primeros meses del año están asociados con tendencias cálidas y altas precipitaciones, lo cual puede estar relacionado con eventos como El Niño y la Niña. Los años 1998, 2016 y 2017 se destacan como períodos con eventos climáticos extremos que afectaron significativamente la cantidad de lluvia en la región. Esto determinó un impacto en la región, desempeñando un papel crucial en los fenómenos de El Niño y La Niña, con la intensidad de la lluvia determinando el nivel de daños en la costa norte. Los años 1997,1998, 2015, 2016 y 2017 se identifican como momentos de especial preocupación debido a los eventos extremos que afectaron a muchas comunidades; estos datos obtenidos lo corrobora (Martínez et al., 2017), que indica que al norte de Sudamérica, se dieron eventos puntuales de precipitaciones extremas y las consecuentes inundaciones en varios países, desde el centro hasta el sur del continente.

Tal es así, que al evaluar la estacionalidad de la precipitación; en los resultados del test de Dickey-Fuller y el modelo ARIMA sugieren que la serie temporal de precipitación en Huarmey es estacionaria, lo que indica patrones

consistentes a lo largo de los años y meses de evaluación. Esto proporciona una base sólida para entender y predecir futuras observaciones de precipitación en la región.

Modelando la estacionalidad, en el modelo ARIMA (2,1,1) (1,0,0) se identifica como adecuado para representar la estacionalidad de la precipitación en el distrito de Huarmey durante los 33 años registrados. Este modelo ofrece una herramienta útil para comprender la dinámica de la precipitación y puede ser utilizado para realizar predicciones futuras con cierto grado de precisión; tal como lo afirma (Rossi & Soares, 2018), que hay repercusiones muy graves tanto en la composición y funcionamiento de los ecosistemas como en los beneficios económicos que éstos reportan. En esta revisión, a la luz del último El Niño sufrido entre los años 2015 y 2016

Según el análisis estadístico nos proporciona indicios de una correlación positiva media entre la temperatura y la precipitación durante estos años, es esencial realizar un análisis estadístico en las zonas costeras del norte que fueron las más afectadas para cuantificar y validar esta relación; tal es el caso en su estudio (Echegaray et al., 2023), indica que el ciclón Yaku, ocasionó fuertes gradientes térmicos, alteró los factores hídricos, trajo consigo inundaciones y afectó la atención de la demanda de agua, que en estas regiones semiáridas se ve alterada por el cambio climático.

El impacto de los factores climáticos complejos en la relación entre la temperatura mínima y máxima, se espera que estén positivamente correlacionadas en general, la presencia de eventos extremos como El Niño puede alterar esta relación de manera temporal o localizada. Otros factores

climáticos complejos, como la variabilidad atmosférica y la influencia de los océanos, también pueden desempeñar un papel en la relación entre la temperatura mínima y máxima en diferentes contextos geográficos y climáticos, como lo demuestra (Balcázar & Lozano, 2019), en su estudio de investigación "*Determinación de la variabilidad climática y cambio climático mediante el análisis de la temperatura y la precipitación en el distrito de Contumazá*, que han experimentado cambios durante el período 1965-2018, ocasionando variabilidad climática interanual y cambio climático en la localidad. Sus resultados determinaron que existe una gran variabilidad climática interanual en los promedios anuales de la temperatura máxima y mínima, así como en los acumulados anuales de precipitación, la misma que está asociada a la ocurrencia del fenómeno "El Niño Oscilación Sur".

CONCLUSIONES

• La variabilidad climática en el distrito de Huarmey, departamento de Ancash, durante el período 1990-2022, muestra una relación significativa con los eventos extraordinarios como El Niño y La Niña. Estos eventos tienen un impacto notable en los patrones y tendencias de la temperatura mínima y máxima, así como en la precipitación. En particular, se observa una compensación positiva moderada entre estos eventos y las fluctuaciones de temperatura, mientras que la precipitación exhibe una compensación fuerte. Los años con eventos extremos, como 1997-1998 y 2015-2017, destacan por los cambios significativos en las variables climáticas analizadas, lo que evidencia el papel crucial de El Niño y La Niña en la modificación del clima local

• El análisis exhaustivo de la temperatura mínima en el distrito de Huarmey a lo largo de los 33 años de evaluación muestra patrones estacionales consistentes. Se observa una correlación positiva moderada (r = 0.598) entre la temperatura mínima y los eventos extraordinarios como El Niño y La Niña. Estos eventos influyen significativamente en la variabilidad climática, afectando de manera notable las fluctuaciones de la temperatura mínima. La presencia de El Niño y La Niña se asocia temporalmente con variaciones marcadas en la temperatura mínima, indicando su impacto crucial en las tendencias climáticas de la región.

• El análisis detallado de la temperatura máxima revela patrones estacionales consistentes a lo largo de los 33 años de evaluación en el distrito de Huarmey. Con respecto a la temperatura máxima tienen una correlación positiva media (r = 0.593). Se observa una fuerte asociación de manera temporal entre los eventos extraordinarios como El Niño y La Niña y las fluctuaciones en la temperatura máxima. El impacto en la Variabilidad Climática sobre los eventos

extraordinarios, especialmente El Niño y La Niña, influyen significativamente en los patrones y tendencias de la temperatura máxima en la región. Los picos extremos de calor y las anomalías climáticas registradas en ciertos años sugieren la presencia de eventos climáticos excepcionales, relacionados con El Niño y La Niña.

• La precipitación en Huarmey presenta patrones estacionales claros, con picos a inicios y finales del año, y una correlación positiva fuerte (r = 0.84) con eventos climáticos extraordinarios como El Niño y La Niña. Estos patrones están asociados con la presencia de eventos climáticos extremos como El Niño y La Niña, que afectan significativamente la cantidad de lluvia en la región. Los eventos extraordinarios, como El Niño y La Niña, tienen una influencia directa en los patrones de precipitación en el distrito de Huarmey, causando fluctuaciones significativas en la cantidad de lluvia registrada. Los años con eventos extremos, como 1997, 1998, 2015, 2016 y 2017, destacan como períodos con cambios significativos en la cantidad de precipitación, lo que demuestra el impacto de El Niño y La Niña en la región.

SUGERENCIAS

- Es fundamental mejorar y fortalecer el monitoreo climático en el Distrito de Huarmey para una vigilancia más precisa de los eventos extraordinarios como El Niño y La Niña, así como de otros fenómenos climáticos extremos. Esto ayudará a anticipar y mitigar mejor los posibles impactos adversos en la región.

- Desarrollar e implementar sistemas de alerta temprana específicos para eventos climáticos extremos, especialmente durante períodos de El Niño y La Niña, para advertir a la población y tomar medidas preventivas ante posibles riesgos asociados, como inundaciones, sequías y otros desastres naturales.

- Integrar la información sobre la variabilidad climática y los eventos extraordinarios en los planes de desarrollo y la planificación urbana y rural del Distrito de Huarmey. Esto incluye la identificación de áreas vulnerables y la implementación de medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad de la población y los recursos ante eventos climáticos extremos.

- Promover la educación y la concientización pública sobre los riesgos y las implicaciones de los eventos climáticos extremos, así como sobre las medidas de preparación y respuesta ante estos eventos. Esto puede incluir programas de capacitación comunitaria, campañas de sensibilización y material educativo sobre el cambio climático y su relación con El Niño y La Niña.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Accostupa Quispe, Y. M. (2017). Fenómeno el niño y su relación con la variabilidad climática en la provincia de Cusco, periodo 1964-2014. *Universidad Andina del Cusco*. http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/1312

ASALE, R.-, & RAE. (2022). *Temperatura | Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. https://dle.rae.es/temperatura

Balcázar Ruíz, F. Y., & Lozano Hernández, C. M. (2019). DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA Y LA PRECIPITACIÓN EN EL DISTRITO DE CONTUMAZÁ DURANTE EL PERÍODO 1965 – 2018. *UPAGU*. http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/1296

Belizario, G. B. (2015). Efectos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno-Perú. *Revista Investigaciones Altoandinas*, *17*(1), 47-52.

Benique Olivera, E. (2019). IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL RENDIMIENTO DE LA PRODUCCION DE CAÑIHUA (Chenopodium pallidicaule) EN LA REGION - PUNO. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, *21*(2), 100-110. https://doi.org/10.18271/ria.2019.454

Burbano Cushicahua, B. R., & Flores Chiriboga, A. S. (2022). *Evaluación del cambio climático en la producción del café (Coffea Arabica L.) al 2040 en Cotacachi – Ecuador* [bachelorThesis]. http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13277

Caira Mamani, C. M., Lopez Loayza, C., & Carhuarupay Molleda, Y. F. (2021). Efecto de la temperatura y precipitacion sobre la agricultura en la cuenca Coata-Puno, Perú. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, *5*(14), 285-296. https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.118

Calero, P. H. (2017). *Percepción del cambio climático, adaptación y estrategias de mitigación de habitantes en la vereda Chorrillos de la localidad de Suba en Bogotá.* http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/5887

Del Carpio Orantes, L. (2023). El entorno ecológico y climático favorece a los arbovirus, ciclón Yaku y el dengue en Perú. *Norte Médico*, *2*(6), Article 6.

Díaz-Vélez, C., Fernández-Mogollón, J. L., Cabrera-Enríquez, J. A., Tello-Vera, S., Medrano-Velásquez, O., Córdova-Calle, E., Díaz-Vélez, C., Fernández-Mogollón, J. L., Cabrera-Enríquez, J. A., Tello-Vera, S., Medrano-Velásquez, O., & Córdova-Calle, E. (2020). Situation of Dengue after the Phenomenon of the Coastal El Niño. En *Dengue Fever in a One Health Perspective*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.92095

Echegaray, G. C., Carranza, C. F. C., Guerra, J. T., Delgado, M. D. R., Malca-Casavilca, N., Schneir, E. R., & Félix, B. G. H. (2023). Impacto del cambio climático en factores hídricos de la cuenca inferior de los ríos Chira y Piura. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, *26*(51), Article 51. https://doi.org/10.15381/iigeo.v26i51.25292

Escobar, O. F. D. J. E. (2012). *Proyección de la variación de la temperatura y la precipitación ante cambio climático para Bogotá*. https://repository.usta.edu.co/handle/11634/2629

Garcia Lopez, J. (2023). *Aptitud para cultivo de café arábigo en el departamento de Santander y variaciones de los escenarios por futuros incrementos de temperatura.* http://repository.unad.edu.co/handle/10596/56111

García-Garizábal, I., Romero, P., Jiménez, S., & Jordá, L. (2017). Evolución climática en la costa de Ecuador por efecto del cambio climático. *DYNA*, *84*(203), 37-44. https://doi.org/10.15446/dyna.v84n203.59600

Gobierno de Argentina. (2018, septiembre 10). *¿Cambio o variabilidad climática? Qué advierten los expertos*. Argentina.gob.ar. https://www.argentina.gob.ar/noticias/cambio-o-variabilidad-climatica-que-advierten-los-expertos

Hernández, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *LIBRO - metodologia-de-la-investigacion-4ta-edicion-sampieri-2006 ocr*. https://www.academia.edu/19094794/LIBRO_metodologia_de_la_investigacion_4ta_edicion_sampieri_2006_ocr

IDEAM. (s. f.). *Fenomeno Niño y Niña—IDEAM*. Recuperado 2 de agosto de 2023, de http://www.ideam.gov.co/web/siac/ninoynina

IMARPE. (s. f.). *EL NIÑO - OSCILACIÓN DEL SUR ::.. Instituto del Mar del Perú*. Recuperado 2 de abril de 2023, de http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index2.php?id_seccion=I0178010000000000000000

Lagos, P., Silva, Y., & Nickl, E. (2005). El Niño y la precipitación en los Andes del Perú. *Bol. Soc. Geol. Lima Espec.*, *6*, 7-23.

MAG, N. (2023, marzo 15). *Qué es el ciclón Yaku: Lo que sabemos | RESPUESTAS*. Mag.; NOTICIAS MAG. https://mag.elcomercio.pe/respuestas/que-es-el-ciclon-yaku-lo-que-sabemos-peru-nnda-nnlt-noticia/

Martha. (2011, abril 7). mi blog martha rocio: ANALISIS DEL LIBRO EPISTEMOLOGÍA Y CIENCIA EN LA MODERNIDAD. El traslado de la racionalidad de las ciencias físico-naturales a las ciencias sociales. Autor: LUIS F. DAMIANI. *mi blog martha rocio*. http://miblogmartharocio.blogspot.com/2011/04/analisis-del-libro-epistemologia-y.html

Martínez Miguélez, Miguel (2002). El paradigma emergente, México. Ed. Trillas.

Martínez, R., Zambrano, E., Nieto, J. J., Hernández, J., & Costa, F. (2017). Evolución, vulnerabilidad e impactos económicos y sociales de El Niño 2015-2016 en América Latina. *Investigaciones Geográficas (España)*, *68*, 65-78.

Melendez, L. A. A., Alfaro, C. R. M., & Castro, S. R. (2019). *Análisis de las variaciones anuales de la precipitación en la zona comprendida entre los municipios de Guadalupe y de San Vicente, El Salvador C.A.* 93.

MINAM. (2014). *Evolución de la definición de El Niño*. Fenómeno El Niño en el Perú. https://www.minam.gob.pe/fenomenodelnino/que-es-el-nino-y-que-factores-determinan-su-intensidad/evolucion-de-la-definicion-de-el-nino/

MITECO. (2022). *Qué es el cambio climático*. https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/cumbre-cambio-climatico-cop21/el-cambio-climatico/

Montealegre Bocanegra, J. E. (2007). *Modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia*. http://www.ideam.gov.co/documents/21021/440517/Modelo+Institucional+El+Ni%C3%B1o+-+La+Ni%C3%B1a.pdf/232c8740-c6ee-4a73-a8f7-17e49c5edda0

Mori, C. (2022). *Relación de la deforestación con las variaciones de temperatura y precipitación en el Distrito de Nueva Requena, Región Ucayali—2019*. http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7691

Nations, U. (s. f.). *¿Qué es el cambio climático? | Naciones Unidas*. United Nations; United Nations. Recuperado 2 de abril de 2023, de https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change

Ochoa Teran, K. J. (2022). *Cambio climático: Efecto de la variación de la temperatura y precipitación sobre la producción agrícola en la Pampa de Anta, Cusco: 1997 – 2018*. https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6966

(OMM) Organización Meteorológica Mundial. (2018). *Guía de Instrumentos y Métodos de Observación (OMM-N° 8)* (Edición de 2018). OMM.

((OMM)) Organización Meteorológica Mundial. (2020, junio 10). *Ciclones tropicales*. https://public.wmo.int/es/ciclones-tropicales

OXFAM. (2022, mayo 25). *5 desastres naturales que reclaman medidas contra el cambio climático*. Oxfam International. https://www.oxfam.org/es/5-desastres-naturales-que-reclaman-medidas-contra-el-cambio-climatico

Pabón Caicedo, J. D., & Montealegre Bocanegra, J. E. (2017). *Los fenómenos de El Niño y de La Niña, su efecto climático e impactos socioeconómicos*. https://repositorio.accefyn.org.co/handle/001/113

Pabón, J. D., Eslava-Ramírez, J. A., & Gómez-Torres, R. E. (2001). *GENERALIDADES DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA TEMPERATURA DEL AIRE Y DE LA PRECIPITACIÓN EN COLOMBIA - PDF Descargar libre*. https://docplayer.es/21728129-Generalidades-de-la-distribucion-espacial-y-temporal-de-la-temperatura-del-aire-y-de-la-precipitacion-en-colombia.html

Pineda, E. B., de Alvarado, E. L., de Canales, F. H., & Salud, O. P. de la. (1994). Metodologia de la investigación: Manual para el desarrollo de personal de salud. *Serie PALTEX para Ejecutores de Programas de Salud;35*. https://iris.paho.org/handle/10665.2/3132

Pollack Velásquez, M., Helfgott Lerner, S., & Tejada Soraluz, J. (2018). El cultivo de caña de azúcar en la Costa del Perú durante los eventos de El Niño 1982-83 y 1997-98. *Ecología Aplicada*, *17*(1), 77-84. https://doi.org/10.21704/rea.v17i1.1176

Quispe Hernández, L. K. (2018). Fenómeno “El Niño Costero” y sus consecuencias en los factores de producción de agricultores de la comisión de usuarios, Subsector Hidráulico Huabal – Zapotal, período 2017 – 2018. *Universidad César Vallejo*. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34109

Rau, P. (2013). *El Fenómeno El Niño y su influencia sobre las precipitaciones en Peru, nuevas perspectivas*. https://www.academia.edu/11420587/El_Fen%C3%B3meno_El_Ni%C3%B1o_y_su_influencia_sobre_las_precipitaciones_en_Peru_nuevas_perspectivas

Retamales Muñoz, G. A. (2018). *Variación espacio-temporal de la temperatura superficial de la región Antártica y su relación con eventos el niño-southern oscillation (ENOS) utilizando datos satelitales y reanalysis*. https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/172869

Rossi, S., & Soares, M. de O. (2018). EFFECTS OF EL NIÑO ON THE COASTAL ECOSYSTEMS AND THEIR RELATED SERVICES. *Mercator (Fortaleza)*, *16*. https://doi.org/10.4215/rm2017.e16030

Sánchez, R., Vargas, G., González, H., & Pabón, D. (2001). *Los fenómenos cálido del Pacífico (el niño) y frío del Pacífico (la niña) y su incidencia en la estabilidad de laderas en Colombia*. 1-12.

Sánchez San Román, F. J. (2008). *Precipitaciones. Concepto. Tipos. Medida. Unidades.* https://docplayer.es/15322837-Precipitaciones-concepto-tipos-medida-unidades-jun-2008.html

Segerer, C. D., & Villodas, Esp. R. (2006). *HIDROLOGIA I*. https://silo.tips/download/unidad-5-las-precipitaciones

Tompkins, E., & Adger, W. N. (2004). Does Adaptive Management of Natural Resources Enhance Resilience to Climate Change? *Ecology and Society*, *9*(2). https://doi.org/10.5751/ES-00667-090210

Vázquez, M. A., & Vázquez, B. P. (2017). El Niño. Oscilación del Sur 2015/16 y su impacto sobre el régimen de la temperatura media superficial del aire en el Paraguay. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, *22*(2), Article 2.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA TÍTULO: "EVENTOS EXTRAORDINARIOS Y SU RELACIÓN CON LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN EL DISTRITO DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ANCASH,2023"

En este anexo se presenta la evidencia documental del proceso de investigación, conformada por las fichas de registro de temperatura y precipitación, así como por los registros anuales de temperatura mínima, temperatura máxima y precipitación del periodo de estudio. Estos documentos respaldan la organización y el análisis de la información climática utilizada.

Problema	**Objetivos**	**Hipótesis**	**Variable**	**Dimensiones**	**Indicador**
Problema general	**Objetivo general**	**Hipótesis general**	**Variable independiente (VI)**		
¿Cuál es la relación de los eventos extraordinarios con la variabilidad climática durante los años 1990 al 2022 en el distrito de Huarmey,	Determinar la relación de los eventos extraordinarios con la variabilidad climática durante los años 1990 al 2022 en el distrito de Huarmey,	Ha: Los eventos extraordinarios si tiene relación con la variabilidad climática en el	**EVENTOS EXTRAORDINARIOS**	Sucesos	Años

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicador
Problema general	**Objetivo general**	**Hipótesis general**	**Variable independiente (VI)**		
departamento de Ancash,2023?	departamento de Ancash, 2023.	distrito de Huarmey, departamento de Ancash			
Problemas Específicos	**Objetivos Específicos**		**Variable dependiente (VD)**		
¿Cuál es la relación de los eventos extraordinarios como el fenómeno del Niño y la Niña con la temperatura mínima?	Comparar la relación de los eventos extraordinarios como el fenómeno del Niño y la Niña con la temperatura mínima.	Ha: Los eventos extraordinarios no tiene relación con la variabilidad	**VARIACION DE LA TEMPERATURA**	- Temperatura mínima	T ºC

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicador
Problema general	**Objetivo general**	**Hipótesis general**	**Variable independiente (VI)**		
		climática en el distrito de Huarmey, departamento de Ancash			
¿Cuál es la relación de los eventos extraordinarios como el fenómeno del Niño y la Niña con la temperatura máxima?	Comparar la relación de los eventos extraordinarios como el fenómeno del Niño y la Niña con la temperatura máxima.		**VARIACION DE LA TEMPERATURA**	- Temperatura máxima	T ºC

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicador
Problema general	**Objetivo general**	**Hipótesis general**	**Variable independiente (VI)**		
¿Cuál es la relación de los eventos extraordinarios como el fenómeno del Niño y la Niña con la precipitación?	Comparar la relación de los eventos extraordinarios como el fenómeno del Niño y la Niña con la precipitación.		**VARIACION DE LA PRECIPITACIÓN**	- Precipitación	mm

ANEXO 2. INSTRUMENTOS

ANEXO 2.1. FICHA DE REGISTRO DE TEMPERATURA

JNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

ESCUELA DE POSGRADO

FICHA DE REGISTRO DE TEMPERATURA

INFORMACIÓN RECIBIDA DE	:	Satélite Orbital de la NASA
DISTRITO	:	Huarmey
TIEMPO DE EVALUACIÓN	:	Un mes

N°	AÑO	TEMPERATURA PROMEDIO		
		MÍNIMA		MÁXIMA
1	1990			
2	1991			
3	1992			
4	1993			
5	1994			
6	1995			
7	1996			
8	1997			
9	1998			
10	1999			
11	2000			
12	2001			
13	2002			
14	2003			
15	2004			
16	2005			
17	2006			
18	2007			
19	2008			
20	2009			
21	2010			
22	2011			
23	2012			

N°	AÑO	TEMPERATURA PROMEDIO		
		MÍNIMA		MÁXIMA
1	1990			
2	1991			
3	1992			
4	1993			
5	1994			
6	1995			
7	1996			
8	1997			
9	1998			
10	1999			
11	2000			
12	2001			
13	2002			
14	2003			
15	2004			
16	2005			
17	2006			
18	2007			
19	2008			
20	2009			
24	2013			
25	2014			
26	2015			

N°	AÑO	TEMPERATURA PROMEDIO		
		MÍNIMA		MÁXIMA
1	1990			
2	1991			
3	1992			
4	1993			
5	1994			
6	1995			
7	1996			
8	1997			
9	1998			
10	1999			
11	2000			
12	2001			
13	2002			
14	2003			
15	2004			
16	2005			
17	2006			
18	2007			
19	2008			
20	2009			
27	2016			
28	2017			
29	2018			

N°	AÑO	TEMPERATURA PROMEDIO		
		MÍNIMA		MÁXIMA
1	1990			
2	1991			
3	1992			
4	1993			
5	1994			
6	1995			
7	1996			
8	1997			
9	1998			
10	1999			
11	2000			
12	2001			
13	2002			
14	2003			
15	2004			
16	2005			
17	2006			
18	2007			
19	2008			
20	2009			
30	2019			
31	2020			
32	2021			

N°	AÑO	TEMPERATURA PROMEDIO		
		MÍNIMA		MÁXIMA
1	1990			
2	1991			
3	1992			
4	1993			
5	1994			
6	1995			
7	1996			
8	1997			
9	1998			
10	1999			
11	2000			
12	2001			
13	2002			
14	2003			
15	2004			
16	2005			
17	2006			
18	2007			
19	2008			
20	2009			
33	2022			

ANEXO 2.2. FICHA DE REGISTRO DE PRECIPITACIÓN.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

ESCUELA DE POSGRADO

FICHA DE REGISTRO DE PRECIPITACIÓN

INFORMACIÓN RECIBIDA DE : Satélite Orbital de la NASA

DISTRITO : Huarmey

TIEMPO DE EVALUACIÓN : Un mes

N°	AÑO	PRECIPITACION
1	1990	
2	1991	
3	1992	
4	1993	
5	1994	
6	1995	
7	1996	
8	1997	
9	1998	
10	1999	
11	2000	
12	2001	
13	2002	

N°	AÑO	PRECIPITACION
14	2003	
15	2004	
16	2005	
17	2006	
18	2007	
19	2008	
20	2009	
21	2010	
22	2011	
23	2012	
24	2013	
25	2014	
26	2015	
27	2016	
28	2017	
29	2018	
30	2019	
31	2020	
32	2021	
33	2022	

ANEXO 3. BASE DE DATOS

ANEXO 3.1. REGISTRO DE TEMPERATURA MÍNIMA Y MÁXIMA PROMEDIO

IVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

ESCUELA DE POSGRADO

FICHA DE REGISTRO DE TEMPERATURA

INFORMACIÓN RECIBIDA DE	:	Satélite Orbital de la NASA
DISTRITO	:	Huarmey
TIEMPO DE EVALUACIÓN	:	Un mes

N°	AÑO	TEMPERATURA PROMEDIO		
		MÍNIMA		MÁXIMA
1	1990	17,64		24.83
2	1991	17,90		25.13
3	1992	18,22		25.52
4	1993	18,15		24.91
5	1994	17,85		24.53
6	1995	17,52		24.51
7	1996	16,97		23.99
8	1997	19,46		26.49
9	1998	18,66		25.13
10	1999	16,28		22.78
11	2000	16,53		23.13
12	2001	16,72		22.84
13	2002	16,89		23.60
14	2003	16,17		23.31
15	2004	16,06		23.84
16	2005	15,62		23.28
17	2006	15,99		24.23
18	2007	15,03		22.52
19	2008	16,06		23.69
20	2009	16,31		24.00
21	2010	15,69		23.46
22	2011	15,39		23.31
23	2012	16,35		24.52

N°	AÑO	TEMPERATURA PROMEDIO		
		MÍNIMA		MÁXIMA
1	1990	17,64		24.83
2	1991	17,90		25.13
3	1992	18,22		25.52
4	1993	18,15		24.91
5	1994	17,85		24.53
6	1995	17,52		24.51
7	1996	16,97		23.99
8	1997	19,46		26.49
9	1998	18,66		25.13
10	1999	16,28		22.78
11	2000	16,53		23.13
12	2001	16,72		22.84
13	2002	16,89		23.60
14	2003	16,17		23.31
15	2004	16,06		23.84
16	2005	15,62		23.28
17	2006	15,99		24.23
18	2007	15,03		22.52
19	2008	16,06		23.69
20	2009	16,31		24.00
24	2013	15,29		23.17
25	2014	16,40		24.18
26	2015	17,85		25.82

N°	AÑO	TEMPERATURA PROMEDIO		
		MÍNIMA		MÁXIMA
1	1990	17,64		24.83
2	1991	17,90		25.13
3	1992	18,22		25.52
4	1993	18,15		24.91
5	1994	17,85		24.53
6	1995	17,52		24.51
7	1996	16,97		23.99
8	1997	19,46		26.49
9	1998	18,66		25.13
10	1999	16,28		22.78
11	2000	16,53		23.13
12	2001	16,72		22.84
13	2002	16,89		23.60
14	2003	16,17		23.31
15	2004	16,06		23.84
16	2005	15,62		23.28
17	2006	15,99		24.23
18	2007	15,03		22.52
19	2008	16,06		23.69
20	2009	16,31		24.00
27	2016	17,94		24.98
28	2017	18,16		24.65
29	2018	17,26		23.89

N°	AÑO	TEMPERATURA PROMEDIO		
		MÍNIMA		MÁXIMA
1	1990	17,64		24.83
2	1991	17,90		25.13
3	1992	18,22		25.52
4	1993	18,15		24.91
5	1994	17,85		24.53
6	1995	17,52		24.51
7	1996	16,97		23.99
8	1997	19,46		26.49
9	1998	18,66		25.13
10	1999	16,28		22.78
11	2000	16,53		23.13
12	2001	16,72		22.84
13	2002	16,89		23.60
14	2003	16,17		23.31
15	2004	16,06		23.84
16	2005	15,62		23.28
17	2006	15,99		24.23
18	2007	15,03		22.52
19	2008	16,06		23.69
20	2009	16,31		24.00
30	2019	17,72		24.20
31	2020	17,29		23.99
32	2021	17,64		24.84

N°	AÑO	TEMPERATURA PROMEDIO		
		MÍNIMA		MÁXIMA
1	1990	17,64		24.83
2	1991	17,90		25.13
3	1992	18,22		25.52
4	1993	18,15		24.91
5	1994	17,85		24.53
6	1995	17,52		24.51
7	1996	16,97		23.99
8	1997	19,46		26.49
9	1998	18,66		25.13
10	1999	16,28		22.78
11	2000	16,53		23.13
12	2001	16,72		22.84
13	2002	16,89		23.60
14	2003	16,17		23.31
15	2004	16,06		23.84
16	2005	15,62		23.28
17	2006	15,99		24.23
18	2007	15,03		22.52
19	2008	16,06		23.69
20	2009	16,31		24.00
33	2022	16,99		24.20

ANEXO 3.2. REGISTRO DE PRECIPITACIÓN PROMEDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

ESCUELA DE POSGRADO

FICHA DE REGISTRO DE PRECIPITACIÓN

INFORMACIÓN RECIBIDA DE : Satélite Orbital de la NASA

DISTRITO : Huarmey

TIEMPO DE EVALUACIÓN : Un mes

Nº	AÑO	PRECIPITACION
1	1990	5.50
2	1991	4.61
3	1992	10.79
4	1993	23.03
5	1994	18.50
6	1995	18.10
7	1996	17.25
8	1997	21.86
9	1998	42.55
10	1999	14.13
11	2000	17.36
12	2001	8.34
13	2002	5.53
14	2003	4.02
15	2004	6.44

Nº	AÑO	PRECIPITACION
16	2005	5.48
17	2006	4.38
18	2007	1.49
19	2008	2.00
20	2009	2.08
21	2010	3.24
22	2011	2.03
23	2012	1.64
24	2013	7.13
25	2014	18.86
26	2015	30.42
27	2016	29.05
28	2017	36.32
29	2018	37.45
30	2019	11.01
31	2020	3.08
32	2021	2.00
33	2022	4.17

ANEXO 3.3. REGISTRO DE TEMPERATURA MÍNIMA POR AÑO

Años	Promedio	Desv Estan	Nro. Obs	Error Estan	Var Relat	Min	Max	Varianza	CV
1990	17.64	1.54	12	0.44	2.52	15.87	20.22	2.37	8.72
1991	17.90	1.51	12	0.44	2.43	16.22	20.62	2.27	8.42
1992	18.22	2.37	12	0.69	3.76	15.40	22.12	5.64	13.03
1993	18.15	1.77	12	0.51	2.81	15.91	20.86	3.12	9.74
1994	17.85	1.66	12	0.48	2.69	15.73	20.54	2.76	9.30
1995	17.52	1.90	12	0.55	3.13	15.42	20.65	3.62	10.86
1996	16.97	1.87	12	0.54	3.18	15.11	19.89	3.49	11.01
1997	19.46	1.00	12	0.29	1.49	17.99	21.58	1.00	5.15
1998	18.66	3.15	12	0.91	4.87	15.24	23.31	9.92	16.88
1999	16.28	2.16	12	0.62	3.83	13.94	20.63	4.65	13.25
2000	16.53	1.55	12	0.45	2.71	13.93	19.10	2.41	9.40
2001	16.72	1.89	12	0.55	3.26	14.46	20.00	3.57	11.30
2002	16.89	2.19	12	0.63	3.74	14.29	21.19	4.78	12.95
2003	16.17	2.56	12	0.74	4.57	13.60	20.46	6.54	15.82
2004	16.06	2.15	12	0.62	3.87	13.87	19.57	4.63	13.40
2005	15.62	2.15	12	0.62	3.97	12.90	18.83	4.62	13.76
2006	15.99	1.79	12	0.52	3.24	13.18	18.89	3.21	11.21
2007	15.03	2.53	12	0.73	4.86	12.87	19.26	6.41	16.85
2008	16.06	1.60	12	0.46	2.87	14.45	19.36	2.55	9.94
2009	16.31	1.58	12	0.46	2.79	14.50	18.72	2.49	9.68
2010	15.69	2.82	12	0.81	5.19	12.46	20.05	7.95	17.97
2011	15.39	1.43	12	0.41	2.68	13.18	17.74	2.05	9.29
2012	16.35	1.29	12	0.37	2.27	14.53	18.42	1.65	7.87
2013	15.29	1.89	12	0.54	3.56	12.98	18.46	3.56	12.34
2014	16.40	1.65	12	0.48	2.91	13.97	18.73	2.73	10.07

Años	Promedio	Desv Estan	Nro. Obs	Error Estan	Var Relat	Min	Max	Varianza	CV
2015	17.85	1.23	12	0.35	1.98	15.95	19.46	1.50	6.86
2016	17.94	2.30	12	0.66	3.70	15.55	21.71	5.30	12.83
2017	18.16	2.81	12	0.81	4.47	15.41	22.72	7.91	15.48
2018	17.26	1.40	12	0.41	2.35	15.46	19.30	1.97	8.13
2019	17.72	2.41	12	0.70	3.93	14.57	21.95	5.83	13.62
2020	17.29	2.59	12	0.75	4.32	14.17	21.00	6.69	14.96
2021	17.64	1.68	12	0.48	2.74	16.11	20.89	2.81	9.50
2022	16.99	1.69	12	0.49	2.87	15.20	19.94	2.85	9.93
Tmn	**16.97**	**1.94**	**12.00**	**0.56**	**3.32**	**14.68**	**20.19**	**4.03**	**11.50**

ANEXO 3.4. REGISTRO DE TEMPERATURA MÁXIMA POR AÑO

Años	Promedio	Desv Estan	Nro. Obs	Error Estan	Var Relat	Min	Max	Varianza	CV
1990	24.83	1.36	12.00	0.39	1.58	22.76	27.18	1.85	5.48
1991	25.13	1.15	12.00	0.33	1.33	23.57	27.25	1.33	4.59
1992	25.52	1.87	12.00	0.54	2.12	23.31	28.74	3.51	7.34
1993	24.91	1.49	12.00	0.43	1.73	23.00	27.05	2.23	5.99
1994	24.53	1.18	12.00	0.34	1.39	22.95	26.45	1.40	4.82
1995	24.51	1.58	12.00	0.46	1.87	22.50	27.62	2.51	6.47
1996	23.99	1.38	12.00	0.40	1.66	22.02	26.36	1.91	5.76
1997	26.49	0.71	12.00	0.21	0.77	25.64	28.07	0.51	2.68
1998	25.13	2.33	12.00	0.67	2.68	22.47	28.82	5.44	9.28
1999	22.78	2.65	12.00	0.77	3.36	19.67	27.71	7.04	11.65
2000	23.13	2.81	12.00	0.81	3.50	19.81	27.71	7.88	12.14
2001	22.84	3.16	12.00	0.91	3.99	19.48	28.46	9.99	13.84
2002	23.60	3.10	12.00	0.89	3.79	19.78	28.39	9.60	13.13
2003	23.31	2.85	12.00	0.82	3.53	19.59	28.61	8.13	12.24
2004	23.84	3.05	12.00	0.88	3.69	19.89	28.90	9.27	12.78

Años	Promedio	Desv Estan	Nro. Obs	Error Estan	Var Relat	Min	Max	Varianza	CV
2005	23.28	3.09	12.00	0.89	3.83	19.23	27.54	9.56	13.28
2006	24.23	2.79	12.00	0.80	3.32	21.04	28.98	7.76	11.49
2007	22.52	3.51	12.00	1.01	4.50	18.37	28.34	12.32	15.59
2008	23.69	2.58	12.00	0.75	3.15	20.76	28.13	6.67	10.90
2009	24.00	2.96	12.00	0.86	3.56	20.34	28.97	8.77	12.34
2010	23.46	3.54	12.00	1.02	4.36	18.75	28.96	12.56	15.11
2011	23.31	2.56	12.00	0.74	3.17	19.57	27.93	6.54	10.97
2012	24.52	2.02	12.00	0.58	2.38	21.36	27.48	4.08	8.24
2013	23.17	2.87	12.00	0.83	3.57	19.54	27.79	8.23	12.38
2014	24.18	2.15	12.00	0.62	2.57	20.92	27.81	4.63	8.90
2015	25.82	2.04	12.00	0.59	2.28	22.65	29.17	4.16	7.90
2016	24.98	3.01	12.00	0.87	3.48	21.14	30.19	9.06	12.05
2017	24.65	3.29	12.00	0.95	3.86	20.56	29.61	10.86	13.37
2018	23.89	2.63	12.00	0.76	3.18	19.83	28.14	6.94	11.03
2019	24.20	3.17	12.00	0.92	3.79	19.94	29.62	10.07	13.12
2020	23.99	3.33	12.00	0.96	4.01	20.08	29.34	11.10	13.89
2021	24.84	1.49	12.00	0.43	1.73	22.79	27.38	2.22	6.00
2022	24.20	1.13	12.00	0.33	1.34	22.58	26.44	1.27	4.65
tmx	**24.17**	**2.29**	**12.00**	**0.66**	**2.73**	**21.32**	**27.90**	**5.24**	**9.47**

ANEXO 3.5. REGISTRO DE PRECIPITACIÓN POR AÑO

Años	Promedio	Desv Estan	Nro. Obs	Error Estan	Var Relat	Min	Max	Varianza	CV
1990	5.50	4.71	12	1.36	24.70	0.16	16.16	22.15	85.57
1991	4.61	3.79	12	1.09	23.72	0.06	13.20	14.33	82.18
1992	10.79	9.03	12	2.61	24.17	2.66	33.81	81.61	83.73
1993	23.03	19.88	12	5.74	24.92	0.08	67.97	395.32	86.33
1994	18.50	16.33	12	4.71	25.49	0.05	50.54	266.67	88.29
1995	18.10	15.57	12	4.49	24.82	0.64	41.56	242.28	85.99
1996	17.25	15.89	12	4.59	26.60	0.84	56.46	252.59	92.14
1997	21.86	24.90	12	7.19	32.88	0.07	83.56	619.96	113.91
1998	42.55	36.53	12	10.55	24.79	0.14	117.40	1334.39	85.86
1999	14.13	17.40	12	5.02	35.54	0.29	58.54	302.84	123.12
2000	17.36	22.88	12	6.60	38.04	0.12	70.70	523.51	131.78
2001	8.34	6.62	12	1.91	22.93	1.66	18.71	43.83	79.42
2002	5.53	3.88	12	1.12	20.22	0.49	11.05	15.02	70.04
2003	4.02	3.23	12	0.93	23.16	0.15	11.29	10.43	80.24
2004	6.44	7.41	12	2.14	33.22	0.06	21.00	54.93	115.06
2005	5.48	6.31	12	1.82	33.26	0.06	21.24	39.83	115.21
2006	4.38	6.45	12	1.86	42.56	0.00	21.89	41.63	147.45
2007	1.49	2.14	12	0.62	41.52	0.00	6.54	4.58	143.81
2008	2.00	2.57	12	0.74	37.17	0.02	9.22	6.62	128.76
2009	2.08	2.25	12	0.65	31.14	0.05	6.82	5.04	107.87
2010	3.24	4.04	12	1.17	36.07	0.00	13.63	16.35	124.96
2011	2.03	2.51	12	0.72	35.71	0.05	8.43	6.29	123.71
2012	1.64	1.71	12	0.49	30.10	0.07	6.10	2.94	104.27
2013	7.13	4.56	12	1.32	18.45	0.14	15.71	20.77	63.92
2014	18.86	19.54	12	5.64	29.91	0.01	57.05	381.88	103.63

Años	Promedio	Desv Estan	Nro. Obs	Error Estan	Var Relat	Min	Max	Varianza	CV
2015	30.42	26.64	12	7.69	25.28	0.73	75.22	709.57	87.56
2016	29.05	29.93	12	8.64	29.74	1.30	101.43	895.63	103.03
2017	36.32	29.19	12	8.43	23.20	2.13	105.39	852.32	80.38
2018	37.45	30.98	12	8.94	23.88	1.62	87.58	959.68	82.72
2019	11.01	12.11	12	3.50	31.76	0.19	35.46	146.65	110.01
2020	3.08	3.99	12	1.15	37.36	0.23	13.62	15.91	129.41
2021	2.00	2.76	12	0.80	39.80	0.06	9.48	7.61	137.89
2022	4.17	9.42	12	2.72	65.14	0.00	34.79	88.71	225.64
ppm	**12.72**	**8.52**	**12**	**2.46**	**19.33**	**1.48**	**26.49**	**72.54**	**66.95**

VALIDACIÓN POR JUECES

Título: “Eventos extraordinarios y su relación con la variabilidad climática en el distrito de Huarmey, departamento de Ancash,2023”

Hoja de instrucciones para la evaluación

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión
	2. Bajo nivel	El ítem tiene una alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide este
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que están midiendo	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión
	2. Bajo nivel	El ítem tiene una relación tangencial con la dimensión
	3. Moderado nivel	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que está midiendo

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
	4. Alto nivel	El ítem tiene relación lógica con la dimensión
SUFICIENCIA Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de esta.	1. No cumple con el criterio	Los ítems no son suficientes para medir la dimensión
	2. Bajo nivel	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión, pero no corresponden con la dimensión total
	3. Moderado nivel	Se deben incrementar algunos ítems para poder evaluar la dimensión completamente
	4. Alto nivel	Los ítems son suficientes
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, sus sintácticas y semánticas son adecuadas	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro
	2. Bajo nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras que utilizan de acuerdo a su significado o por la ordenación de los mismos
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos términos de ítem.

CATEGORÍA	CALIFICACIÓN	INDICADOR
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI ( ) NO ( ) En caso de Sí, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____

DECISIÓN DEL EXPERTO: El Instrumento debe ser aplicado: SI ( ) NO ( )

_____

Firma del Experto

VALIDACION DEL INSTRUMENTO

Nombre del experto_____ Especialidad: _____

"Calificar con 1, 2, 3 ó 4 cada ítem respecto a los criterios de relevancia, coherencia, suficiencia y claridad"

DIMENSIÓN	ÍTEM	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
	La toma de datos de los años comprendidos entre el 1990 al				

DIMENSIÓN	ÍTEM	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
Periodo de tiempo en Años del 1990 al 2022	2022 sobre la Temperatura Máxima y Mínima en el Distrito de Huarmey presenta estacionalidad y eventos extraordinarios notorios.				
	La toma de datos de los años comprendidos entre el 1990 al 2022 sobre la Precipitación presenta estacionalidad y eventos extraordinarios notorios..				
Temperatura Mínima y Máxima	La variación local de la temperatura mínima durante los años 1990 al 2022 es influenciado				

DIMENSIÓN	ÍTEM	RELEVANCIA	COHERENCIA	SUFICIENCIA	CLARIDAD
entre los años 1990 al 2022 en el distrito de Huarmey	por diferentes factores ambientales.				
	La variación local de la temperatura máxima durante los años 1990 al 2022 es influenciado por diferentes factores ambientales.				
Precipitación entre los años 1990 al 2022 en el distrito de Huarmey	La variación local de la precipitación durante los años 1990 al 2022 es influenciado por diferentes factores ambientales.				

¿Hay alguna dimensión o ítem que no fue evaluada? SI ( ) NO ( ) En caso de Sí, ¿Qué dimensión o ítem falta? _____

DECISIÓN DEL EXPERTO: El instrumento debe ser aplicado: SI ( ) NO ( )

_____

Firma del Experto