DUNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

“ANÁLISIS METEOROLOGICO Y DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES CLIMÁTICOS DEL PERIODO 1990-2020 EN HUÁNUCO”

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

PRESENTADO POR:

NAMAY ASTOCAZA, JAIRO PAVEL

Tingo Maria – Perú, 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Tingo María- Perú

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 05-2025-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 07 de enero de 2025, a horas 11:00 a.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

"ANÁLISIS METEOROLÓGICO Y DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES CLIMÁTICOS DEL PERIODO 1990 – 2020 EN HUÁNUCO"

Presentado por el Bachiller: **NAMAY ASTOCAZA JAIRO PAVEL**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **"MUY BUENA"**.

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 08 de enero de 2025

Dr. WILFREDO ALVA VALDIVIEZO
PRESIDENTE

Ing. MSc. JUAN PABLO RENGIFO TRIGOZO
MIEMBRO

Dr. SANDRO JUNIOR RUIZ CASTRE
MIEMBRO

Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS
Correo: repositorio@unas.edu.pe

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 029 - 2025 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional	

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
ANÁLISIS METEOROLOGICO Y DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES CLIMÁTICOS DEL PERIODO 1990-2020 EN HUÁNUCO	NAMAY ASTOCAZA, JAIRO PAVEL	21 % Veintiuno

Tingo María, 27 de enero de 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTION DE LA INVESTIGACION

Dr. Tomas Menacho Mallequi
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

"ANÁLISIS METEOROLOGICO Y DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES CLIMÁTICOS DEL PERIODO 1990-2020 EN HUÁNUCO"

Autor	**:** Bach. Namay Astocaza, Jairo Pavel
Asesor	**:** Dr. Manrique de Lara Suarez, Lucio
Programa de investigación	**:** Gestión de Cuencas Hidrográficas
Linea de investigación	**:** Climatología
Eje temático	**:**Variabilidad espacio temporal de los Indicadores meteorológicos.
Lugar de ejecución	**:** Huánuco – Huánuco
Duración	**:** 6 meses
Financiamiento	**:** S/.4,150.30
FEDU	**:** No
Propio	**:** Si
Otros	**:** No

Tingo Maria – Perú, 2024

DEDICATORIA

Ante todo, Dios ya que me dio la vida, el conocimiento, la familia y mis amistades, por el soporte absoluto en el lapso de mi vida, dándome fuerzas para seguir con mis metas trazadas sin desfallecer.

A mis padres con mucho amor, Ángel Namay Huaman y Julia Astocaza Suarez por su apoyo y su sacrificio, agradecer por todo lo que han hecho por mí. Han sido mis guías, mis mentores y mi fuente de inspiración, ustedes son los pilares de mi vida y todo lo que he logrado hasta el momento es gracias a su apoyo constante.

A mis Hermanos (as); Ángel Namay Astocaza, Harol Namay Namay Astocaza, Gladis Namay, Juan Namay por ser ejemplo de perseverancia y lucha ante las adversidades y por su comprensión y apoyo moral y espiritual.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional agraria de la selva, en especial a la facultad de Ingeniería en Conservación de Suelos y Agua por darme la oportunidad de ser profesional, ofrecerme su acogedor calor en las instalaciones durante toda mi formación profesional.
- Este logro se lo debo primeramente a mi padre Ángel O. Namay Huaman, quien me hizo darme cuenta que el dinero no tiene validez si no las ganas dehacer las cosas con amor, a mi madre Julia Astocaza Suarez, porque a pesar de mis tropezones siempre estuvo para levantarme y continuar en estecamino.
- A los miembros del jurado: Dr. Alva Valdiviezo Wilfredo, Dr. Ruiz Castre Sandro, MSC. Rengifo Trigozo Juan Pablo, por su elaboración en el presente trabajo.
- A mi asesor, Dr. Lucio Manrique De Lara Suarez, por toda la experiencia y conocimiento compartidos.
- A mis maestros ya que me acompañaron a lo largo de este proceso, quienesme guiaron y forjaron como un profesional integro en mi área.
- A mis compañeros de estudio que me brindaron sus consejos y amigos que siempre me brindaron el apoyo incondicional frente a cada evaluación de la vida

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN 1
1.1. Objetivo general 2
1.2. Objetivo específico 2
II. REVISIÓN DE LITERATURA 3
2.1. Clima 3
2.2. Elementos del clima 3
2.2.1. Temperatura 3
2.2.2. Presión atmosférica 5
2.2.3. Vientos 6
2.2.4. Precipitación 6
2.2.5. Humedad 7
2.3. Factores climáticos 8
2.3.1. Latitud 8
2.3.2. Altitud y relieve 8
2.3.3. Continentalidad (distancia del mar) 8
2.3.4. Corrientes oceánicas 8
2.3.5. Cambio climático 8
2.4. Índices climáticos 9
2.4.1. Índice de evapotranspiración 9
2.4.2. Índice de humedad de Thornthwaite (IH) 10
2.4.3. Índice de mediterraneidad de Rivas-Martínez 10
2.4.4. Índices de continentalidad 10
2.4.5. Índice de oceanidad de Kerner 11
2.4.6. Índice de aridez 11
2.4.7. Índice de termicidad 11
2.4.8. Índice de Fournier modificado 12

2.5. Antecedentes 12
2.5.1. Antecedente internacional 12
2.5.2. Antecedente nacional 14
2.5.3. Antecedente local 15
III. MATERIALES Y MÉTODOS 16
3.1. Lugar de ejecución 16
3.1.1. Descripción del área en estudio 16
3.1.2. Características del área en estudio 17
3.2. Materiales y equipos 17
3.3. Metodología 17
3.3.1. Criterio y análisis de estudio 17
3.3.2. Unidad de estudio 18
3.3.3. Metodología y técnicas de desarrollo del estudio 18
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 26
4.1. Análisis de los factores climáticos: precipitación, temperatura y humedad relativa durante el periodo 1990 – 2020 en la ciudad de Huánuco. 26
4.1.1. Análisis de precipitación en el periodo 1990 - 2020. 26
4.1.2. Análisis de temperatura en el periodo 1990 – 2020. 27
4.1.3. Análisis de humedad relativa media mensual en el periodo 1990 – 2020 30
4.2. Tendencias del análisis climático según las variaciones de la precipitación, temperatura y humedad relativa para un futuro de 30 años en la ciudad de Huánuco. 31
4.2.1. Tendencias del análisis climático según las variaciones de precipitación para un futuro de 30 años en la ciudad de Huánuco 31
4.2.2. Tendencias del análisis climático según las variaciones de temperatura máxima para un futuro de 30 años en la ciudad de Huánuco 33
4.2.3. Tendencias del análisis climático según las variaciones de temperatura media para un futuro de 30 años en la ciudad de Huánuco 36

4.2.4. Tendencias del análisis climático según las variaciones de temperatura mínima para un futuro de 30 años en la ciudad de Huánuco 39
4.2.5. Tendencias del análisis climático según las variaciones de humedad relativa para un futuro de 30 años en la ciudad de Huánuco 41
4.3. Índices climáticos en la ciudad de Huánuco. 44
4.3.1. Índice de evapotranspiración 44
4.3.2. Índice de humedad Thornthwaite (IH) 47
4.3.3. Índice mediterráneo (Rivas Martínez) 49
4.3.4. Índice de continentalidad 50
4.3.5. Índice de oceanidad 52
4.3.6. Índice de aridez 54
4.3.7. Índice de termicidad 56
4.3.8. Índice de Fournier modificado 58
V. CONCLUSIONES 62
VI. PROPUESTAS A FUTURO 63
VII. REFERENCIAS 64
VIII. ANEXO 67
8.1. Datos de humedad relativa de la estación Huánuco 67
8.2. Datos de temperatura media mensual de la estación Huánuco 68
8.3. Datos de temperatura mínima mensual de la estación Huánuco 69
8.4. Datos de temperatura máxima mensual de la estación Huánuco 70
8.5. Datos de precipitación mensual de la estación Huánuco 71

ÍNDICE DE TABLAS

1: Rangos interpretativos de coeficiente de variación. 19
2: Regiones de Humedad según Thornthwaite 20
3: índice de Continentalidad de Gorezynski. 21
4: índice de Continentalidad de Currey. 22
5: índice de Aridez de Lang 23
6: índice de Aridez de Martonne. 23
7: índice de termicidad de Rivas – Martínez 24
8: índice de Fournier modificado 25
9: Estadísticos descriptivos de la precipitación en el periodo 1990-2020. 26
10: Estadísticos descriptivos de la temperatura máxima, media y mínima en el periodo 1990-2020. 28
11: Estadísticos descriptivos de la humedad relativa en el periodo 1990-2020. 30
12: Evapotranspiración por el método de Thornthwaite en el periodo 1990-2020. 45
13: Índice de humedad y tipo de clima. 48
14: Índice mediterráneo y tipo de zona. 49
15: índice de continentalidad. 52
16: Índice de oceanidad y clima. 53
17: Índice de aridez por el método de Martonne y Lang. 56
18: Índice térmico. 57
19: Erosión potencial o índice de Fournier modificado. 60

ÍNDICE DE FIGURAS

1: Ubicación del área en estudio.....16
2: Comportamiento de la precipitación en el periodo 1990 - 2020.....27
3: Datos anuales de precipitación en el periodo 1990-2020.....27
4: Comportamiento de la temperatura máxima 29
5: Comportamiento de la temperatura media. 29
6: Comportamiento de la temperatura mínima.....29
7: Comportamiento de la humedad relativa. 30
8: Prueba de Dickey Fuller de la precipitación. 31
9: Modelo ARIMA de la precipitación.....31
10: Residuos de la precipitación.....32
11: Limitación que constata que la precipitación tiene error con media igual a 0 y varianza constante. 32
12: Prueba de ruido blanco de la precipitación. 33
13: Predicción de la precipitación 2020-2050.....33
14: Prueba de Dickey Fuller de la temperatura máxima. 34
15: Modelo ARIMA de la temperatura máxima. 34
16: Residuos de temperatura máxima. 34
17: Limitación que constata que la temperatura máxima tiene error con media igual a 0 y varianza constante.....35
18: Prueba de ruido blanco de temperatura máxima. 35
19: Predicción de temperatura máxima.....36
20: Prueba de Dickey Fuller de temperatura media. 36
21. Modelo ARIMA para temperatura media.....37
22: Residuos de temperatura media.....37
23: Limitación que constata que la temperatura media tiene error con media igual a 0 y varianza constante.....38
24: Prueba de ruido blanco de la temperatura media. 38
25: Predicción de temperatura media. 39
26: Prueba de Dickey Fuller de temperatura mínima.....39
27: Modelo ARIMA para temperatura mínima.....39
28: Residuos de temperatura mínima. 40
29: Limitación que constata que la temperatura mínima tiene error con media igual a 0 y varianza constante.....40

30: Prueba de ruido blanco de la temperatura mínima. 41
31: Predicción de temperatura mínima. 41
32: Prueba de Dickey Fuller de humedad relativa. 42
33: Modelo ARIMA de la humedad relativa. 42
34: Residuos de humedad relativa. 42
35: Limitación que constata que la humedad relativa tiene error con media igual a 0 y varianza constante 43
36: Prueba de ruido blanco de la humedad relativa. 43
37: Predicción de humedad relativa. 44
38: Evapotranspiración anual. 47
39: Índice de humedad. 47
40: Índice mediterráneo anual. 49
41: Índice de continentalidad por el método de Gorenzink. 51
42: Índice de continentalidad por el método de Currey. 51
43: Índice de oceanidad. 53
44: Índice de aridez por el método de Lang. 55
45: Índice de aridez por el método de Martonne. 55
46: índice térmico. 57
47: Índice de erosión potencial. 59
48: Función de autocorrelación de precipitación. 72
49: Histograma de precipitación. 72
50: Función de autocorrelación de la temperatura máxima. 73
51: Función de autocorrelación de la temperatura media. 73
52: Función de autocorrelación de humedad relativa. 74
53: Función de autocorrelación de la temperatura mínima. 74

RESUMEN

El comportamiento del cambio climático se presenta en diferentes escalas de tiempo, en Huánuco no existen estaciones climáticas distintas durante el año, por lo que se realizó un estudio con el objetivo de caracterizar el comportamiento meteorológico en el periodo 1990-2020 y determinar la clasificación del clima. Este estudio se realizó utilizando registros de la estación meteorológica CP Huánuco entre 1990 y 2020, analizando las siguientes variables: temperatura, precipitación, humedad relativa, evaporación por el método de Thornthwaite, Índice Mediterráneo de Rivas-Martínez, Índice de Humedad de Thornthwaite (IH), índice de continentalidad por el método de Gorezynski y currey, índice de oceanidad de kerner, índice, de aridez, índice de termicidad, índice de fournier modificado. Como resultado se tiene que las fluctuaciones y tendencias de la temperatura máxima y media tienen pequeñas fluctuaciones anuales, la temperatura mínima muestra fluctuaciones considerables y una tendencia ascendente, la humedad relativa muestra pequeñas fluctuaciones y tendencias mínimas, y la precipitación muestra fluctuaciones ascendentes, el promedio de la evapotranspiración es de 936.43 mm, la humedad media es -53,44 y el clima es árido. El índice mediterráneo promedio es de 3,06, lo que clasifica la zona como Mediterráneo tipo 3, el índice de continentalidad presenta climas hiperoceánicos u oceánicos En cuanto a la aridez se observaron índices máximos con un promedio de 21,27. La termicidad también presentó variaciones, con valores que indican un clima cálido o subcálido. El índice de Fournier modificado clasificó la erosión en diferentes niveles, con valores promedio y extremos a lo largo de los años.

Palabra clave: cambio climático, índices climáticos, precipitación, temperatura, humedad relativa.

ABSTRACT

The behavior of climate change occurs on different time scales, in Huánuco there are no distinct climatic seasons during the year, so a study was conducted with the aim of characterizing the meteorological behavior in the period 1990-2020 and determine the classification of the climate of Huánuco. This study was carried out using records from the CP Huánuco meteorological station between 1990 and 2020, analyzing the following variables: temperature, precipitation, relative humidity, evaporation by the Thornthwaite method, Rivas-Martínez Mediterranean Index, Thornthwaite Humidity Index (HI), continentality index by the Gorezynski and Currey method, Kerner oceanity index, aridity index, thermicity index, modified Fournier index. As a result, the fluctuations and trends of the maximum and average temperature have small annual fluctuations, the minimum temperature shows considerable fluctuations and an upward trend, the relative humidity shows small fluctuations and minimum trends, and the precipitation shows upward fluctuations. The average evapotranspiration is 936.43 mm, the average humidity is -53.44 and the climate is arid. The average Mediterranean index is 3.06, which classifies the area as Mediterranean type 3, the continentality index presents hyper-oceanic or oceanic climates. Thermicity

Translated Keyword: climate change, climate indices, precipitation, temperature, relative humidity.

I. INTRODUCCIÓN

Desde una perspectiva global, se refiere al conjunto de condiciones atmosféricas que predominan durante un período prolongado de tiempo en una región, generalmente de 30 años. Incluye factores como la temperatura, la precipitación, la humedad, la presión atmosférica y el viento. A diferencia del tiempo, que es la variación diaria de estos factores, el clima proporciona una visión más estable y a largo plazo de las condiciones meteorológicas típicas de un área.

De hecho, el calentamiento global de la tierra ha provocado otro problema grave, que es el cambio climático. El cambio climático es un problema grave causado por el uso extensivo de combustibles (carbón, petróleo, gasolina, diésel y combustibles derivados del petróleo) por parte de la población, la deforestación y la quema de selvas. Por lo tanto, los humanos están cambiando directa o indirectamente la composición de la atmósfera global, aumentando la variabilidad climática natural observada durante períodos de tiempo comparables. Es importante señalar que el cambio climático afecta directamente al agua, por lo que el derretimiento del hielo polar hace que el nivel del mar aumente a medida que el agua se expande, provocando que aumente el volumen de agua. El retroceso de los glaciares y sus efectos ya se están sintiendo en la agricultura, las precipitaciones, la temperatura y el suministro de agua potable en las zonas urbanas.

Los métodos de análisis meteorológico y los métodos de obtención de pronósticos meteorológicos cambian constantemente. El análisis de los cambios en las series climáticas es importante porque el estudio de una serie de observaciones revela cambios en los valores que ocurren repentinamente y luego se mantienen o conducen a un cambio gradual pero sistemático en estos valores. Del mismo modo, el análisis climático requiere del cálculo de índices de cambio climático, que permiten definir cambios en condiciones climáticas extremas, lo que requiere la investigación previa de series temporales de datos meteorológicos continuos y homogéneos que abarquen los mayores intervalos de tiempo posibles.

El clima en Huánuco actualmente está cambiando debido al calentamiento global, el cual es un grave problema global en comparación con la historia pasada, provocando escasez de agua en la ciudad, aumentando así el riesgo de sequía agrícola. Los cultivos y la sequía ecológica aumentan la vulnerabilidad de los ecosistemas. El aumento de las temperaturas altera las condiciones climáticas y el equilibrio normal de la naturaleza, por falta de conocimiento sobre las características climáticas y los determinados cultivos específicos de Huánuco, esta investigación propone la siguiente interrogante: ¿Cuál es el análisis meteorológico y determinación del índice climático de la ciudad de Huánuco durante el periodo 1990-2020?

El trabajo se justifica realizando el análisis meteorológico y determinando los índices climáticos con un estudio estadístico de variables meteorológicas como la humedad relativa, precipitación y la temperatura máxima, mínima y media, dichos registros fueron tomados de la estación CP Huánuco por un período de 30 años. En tal sentido la investigación logró constatar la siguiente hipótesis: “sí existe variación cuando se analiza el comportamiento meteorológico y determinación de los índices climáticos del periodo 1990-2020 en la ciudad Huánuco”. Es por ello que trabajamos con los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general

Evaluar el análisis meteorológico y determinar los índices climáticos del periodo 1990-2020 en la ciudad de Huánuco.

1.2. Objetivo específico

- Analizar los factores climáticos: precipitación, temperatura y humedad relativa durante el periodo 1990 – 2020 en la ciudad de Huánuco.
- Determinar las tendencias del análisis climático según las variaciones de la precipitación, temperatura y humedad relativa para un futuro de 30 años en la ciudad de Huánuco.
- Determinar los índices climáticos en la ciudad de Huánuco.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Clima

Es un conjunto cambiante de condiciones atmosféricas caracterizadas por las condiciones climáticas y el desarrollo durante un período de tiempo de 30 años aproximadamente y en un dominio espacial determinado (Organización Meteorológica Mundial (Organización Metereorológica Mundial OMM, 1989).

Asimismo, el clima es un conjunto de condiciones atmosféricas, como temperatura, humedad y precipitaciones, que prevalecen en una región durante un período prolongado de tiempo. La OMM especifica que para el análisis climático se consideran períodos de al menos 30 años para proporcionar una descripción precisa y representativa de las condiciones meteorológicas típicas de una región. También la OMM, 1989 señala que el clima abarca las tendencias y patrones observados a lo largo de décadas.

Así como la palabra "clima" presenta dificultades por su precisión normativa, estos problemas parecen evitarse cuando aparece como adjetivo. Por ejemplo, Martonne define inequívocamente un clima cálido como aquel con una temperatura media anual superior a 20°C. Muchas clasificaciones climáticas asignan una calificación a cada tipo de clima y esta calificación se acepta sin ninguna dificultad, (Linés, E., 1998).

2.2. Elementos del clima

2.2.1. Temperatura

Según (Nimbus, L. 2011) la temperatura es una medida de la cantidad de calor en la atmósfera o en un objeto. En términos meteorológicos, la temperatura del aire es crucial porque afecta a una variedad de fenómenos meteorológicos y climáticos, incluyendo la formación de nubes, la precipitación y las condiciones de vida.

La temperatura se mide en grados Celsius (°C) o Fahrenheit (°F), dependiendo del sistema de unidades utilizado en cada región. Las mediciones se toman a una altura estándar de 2 metros sobre el suelo para proporcionar una representación consistente de las condiciones atmosféricas.

El concepto de temperatura es común pero difícil de definir sin los recursos de la termodinámica. La energía cinética tiene un vínculo directo con la temperatura promedio de las partículas (átomos o moléculas) que componen el sistema. Las partículas se mueven más rápidamente con la temperatura y, por ende, la energía cinética promedio también aumenta. Según el primer principio de la termodinámica la energía total de un sistema cerrado es constante por ello la energía puede cambiar de una forma a otra (por ejemplo, de energía térmica

a energía mecánica), pero no se crea ni se destruye, no obstante, la temperatura juega un papel crucial en cómo se distribuye esta energía dentro del sistema.

2.2.1.1. Conducción

Es el proceso de transferencia de calor a través de la materia a escala atómica mediante la actividad molecular y la colisión de unas moléculas con otras. Las partículas con mayor energía transfieren energía a las partículas con menor energía, creando un rango de temperatura desde la temperatura de flujo de calor más alta hasta la más baja. Los mejores conductores de calor son los metales. El aire es un mal conductor del calor. Los objetos mal conductores, como el aire o el plástico, se denominan aislantes (Prodel, R. 2012).

2.2.1.2. Convección

Redistribución del calor en un líquido a través de una corriente eléctrica. Es decir, es el mecanismo de movimiento interno de masa o transferencia cíclica de calor en la materia. Esto puede ser natural y surgir simplemente de una diferencia en la densidad de la materia; o forzado, como sucede con el ventilador o una bomba ya que este puede forzar el movimiento del fluido, lo que acelera la transferencia de calor y ayuda a mantener una temperatura uniforme. Por ejemplo, en un horno de convección, un ventilador distribuye el aire caliente, asegurando que los alimentos se cocinen de manera uniforme. En resumen, la convección es crucial para la transferencia de calor en fluidos y afecta cómo se distribuye la temperatura en diversos entornos, desde la atmósfera terrestre hasta sistemas de calefacción y refrigeración. La mayor parte del calor producido por la atmósfera en la naturaleza se genera cerca de la superficie a través de la conducción y la radiación. se transfiere por convección a otras capas o capas de la atmósfera (Prodel, R., 2012).

2.2.1.3. Radiación

La radiación refiere a la transferencia de energía en forma de ondas electromagnéticas, un proceso fundamental que influye en numerosos aspectos de la física, la meteorología y la tecnología. La radiación se propaga en forma de ondas electromagnéticas, que incluyen una amplia gama de longitudes de onda, desde rayos gamma y rayos X hasta luz visible, microondas y ondas de radio. La radiación electromagnética consiste en campos oscilantes eléctricos y magnéticos mutuamente perpendiculares que viajan a través del espacio y transfieren energía de un lugar a otro (Prodel, R., 2012).

Entonces el calor se transfiere bajo tierra por conducción. Su capacidad para atrapar y transferir calor varía según el contenido de humedad; cuanto mayor sea el contenido de humedad, mayor será su conductividad y capacidad calorífica. En el agua el calor se puede transferir por conducción y convección (si la circulación no es vertical, sino turbulenta, se llama

transferencia por flujo turbulento). En el aire, la transferencia de calor se da mediante conducción, convección, turbulencia y radiación, pero como el aire es un mal conductor, la mayor parte del intercambio de calor se logra por conducción y/o turbulencia (Andrades & Múñez, 2012).

2.2.2. Presión atmosférica

La presión se define a la unidad de área por fuerza ejercida por el peso de la atmósfera sobre la superficie terrestre, según la fórmula.

$$P = F/S$$

Por lo tanto, la presión atmosférica es el resultado del peso del aire que se encuentra en la columna vertical sobre un punto dado en la Tierra, (Egger, P., 2003).

2.2.2.1. Unidad de presión

Desde la perspectiva histórico, la primera unidad de medida de la presión atmosférica es milímetros de columna de mercurio – mm Hg. Esto se debe al hecho de que se conoce la capacidad de una columna de mercurio de 760 mm, que incluye la propia presión de referencia de equilibrio. Por lo tanto, esta propiedad se utilizó en la construcción de los primeros barómetros y el milímetro de mercurio se convirtió en una unidad de medición muy intuitiva. (Egger, P., 2003).

En la industria también se utiliza la “atmósfera técnica” (at), que se define como la presión producida por un kilogramo de fuerza (kgf) en una superficie de un centímetro cuadrado. Se debe tener en cuenta que 1 KgF es la fuerza que actúa sobre una masa de 1 kg debido a la gravedad; entonces, una fuerza es de aproximadamente 9.81 Newtons (N). No debe confundirse con el concepto de “atmósfera normal” o “la atmósfera física” (atm), definidos por la presión ejercida por una columna de mercurio de 760 mm en condiciones estándar dadas. El concepto equivalente es de 1 atm = 1.033 at. Unites entocídicas. Establecimiento de unidades atómicas en entocidencials. (Egger, P., 2003).

Actualmente, la comunidad científica internacional utilizó el Sistema Internacional de Unidades cuyas unidades básicas son metros, kilogramos, segundos y unidades de presión en pascales, que son newtons por metro cuadrado; esta unidad es muy pequeña y para facilitar la transición de un sistema a otro, se decidió que la presión atmosférica se expresará en hectopascales, es decir, cientos de pascales. Un hectopascal es lo mismo que un milibar (1 hPA = 1 mb), por lo que no requiere mucho esfuerzo reconocer este cambio de nombre (Egger, P., 2003).

2.2.2.2. Medición de la presión

En un intento por popularizar los barómetros para medir la altura y predecir el tiempo, se desarrollaron barómetros metálicos que eran más manejables y económicos que el barómetro de Fortín. Se denominan barómetros aneroides y holográficos, aunque son menos precisos. El primero consta de un tubo de sección elíptica curvado en forma de anillo, en el que se ha conseguido un alto grado de rarefacción. El tubo curvo permanece fijo en un punto, el extremo del semicírculo resultante es móvil. A medida que aumenta la presión atmosférica el tubo se cerrará, en caso contrario se abrirá. El extremo del semicírculo está conectado al extremo de la varilla, que gira alrededor de su centro; El movimiento indexado es posible utilizando un conjunto de palanca y engranaje (Egger, P., 2003).

2.2.3. Vientos

Dado que la radiación solar calienta la superficie terrestre, áreas de la tierra cercanas a los trópicos hacia el norte y al sur se calientan más que las áreas hacia los polos. Esto significa que el aire a nivel de la tierra en las células de Hadley y Ferrell se calienta a través del contacto con la superficie inferior en varias magnitudes, (Andrades & Múñez, 2012).

El aire más cálido se expande y se vuelve menos denso, por lo que la presión atmosférica cae en el área cubierta por la masa de aire más caliente. El aire menos cálido se expande menos y se vuelve más denso, lo que aumenta la presión atmosférica en el área cubierta por la masa de aire más fría. Por lo tanto, la superficie terrestre se calienta de manera desigual y otras masas de aire depositadas sobre ella crea diferentes presiones de aire en las regiones atmosféricas (Andrades & Múñez, 2012).

2.2.4. Precipitación

(Villon, 2002) menciona que cualquier clima húmedo que comience con las nubes alcanzando la superficie terrestre puede provocar precipitaciones en diferentes formas, como granizo, lluvia y nieve La precipitación es la totalidad del agua meteórica que cae sobre la superficie terrestre, incluidos líquidos como llovizna, lluvia, nieve y granizo, así como precipitaciones ocultas como el rocío y las heladas, que constituyen una porción pequeña pero significativa de la precipitación total, incluida la blanca heladas, en algunas zonas La precipitación es causada por cambios de temperatura o presión, lo que requiere la condensación del vapor de agua en la atmósfera para formar precipitación.

Es necesaria la saturación para descondensar. Varios procesos termodinámicos contribuyen a la saturación de partículas atmosféricas inicialmente insaturadas y conducen a su condensación. Finalmente, la importancia de la precipitación se debe a que es el único aporte significativo a los sistemas hidrológicos continentales (Román, 2016).

2.2.4.1. Consecuencias de la variabilidad de la precipitación

La aparición de tifones, ciclones, sequías e inundaciones ya es bastante común en los países en desarrollo templados y tropicales de Asia. Los efectos del cambio climático y su variabilidad aumentarían el nivel de confianza alto, en zonas remotas de Asia, se sabe que los fenómenos meteorológicos extremos tienen consecuencias negativas El panel intergubernamental sobre cambio climático ha encontrado indicios de una mayor intensidad o frecuencia de ciertos eventos extremos a escala regional durante el siglo XX, Intergovernmental Panel on Climate Change (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007).

La probabilidad de inundaciones en las regiones propensas a inundaciones de Asia templada y tropical puede verse aumentada por el aumento de las precipitaciones, especialmente durante los monzones de verano. La temporada de verano en Asia árida y semiárida puede provocar sequías más graves con un nivel de confianza medio. El siglo XX ha sido testigo de graves sequías y frecuentes inundaciones en muchos países de Asia templada y tropical. Se espera que muchas zonas de Asia templada y tropical experimenten más inundaciones repentinas en el futuro. La posibilidad de inundaciones frecuentes es alta en partes de la India, Nepal y Bangladesh, que pueden experimentar un período de tiempo más corto entre lluvias intensas, (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2007).

2.2.5. Humedad

La humedad del aire corresponde a la cantidad de agua gaseosa (o vapor de agua) que puede contener un gran volumen de aire. Ya que la importancia de la componente atmosférica (concentración entre 0 y 4%) está relacionada con la formación de nubes y, por tanto, con la precipitación. En condiciones normales (generalmente en la atmósfera), el vapor de agua en el aire está "insaturado", es decir, ocupa sólo una fracción de la capacidad de la atmósfera para retener vapor de agua. La saturación se puede lograr aumentando la cantidad de vapor en el aire (humidificación) o bajando la temperatura. La precipitación ocurre en condiciones saturadas de vapor de agua, que se condensa a medida que la masa de aire se enfría.

Un aspecto interesante de la hidrología es la determinación del "agua precipitable" en la columna de aire. Para ello se utilizarán diferentes conceptos para cuantificar el contenido de humedad de la atmósfera (Vargas & Cartes, 2010)

La cantidad o volumen de vapor de agua presente en la atmósfera se conoce como humedad atmosférica. La superficie del mar y los manantiales, donde el agua se evapora continuamente, son las principales fuentes de humedad del aire. Los procesos de evaporación del suelo, las plantas y los animales, así como los lagos, los glaciares y los ríos, son otras fuentes

de humedad en la atmósfera. El agua es esencial para los principales procesos biológicos, geológicos, meteorológicos, químicos y físicos de la atmósfera. Cuando el agua pasa de un estado líquido a un estado gaseoso, se forma el vapor de agua, que se puede ver en el medio ambiente en forma de niebla o en forma de nubes cuando la concentración de vapor de agua es alta (Vásquez, G., 2009).

2.3. Factores climáticos

2.3.1. Latitud

La latitud es la distancia desde un determinado punto de la tierra hasta cualquier punto del ecuador. La latitud también afecta la temperatura, ya que cuanto más cerca estás del ecuador, mayor es la temperatura y cuanto más cerca de los polos, menor es la temperatura (Jorge, J., 2020).

2.3.2. Altitud y relieve

La altitud es la distancia de un punto con respecto al nivel del mar. Este factor afecta la temperatura y la precipitación. A medida que aumenta la altitud, la temperatura disminuye aproximadamente 1 grado por cada 180 metros de altitud. Esto se debe a que el aire en altitudes más bajas es más denso y capaz de retener el calor, mientras que en altitudes más altas no lo es y la temperatura desciende (Jorge, J., 2020).

El relieve afectará a la mayoría de las zonas montañosas, en elevaciones más altas donde las precipitaciones como lluvia, nieve o niebla son más comunes (Jorge, J., 2020).

2.3.3. Continentalidad (distancia del mar)

El océano actúa como modelo de temperatura a medida que se enfría lentamente, absorbiendo el calor de las costas en las que flota. Es pequeña la diferencia de temperatura entre el día y la noche Jorge, J., 2020).

2.3.4. Corrientes oceánicas

Transportan grandes cantidades de agua por mar y a largas distancias. El agua de lugares distantes enfría o calienta el aire circundante, afectando la presión, la humedad y los organismos del entorno (Jorge, J., 2020).

2.3.5. Cambio climático

Se refiere a cambios de clima y temperatura prolongados. Estas modificaciones pueden ser el resultado de cambios en la actividad solar natural o grandes erupciones volcánicas. Sin embargo, la actividad humana ha sido la principal causa del cambio climático desde el siglo XIX, principalmente debido a la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural (Organización de las Naciones Unidad - ONU, 2019).

La quema de combustibles fósiles genera emisiones de gases de efecto invernadero, que cubre la Tierra y absorbe el calor del sol, elevando la temperatura. El dióxido de carbono y el metano son los principales gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático. Surgen del uso de carbón para calentar los edificios o de la gasolina para hacer funcionar los automóviles. Además, se libera dióxido de carbono con la tala de tierras y bosques. Las principales fuentes de emisiones de metano son las actividades relacionadas con el petróleo, el gas y la agricultura. Las principales fuentes de emisiones son la energía, la industria, el transporte, la construcción, la agricultura y el uso del suelo. Las emisiones provienen principalmente de la energía, industria, transporte, construcción, agricultura y uso del suelo. (ONU, 2019).

2.4. Índices climáticos

Los índices bioclimáticos son fórmulas matemáticas y estadísticas que combinan datos de altitud o latitud con parámetros climáticos, principalmente temperatura, precipitación y muestran las relaciones entre la vegetación, los animales y el clima, mientras que los índices climáticos son aquellos que intentan sintetizar y resumir los valores climáticos más importantes. Muchas clasificaciones climáticas y bioclimáticas se basan en estos índices. (San, A., 2019).

Los buenos índices utilizan valores simples y fácilmente accesibles, son funcionales y aplicables a la ecología, la agricultura y la climatología, no son redundantes ni demasiado complejos y se pueden aplicar a todo el planeta (San, A., 2019).

2.4.1. Índice de evapotranspiración

La evapotranspiración es un término acuñado por Thorntwaite que evalúa la pérdida de agua debido a la evapotranspiración del suelo y la transpiración de las plantas. Además, ayuda a analizar la eficiencia de la lluvia. Puede medirse con un medidor de evapotranspiración o inferirse a partir de otras variables climáticas (por ejemplo, temperatura, viento, humedad relativa, radiación, ubicación geográfica), aunque generalmente se determina mediante estimaciones aproximadas (Diaz San Andrés, 2011 - 2019).

Existen dos tipos de evapotranspiración:

2.4.1.1. Evapotranspiración potencial o ETP

Se tiene en cuenta una situación teórica con suficiente agua. Se calcula a partir de datos climáticos puros (radiación global, temperatura media, etc.).

2.4.1.2. Evapotranspiración real o ETR

Según (Diaz San Andrés, 2011 - 2019) la evapotranspiración es la cantidad de evapotranspiración que se produce en función de la cantidad real de agua disponible. Puede calcularse midiendo la pérdida de agua del suelo utilizando un dispositivo especial llamado

medidor de evapotranspiración o mediante operaciones matemáticas: Thornthwaite (1957), Blaney, Penman (1956), Papadakis (1966), Holdridge (1967), Cridle, F.A.O.

a) Índice de evapotranspiración de Thornthwaite

Aunque es una unidad compleja, es la más utilizada. Fue publicado por Thornthwaite y Mather (1957) quienes, basándose en consideraciones teóricas y empíricas, calcularon la capacidad evaporativa de la vegetación sin limitar la humedad del suelo (Rivas, 2005) y derivaron una fórmula de referencia.

2.4.2. Índice de humedad de Thornthwaite (IH)

Fue establecido por Thornthwaite (1933) y representa el porcentaje de exceso o déficit de la precipitación anual (P) sobre la evapotranspiración anual (PE).

2.4.3. Índice de mediterraneidad de Rivas-Martínez

El carácter mediterráneo de una región se mide mediante los índices mediterráneos de Rivas-Martnez (Diaz San Andrés, 2011 - 2019).

2.4.4. Índices de continentalidad

El índice de continentalidad mide el grado en que los continentes, océanos u océanos influyen en un área. Para ello, consideraron las fluctuaciones térmicas anuales; un valor mayor suele corresponder a una zona continental, mientras que un valor menor suele representar una zona influenciada por los océanos, ya que los océanos, lagos y mares tienden a amortiguar los contrastes extremos de temperatura. Las regiones ecuatoriales no tienen estaciones térmicas y tienen poca variación anual de temperatura, lo que significa que las amplitudes térmicas anuales son muy bajas, lo que hace más difícil calcular los efectos de continentalidad/oceánicos en estas regiones.

El enfriamiento de los continentes más fríos durante el contacto provoca un asentamiento y una contracorriente térmica, lo que dificulta la lluvia. El grado de continentalidad de un clima local está influenciado principalmente por dos factores: la temperatura y las precipitaciones.

- El factor térmico es la diferencia de amplitud entre la temperatura media del mes más cálido y la temperatura mínima del mes más frío.
- La cantidad de precipitación durante el verano en relación con la precipitación total anual, es el factor de precipitación.

Cuanto mayor sea la gravedad específica de las precipitaciones de verano en comparación con la precipitación total anual y la diferencia de temperatura entre los meses más fríos y cálidos, mayor será la continentalidad de un clima. Varios autores proponen una variedad de medidas para medir la continentalidad climática. Entre que podemos señalar:

2.4.4.1. Índice de continentalidad de Gorezynski

Según este escritor, la latitud compensa la continentalidad.

2.4.4.2. Índice de continentalidad de Currey

La amplitud térmica anual (o la diferencia entre la temperatura media en los meses más cálidos y fríos del año) se divide entre el tercio de la latitud más uno.

2.4.5. Índice de oceanidad de Kerner

Este índice compara la amplitud térmica anual con la temperatura media de octubre y abril. Si K es superior a 30, el clima será oceánico; si es menor, no lo será.

2.4.6. Índice de aridez

Estos índices miden qué tan seco es el clima y, por lo tanto, están estrechamente relacionados con el índice de precipitación. La aridez es un concepto fragmentado, ya que los climatólogos, biólogos, botánicos e ingenieros agrícolas tienen conceptos diferentes de sequía. Desde una perspectiva climática general, se consideran meses secos aquellos en los que la temperatura duplica la precipitación (aunque esta definición no tiene en cuenta el suelo, que es el principal factor de aridez).

El índice de sequía, basado en datos climáticos, se basa en el principio de que a medida que aumenta la temperatura, aumenta la evaporación (Capel Molina, 1982) y por tanto disminuye la eficiencia de la precipitación. A continuación, se presentan algunos índices de aridez para comparar con otros índices bioclimáticos (por ejemplo, índices de Lang, Martonne, Emberger, Giacobbe, Thornthwaite). También es práctico comparar los valores de aridez anual con los valores de sequía mensual para analizar su estacionalidad y su evolución a lo largo del año.

2.4.6.1. Aridez de Lang

La expresión de la precipitación media anual en relación con la temperatura lo define.

2.4.6.2. Aridez de Martonne

Aunque es particularmente efectivo en áreas tropicales y subtropicales, permite la primera identificación fitoclimática del mundo.

También se muestra que los meses de actividad vegetativa para la vegetación son aquellos con una temperatura promedio superior a 3 °C (inferior al valor determinado por otros autores de 6 °C) y un índice de sequía mensual mayor.

2.4.7. Índice de termicidad

Porque la temperatura está estrechamente relacionada con el crecimiento, la productividad (en ciertos valores, la productividad de muchas plantas es casi lineal a la

temperatura) y el desarrollo de plantas y animales, los índices térmicos suelen describir el ciclo térmico anual de cada clima. (San, 2019).

2.4.7.1. Índice de termicidad método de Rivas – Martínez

Esto está directamente relacionado con la temperatura y el tipo de vegetación. Cuanto mayor sea el poder calorífico, mayor será la afinidad a la vegetación o capacidad de adaptarse al calor (San, 2019).

Millarium, J., (2004) señala que el índice de termicidad (It), sugerido por Rivas-Martínez, Se compone de la suma de la temperatura media anual (T), la temperatura mínima media del mes más frío (m) y la temperatura máxima media del mes más frío (M).

2.4.8. Índice de Fournier modificado

Ramírez (2010) menciona que, “el índice de Fournier modificado de Arnoldus (1978) corrige las diferencias probables en el índice de Fournier al tomar en cuenta la precipitación de todos los meses durante un período de tiempo específico, no solo los meses con mayor precipitación sino también los meses restantes. El autor menciona el trabajo de Fournier como una técnica práctica que utiliza una fórmula de regresión lineal en la que el valor conocido de R está vinculado a la precipitación promedio anual”.

Arnoldus (1980) y Hoyos et al. (2005), citado por Ramírez-Ortiz et al. (2007), creadores y modificadores de este índice, señalaron que este Índice de Fournier Modificado (IFM) es considerado como uno de los estimadores aceptables de la erosión del suelo causada por la lluvia para modelar los procesos erosivos en áreas tropicales o amazónicas.

2.5. Antecedentes

2.5.1. Antecedente internacional

Serrano, et al; (2012) en su estudio “analizar estadísticamente los datos meteorológicos mensuales y diarios para medir la variabilidad y el cambio climático en el distrito metropolitano de Quito” mencionó que utilizando datos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), se realizaron dos tratamientos estadísticos. En primer lugar, se realizó un análisis de tendencia de las temperaturas máximas y mínimas mensuales, precipitación, heliofanía, humedad relativa y nubosidad mediante un método estándar de regresión lineal por mínimos cuadrados y su correspondiente método de regresión lineal por mínimos cuadrados y su prueba F asociada para determinar la significancia estadística del modelo. El segundo tratamiento, en busca de eventos extremos, se analizaron los datos diarios con el fin de determinar los extremos de temperatura y precipitación utilizando paquete RclimDex siguiendo las recomendaciones del ECTCCDI (Expert Team on Climate Change Detection and Índices). En donde los resultados muestran un aumento en las tendencias y

comportamientos inusuales que podrían ser el resultado del cambio climático y la variabilidad climática.

Según (Florez & Torres, 2022), en su invetigación “Análisis de la correlación entre los índices macroclimáticos del fenómeno del niño y la niña y la precipitación en la región andina de Colombia” concluyó que todos los indicadores macroclimáticos se correlaciona con la precipitación en una región determinada para conocer los factores que influyen en el comportamiento meteorológico de la región, de modo que se pueda predecir el comportamiento de factores como la intensidad, duración y frecuencia de la precipitación. Un modelo que proporciona una visión panorámica del comportamiento regional futuro y es una herramienta que permite predecir y luego evaluar, mitigar y proponer estrategias de prevención ante situaciones como sequías o inundaciones. Aunque el IDEAM proporciona una recopilación de datos históricos, como se mencionó anteriormente, existen algunas incertidumbres en estos datos, porque los datos están incompletos o la forma de recopilación de información puede cambiar debido a una recopilación inestable o descuidada, por ejemplo la generación de macroclima relacional para Indexar y proponer una ecuación para predecir a nivel internacional los resultados de los datos obtenidos por laboratorios reconocidos puede proporcionar datos más aproximados para complementar la información básica del IDEAM, prediciendo así comportamientos y generando planes de acción.

Según (Mejia & Moreno, 2018) investigó “Determinación del índice de variabilidad climática y cambio climático a partir de análisis estadísticos para el municipio de barrancabermeja santander, periodo (1983-2017)” Los resultados se obtuvieron realizando un análisis estadístico de los elementos que componen el sistema climático. El método utilizado se basa en información de la estación climática principal del Aeropuerto Jareguis del municipio de Barrancabermey y cubre un período de 35 años (1983-2017) de registros de elementos climáticos como luz solar, humedad relativa, precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima y temperatura media. Ante esta información, se utilizaron herramientas informáticas para generar gráficos y análisis multivariados, determinar la distribución del área de estudio, análisis de impacto asociados y modelos climáticos. Los resultados muestran una distribución normal de escalas de tiempo que determinan la dinámica asociada a valores normales de luz diurna y temperatura, así como valores superiores a lo normal de humedad relativa y precipitación asociados a indicadores de producción nacional. Asimismo, el estudio de dos semestres mostró una relación basada en una correlación estadísticamente significativa entre (Tmed/Tmax) con coeficientes de Pearson de 0,9930 y 0,9915, respectivamente, con una significancia de 0,0001. El patrón climático de la región muestra un patrón de lluvias bimodal

con cada vez menos precipitaciones en enero y octubre, y nuevamente un clima cálido con una temperatura media anual de 28.0 °C. Finalmente, analizar la dinámica de los sistemas meteorológicos locales permite acciones que pueden ayudar a dar forma a los planes de desarrollo del cambio climático y las políticas de mitigación y adaptación.

2.5.2. Antecedente nacional

La investigación de (Tapia M, 2021) analiza el comportamiento de variables meteorológicas en Tarapoto entre 1999 y 2020. Se determinaron índices climáticos como humedad, temperatura y precipitación, utilizando metodologías descriptivas y analíticas. Los resultados muestran que los meses más calurosos son marzo, abril, mayo, agosto y setiembre, mientras que los más fríos son mayo, junio y julio. La mayor precipitación se registra de setiembre a enero, con junio, julio y agosto como meses menos lluviosos. La evapotranspiración máxima se dio en 2016 en enero. La humedad se clasifica mayormente como seco-subhúmedo, con algunas excepciones. Tarapoto tiene influencia hiper oceánica, aunque en algunos años se considera subcontinental. El clima se define como "seco subhúmedo", con fluctuaciones en temperatura y humedad, y una tendencia a incrementarse en los próximos 20 años. Las precipitaciones mantienen una tendencia estable.

El estudio de (Rios M, 2016) analizó la relación entre indicadores meteorológicos y olas de calor en Juan Guerra, San Martín. Se examinaron temperaturas, evaporación y precipitaciones de 1964 a 2013, con datos del SENAMHI. Se evaluaron tendencias y se graficaron oscilaciones. Se observó un aumento de 1,3°C en la temperatura máxima, 1,0°C en la mínima y 0,9°C en la media en 50 años. La evaporación aumentó en 168,86 mm en 49 años. Se identificó el año 1997 como crítico para las olas de calor. Los datos revelan cambios significativos en el clima.

La investigación de (León A, 2014) Investiga la variación de la precipitación en la costa norte de Perú durante los años 1963/64-2008/09, así como la variación diaria durante los eventos El Niño 1982-83 y 1997-98. Se utilizó el método del vector regional (MVR) y el índice de precipitación para obtener datos. Se identificaron dos áreas climáticas con diferente respuesta a los eventos El Niño, con precipitaciones extremas en la primera región. En cuanto a la relación entre precipitación y caudales, se observó un desfase de 1 día durante los eventos El Niño en las regiones de Tumbes y Piura. Las correlaciones entre caudales y precipitación diaria fueron limitadas. Se concluyó que la circulación atmosférica influye en la ocurrencia de días lluviosos y secos. Los resultados resaltan la importancia de entender la variabilidad climática para la gestión de recursos hídricos en la costa norte peruana. En el estudio se analizó la relación entre las precipitaciones intensas y los caudales extremos durante eventos de El Niño

en la cuenca Piura, encontrando una correlación significativa entre la estación hidrométrica 106 Ñacara y la estación meteorológica Huarmaca. Se observó una alta variabilidad en la precipitación diaria en Tumbes y Piura durante los eventos de El Niño 1982-83 y 1997-98, influenciada por anomalías de vientos del noroeste y oeste. En el evento de 1997-98, los vientos del oeste propiciaron la convección y precipitación intensa. Durante el evento de 1982-83, se observó una aproximación de la actividad convectiva hacia la costa norperuana. Estos hallazgos podrían ser útiles para predecir precipitaciones intensas asociadas a eventos de El Niño en la costa norte del Perú.

2.5.3. Antecedente local

La investigación de (Manrique De Lara, 2022) se enfoca en caracterizar el comportamiento meteorológico y determinar los índices climáticos en Tingo María durante el periodo 1990-2020. Se analizaron la precipitación, temperatura y humedad relativa, identificando tendencias climáticas a lo largo de tres décadas y proyectando al 2050. Se utilizaron diversos métodos para calcular índices climáticos como evapotranspiración, mediterraneidad, humedad, continentalidad, aridez y termicidad. Los resultados muestran fluctuaciones en la precipitación y temperaturas medias, con aumentos en la temperatura mínima y máxima. Se observó un incremento en la humedad relativa en ciertos periodos. Los indicadores climáticos revelan un clima hiperhúmedo con características cálidas y subtipo tórrido. La evapotranspiración se sitúa en 1366,19 mm/anual, mientras que el índice de mediterraneidad indica un clima no mediterráneo. Los índices de continentalidad y aridez muestran variaciones en la clasificación del clima de Tingo María. En resumen, el estudio proporciona un análisis detallado del clima en la región, destacando cambios significativos en la precipitación, temperatura y humedad, así como en los índices climáticos que caracterizan el entorno de Tingo María.

La investigación de (Manrique de Lara Suarez, 2018) analiza las variaciones climáticas en Tingo María entre 1947 y 2016, relacionando parámetros meteorológicos como temperatura, precipitación y humedad relativa. Se identificaron tendencias climáticas a lo largo de siete décadas y se proyectaron al 2050, proponiendo programas de mitigación. Se utilizó una metodología correlacional retrospectiva para calcular índices climáticos y analizar consistencia en datos mensuales y anuales. Se observaron variaciones significativas en temperaturas máximas, mínimas y medias, así como en precipitación y humedad relativa. Se evidenció un cambio climático en Tingo María, con incrementos en temperatura media y humedad relativa, y variaciones en precipitación. Estos hallazgos apuntan a la necesidad de medidas para enfrentar los efectos del cambio climático en la región.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

3.1.1. Descripción del área en estudio

El presente trabajo de investigación está ubicado en el distrito de Huánuco, Provincia de Huánuco y departamento de Huánuco de la zona central y oriental del Perú.

La estación meteorológica del área en estudio se encuentra en las coordenadas UTM WGS-84, E: 363133.64; N: 8899635.57 a una altitud de 1919 m.s.n.m.

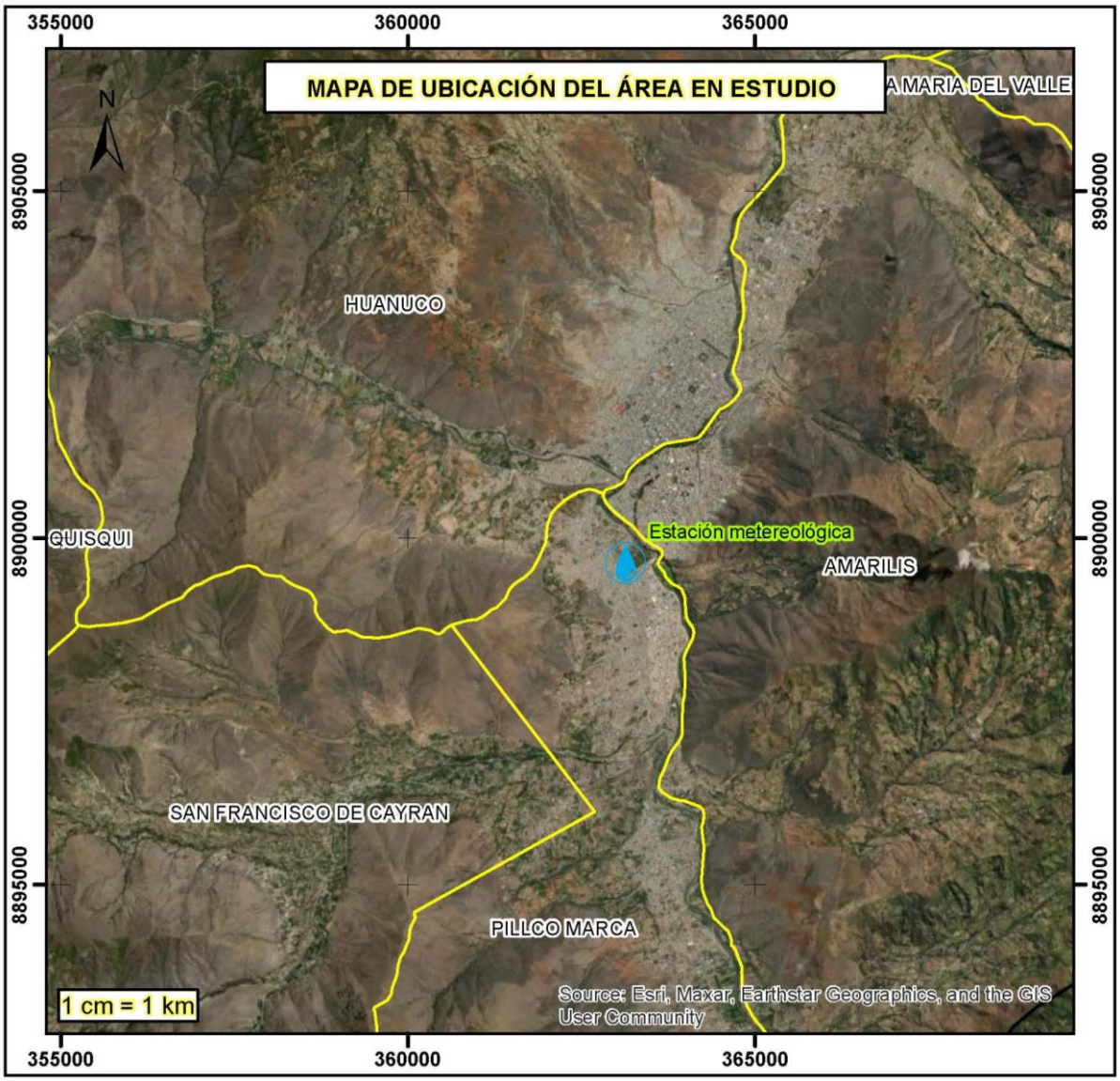


Figura 1: Ubicación del área en estudio.

3.1.2. Características del área en estudio

3.1.2.1. Clima

La ciudad de Huánuco presenta un clima lluvioso, semifrío y húmedo en otoño e invierno según clasificación Thornthwaite (1948) teniendo en cuenta la guía climática del SENAMHI (2008),

La estación de CP. Huánuco registró una temperatura máxima extrema absoluta de 30.2°C en la región andina de Huánuco, lo que lo calificó como un día extremadamente cálido. Asimismo, el comportamiento de las temperaturas mínimas se encuentra dentro del rango normal, a excepción de las estaciones San Rafael (-1.6°C) y Huánuco (1.4°C) que registraron anomalías, se presentó un rango de oscilación de anomalías de -1.6°C a +1.4°C, (SENAMHI, 2023)

3.1.2.2. Suelo

El territorio de Huánuco está muy disectado por procesos orogénicos, lo que determina que sus suelos tienen características de protección, aptitud forestal y de pastos, es por ellos que el área disponible para el cultivo en limpio es pequeña y se encuentran ubicados en los márgenes del río Huallaga y Pachitea, asimismo el 52% del total de la superficie agrícola regional se concentra en los márgenes del río Pachitea (MIDAGRI, 2009).

3.1.2.3. Accesibilidad

Para llegar a la ciudad de Huánuco se toma una movilidad desde Tingo María hasta la ciudad de Huánuco el cual tiene un recorrido de 2 horas con 30 minutos a través de una carretera asfaltada.

3.2. Materiales y equipos

Libreta de campo, cámaras fotográficas, datos meteorológicos, computadora. Asimismo, se usó los softwares de Rstudio, Excel y Word.

3.3. Metodología

3.3.1. Criterio y análisis de estudio

3.3.1.1. Tipo y nivel de investigación

La investigación es de tipo retrospectivo, porque los datos fueron recolectados de la estación meteorológica cp Huánuco desde el periodo 1990 a 2020, de manera que el investigador no tuvo participación en la recolección datos. Por lo que el nivel de investigación es descriptiva y explicativo ya que la finalidad es describir y estimar los parámetros de acuerdo con los objetivos propuestos.

3.3.1.2. Diseño de la investigación

La investigación se considera no experimental de tipo retrospectivo ya que los parámetros son observados en el tiempo y momento determinado. Asimismo, se realizó los análisis respectivos considerando 3 parámetros los cuales son la precipitación, temperatura y humedad relativa y con ello se llegó a determinar los objetivos propuestos.

3.3.2. Unidad de estudio

3.3.2.1. Población y muestra

La población o el área de influencia de la investigación es la ciudad de Huánuco ya que la estación se encuentra dentro de la zona, asimismo la muestra son los datos de precipitación, temperatura y humedad relativa obtenidos de la estación meteorológica Cp. Huánuco.

3.3.2.2. Unidad de información y análisis

La unidad de información y análisis son los registros de precipitación, temperatura y humedad relativa obtenidos de la estación meteorológica CP. Huánuco.

3.3.2.3. Variables dependientes e independientes

Para esta investigación la variable independiente es el tiempo por lo tanto los indicadores son los meses y años desde 1990 a 2020.

La variable dependiente son las condiciones climáticas por lo tanto sus indicadores principales son la temperatura, precipitación y humedad relativa.

3.3.3. Metodología y técnicas de desarrollo del estudio

3.3.3.1. Análisis de los factores climáticos: precipitación, temperatura y humedad relativa durante el periodo 1990 – 2020 en la ciudad de Huánuco.

Los análisis de los factores climáticos como la precipitación, temperatura y humedad relativa durante el periodo 1990 – 2020 en la ciudad de Huánuco fueron realizados en el Software de Rstudio, en donde se determinó los valores mínimos, medios, máximos, desviación estándar y coeficiente de variación para cada uno de los factores propuestos. Asimismo, la interpretación del coeficiente de variación fue interpretado por los rangos establecidos por (Larreal, 2005). Este último es usado para comparar la dispersión de conjuntos de datos que pueden tener diferentes unidades de medida o medias aritméticas

Tabla 1. Rangos interpretativos de coeficiente de variación.

Rangos	CV
0 a 15%	Muy bajo
15-30	Bajo
30-45	Mediano
45-60	Alto
> 60	Muy alto

Fuente: Larreal (2005)

3.3.3.2. Determinación de las tendencias del análisis climático según las variaciones de la precipitación, temperatura y humedad relativa para un futuro de 30 años en la ciudad de Huánuco.

Las tendencias del análisis climático a una proyección de 30 años se realizaron a través del software Rstudio con el modelo Inputación cutoff que sirve para la completación de datos, y para la extensión de datos se usó el modelo Autorregresivo Integrado Media Móvil (ARIMA).

Para ello lo primero que se realiza es ver si está o no en una serie de tiempo, una vez que está en serie de tiempo, se ve si la serie es estacionaria o no. Si es estacionaria se sigue con el procedimiento caso contrario se realiza diferencias hasta volverlo estacionario. Para ello se aplica la prueba de Dickey Fuller, si el p-value es menor a 0.05 se acepta la hipótesis H_1

H0: p-value > 0.05 →No es estacionaria (Raíz unitaria)

H1: p-value < 0.05 →Es estacionaria

Cuando la serie es estacionaria se realiza la función de autocorrelación, luego se aplica el modelo ARIMA con el cual se determina cuantos autorregresivos, diferencias y media móvil se va usar para la serie.

Para constatar si el modelo es correcto se realiza la validez de ruido blanco lo que significa que el error es media igual a cero, varianza constante y no estar serialmente correlacionada, cuando se acepta la hipótesis H_0, se determina que se pueden realizar las predicciones correspondientes.

H_0: p-value > 0.05 →Ruido Blanco

H_1: p-value < 0.05 →No hay ruido Blanco

3.3.3.3. Determinar los índices climáticos en la ciudad de Huánuco

a) Índice de evapotranspiración por el método de thornthwaithe

El índice de calor mensual, i, se encuentra en la temperatura media mensual de °C.

$$i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514}$$

El índice de calor anual se calcula, I, sumando los 12 valores de i.

$$I = \Sigma i$$

El ETP mensual sin corregir se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$ETP_{\sin corr.} = 16\left(\frac{10.t}{I}\right)^{a}$$

Donde:

ETP sin corr = ETP mensual en mm/mes para meses de 30 días y 12 horas de sol (teóricas).

t = temperatura media mensual, ºC

I = índice de calor anual

a = $675 * 10^{(-9)} * I^3 - 771 * 10^{(-7)} * I^2 + 1792 * 10^{(-5)} * I + 0{,}49239$

b) Índice de humedad de Thornthwaite (IH)

Indica la cantidad de incremento o decremento de precipitación respecto a la evapotranspiración:

$$IH = 100\,(P - PE)/PE$$

Con la presente ecuación se determina el porcentaje de precipitación excesiva o déficitaria anual (P) en comparación con la evapotranspiración anual (PE). El índice es positivo si P > PE y negativo si P < PE. Thornthwaite (1955) evaluó cinco regiones diferentes de humedad utilizando los valores anteriores, cuyos valores se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 2. Regiones de humedad según Thornthwaite

Tipo climático	IH
Hiper húmedo	>100,0
Húmedo superlativo	80,0 a 100,0
Húmedo superior	60,0 a 80,0
Húmedo medio	40,0 a 60,0
Húmedo inferior	20,0 a 40,0

Subhúmedo - húmedo	0 a 20,0
Seco - subhúmedo	-20,0 a 0
Semiárido	-40,0 a -20,0
Árido	-100,0 a -40,0

Fuente: Thornthwaite (1955)

c) Índice mediterráneo

En zonas no tropicales del hemisferio sur, los meses de diciembre, enero y febrero se consideran estivales, lo que significa que el índice de mediterraneidad en estas áreas es:

$$IM = (ETPd + ETPe + ETPf) / (Pmd + Pme + Pmf).$$

Donde:

ΣETP (d,e,f): Es el resultado de la suma de la evapotranspiración potencial media de diciembre, enero y febrero.

ΣP (d,e,f): es la suma de las precipitaciones promedio de los meses correspondientes.

A través de este método, se consideran áreas mediterráneas si Im1>4.5, Im2>3.5 y, en general, Im3>2.5.

d) Índice de continentalidad

- **Índice de continentalidad de Gorezynski:**

$$IC = 1.7 * (Mi - mi) / sin\,(Lat + 10) - 14$$

Donde:

Mi: temperatura promedio durante el mes más cálido (C°)

mi: temperatura promedio durante el mes más frío (C°)

Lat: Latitud en grados

Tabla 3. Indice de continentalidad de Gorezynski.

Clima	IC
Hiperoceanicos	-20,0 a 20,0
Oceánicos	20,0 a 40,0
Subcontinentales	40,0 a 60,0
Continentales	60,0 a 80,0
Hipercontinentales	80,0 a 120,0

Fuente: Mallada (1991)

❖ **Índice de continentalidad de Currey:**

Se conoce realizando la división de la amplitud térmica anual (se hace la diferencia de la temperatura promedio entre los meses más calientes y el más frio).

$$IC = (Mi - mi)/(1 + 1/3 * Lat)$$

Donde:

IC = Índice de continentalidad de Currey

Mi = Temperaturas promedio durante el mes más cálido (°C)

mi = Temperaturas promedio durante el mes más frío (°C)

Lat = latitud en grados

Tabla 4. Indice de Continentalidad de Currey.

Clima	IC
Hiperoceanicos	-0 a 0,6
Oceánicos	0,6 a 1,1
Subcontinentales	1,1 a 1,7
Continentales	1,7 a 2,3
Hipercontinentales	2,3 a 5

Fuente: Mallada (1991)

e) Índice de oceanidad de Kerner

$$\boldsymbol{K} = [(Toct - Tabr)/A]x100$$

Donde:

T oct = Temperatura promedio del mes de octubre.

T abr = Temperatura promedio del mes de abril.

A = Amplitud térmica anual (diferencia entre los promedios del mes más cálido y el mes más frío.

Si K es superior a 30, el clima será oceánico; si es menor, no lo será.

f) Índice de aridez

❖ **Aridez de Lang**

Se determina por la siguiente ecuación:

$$Pf = P/tm$$

Donde:

P: precipitación promedio anual en mm

tm: temperatura promedio anual en °C

Tabla 5. Indice de aridez de Lang

Zona	IC
Desiertos	0 – 20,0
Árida	20,0 – 40,0
Húmedas de estepa y sabana	40,0 – 60,0
Húmedas de bosques claros	60,0 – 100,0
Húmedas de grandes bosques	100,0 – 160,0
Per húmedas con prados y tundras	> 160,0

Fuente: J. Almorox (2009)

❖ **Aridez de De Martonne**

$$Ia = P/[tm + 10]$$

Donde:

P: precipitación promedio anual en mm

tm: temperatura promedio anual en °C

Tabla 6. Indice de aridez de Martonne.

Zona	IC
Desiertos (Hiperárido)	0 – 5,0
Semidesierto (Árido)	5,0 – 10,0
Semiárido de tipo mediterráneo	10,0 – 20,0
Subhúmeda	20,0 – 30,0
Húmeda	30,0 – 60,0
Perhúmedas	> 60,0

Fuente: J. Almorox (2009)

De Martonne menciona que si trabajamos con los valores medios mensuales y multiplicados por 12 obtendremos un resultado mensualmente. $Iai = 12*Pi/[tmi+10]$

Donde:

P: precipitación promedio mensual en milímetro.

tm: temperatura promedio mensual en °C

Por lo tanto, indica que los meses de actividad vegetal son aquellos en los que la temperatura media es superior a 3 °C (valor inferior al de 6 °C establecido por otros autores) y el índice de aridez mensual es superior a 20.

g) Índice de termicidad

Según Millarium, J., (2004) menciona que el índice de termicidad (It), propuesto por Rivas-Martínez, es el valor que se obtiene sumando las décimas de grado centígrado se expresa como:

$$It = (T + M + m) * 10$$

Donde:

T: temperatura media anual

M: temperatura media de las máximas del mes más frío

m: temperatura media de las mínimas del mes más frío

La calidad del índice se basa en que el valor mínimo del mes más frío (m) y su subsanación en relación con la duración del día son la media del valor máximo, incluso el más frío del año (M). Esto limita la propagación de las plantas y sus fitocenosis sobre la Tierra.

Tabla 7. Indice de termicidad de Rivas – Martínez

Tipos de termicidad	Subtipos	Tp, It, Itc	T
Cálida temperatura de 15° - 30°	1. Tórrido	> 710	> 24°
	2. Cálido	490 - 710	19° - 24°
	3. Sub cálido	320 - 490	15° - 19°
Templada temperatura de 6° - 15°	4. Templado	120 - 320	11° - 15°
	5. Subtemplado	800 - 1300	< 11°
Frío temperatura < 6°	6. Frio	380 – 800	< 6°
	7. Hiperfrio	130 - 380	< 3°
	8. Ultrafrío	0 - 130	< 0°
Gélido temperatura <= 0°	9. Gélido	0	Ti <= 0°
	10.Hipergélido	0	M <= 0°
	11.Ultragélido	0	M <= 0°

Fuente: Millarium, J., (2004)

h) Índice de Fournier Modificado

$$IFMj = \frac{\sum_{i=1}^{12} (pij)^2}{Pm}$$

Donde:

IFMj: índice de agresividad de la lluvia para el año j

Pij: precipitación mensual del mes i (mm) del año j

Pm: precipitación media anual.

Tabla 8. Indice de Fournier modificado.

Índice	Rango	Clasificación
índice de Fournier (IF)	< 50,0	Muy Bajo
	50,0 – 100,0	Bajo
	100,0 – 150,0	Moderado
	150,0 – 200,0	Alto
	> 200,0	Alto
Índice de Fournier modificado (IFM)	< 100,0	Muy Bajo
	100,0 – 200,0	Bajo
	200,0 – 300,0	Moderado
	300,0 – 400,0	Alto
	> 400,0	Muy Alto

Fuente: Ramírez (2010)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de los factores climáticos: precipitación, temperatura y humedad relativa durante el periodo 1990 – 2020 en la ciudad de Huánuco.

4.1.1. Análisis de precipitación en el periodo 1990 - 2020.

En la **tabla 9** y **figura 2** se muestra el comportamiento de las precipitaciones mensuales máximas, medias y mínimas en el periodo 1990 – 2020 en la ciudad de Huánuco el cual refleja que la precipitación no presenta una tendencia, lo que significa que la serie de tiempo es estacionaria; siendo la precipitación máxima el mes de diciembre con 154.7 mm, mínima el mes de julio 12.8 mm, y los meses pocos lluviosos son junio, julio y agosto. Asimismo, en la **figura 3**, se muestra que la máxima precipitación se dio en el año 2011 con un valor de 617.30 mm en comparación con los demás años en estudio y el año 1997 tuvo una precipitación de 285.40 mm siendo esta la mínima precipitación anual. Estos resultados coinciden con (Tapia, 2021) ya que en su estudio menciona que la precipitación en la ciudad de tarapoto es estacionaria, (Manrique De Lara, 2022) en un estudio reciente evaluó las precipitaciones de la estación de Tingo María en donde señaló que los meses más lluviosos se presenta entre octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo; los cuales tiene coincidencia con los resultados obtenidos en la ciudad de Huánuco.

Tabla 9. Estadísticas descriptivas sobre la precipitación en el periodo 1990-2020.

Meses	N	Precipitación (mm)			DE	CV (%)
		Máxima	Media	Mínima		
Enero	31	116.5	55.93	21.8	23.34	0.42
Febrero	28	92	56.58	6.9	23	0.41
Marzo	31	148	79.09	26.5	29.75	0.38
Abril	30	75.9	36.08	3.1	18.18	0.5
Mayo	31	37.8	12.75	0	9.89	0.78
Junio	30	16	6.15	0	5.1	0.83
Julio	31	12.8	4.26	0	3.69	0.87
Agosto	31	22.1	5.73	0	5.32	0.93
Septiembre	30	57.6	13.01	1.7	11.75	0.9
Octubre	31	109.8	46.26	9.5	25.5	0.55
Noviembre	30	94.5	49.4	15.3	18.99	0.38
Diciembre	31	154.7	69.79	15.7	33.32	0.48

DE: Desviación estándar**, CV:** Coeficiente de variación

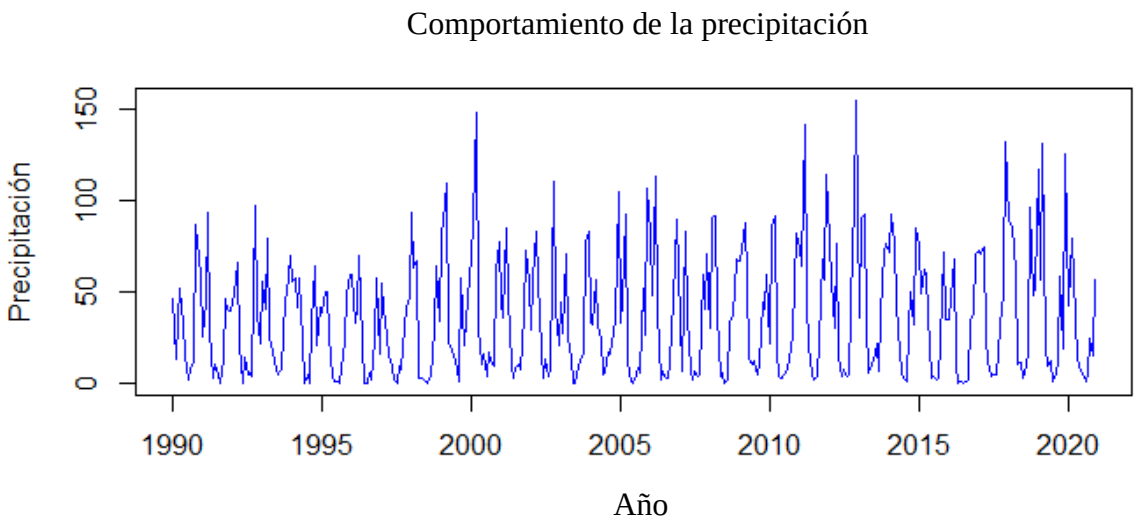


Figura 2. Comportamiento de la precipitación en el periodo 1990 - 2020.

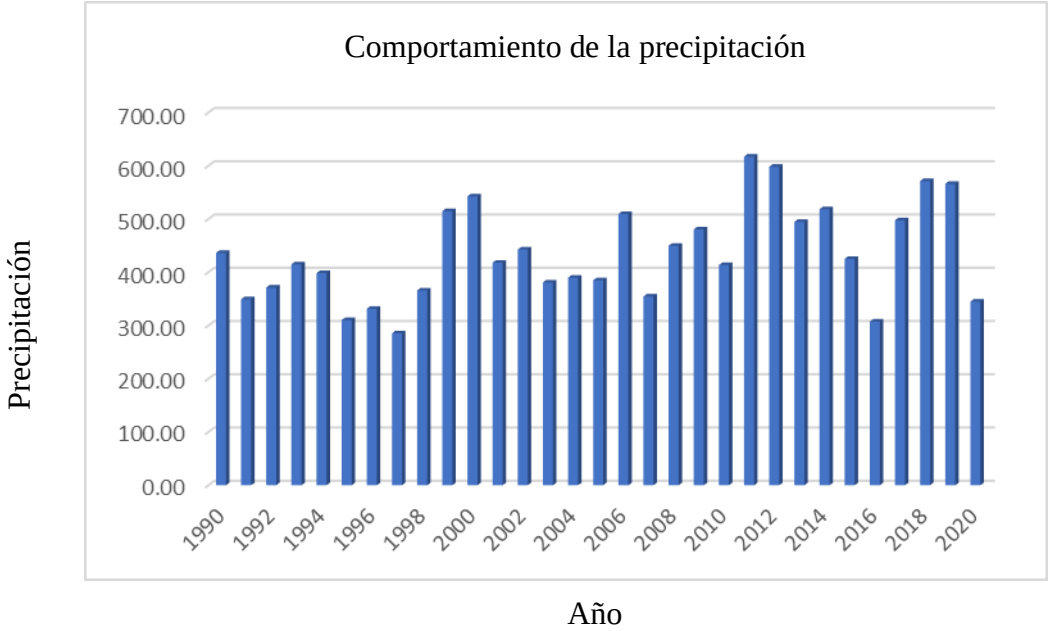


Figura 3. Datos anuales de precipitación en el periodo 1990-2020

4.1.2. Análisis de temperatura en el periodo 1990 – 2020.

En la **tabla 10** Se observa que la temperatura máxima fluctúa en un rango de 28.52°C-29.94°C, la temperatura media fluctúa en un rango de 19.55°C – 21.15°C y la temperatura mínima fluctúa en un rango de 8.50°C - 13.13°C; por consiguiente el mes frio fue en julio y el mes cálido fue octubre, estos resultados coinciden con (SENAMHI - Servicio Nacional de Metereología e Hidrología del Perú, 2023) ya que en un análisis reciente determinó que la temperatura máxima en la ciudad de Huánuco es de 29.5°C considerando como mes muy cálido, asimismo la temperatura mínima es de 9°C considerando como mes muy fría. Sin embargo (Manrique De Lara, 2022) determinó que la temperatura máxima fluctúa entre 29.61-29.66°C en la ciudad de Tingo María siendo el mes más cálido en el mes de septiembre lo que

es muy similar con los resultados encontrados en nuestra investigación. También (Manrique de Lara Suarez, 2018) menciona que, la temperatura mínima fluctúa de 19,06 °C a 20,48 °C, en el periodo de 1947 – 2016 lo que es muy diferente a los resultados de nuestra investigación, esto debido a diferentes factores una de ellas es la altitud, ya que la ciudad de Huánuco se encuentra en una altitud de 1880 m.s.n.m. y la ciudad de Tingo María está a una altitud de 647 m.s.n.m. También podemos acotar que la ciudad de Huánuco se encuentra en la región Sierra Central lo que las temperaturas tienden a ser bajas, y la ciudad de Tingo María se encuentra en la región Selva Central.

Tabla 10. Estadísticos descriptivos de la temperatura máxima, media y mínima en el periodo 1990-2020.

Meses	N	Temperatura máxima (°C)			Temperatura media (°C)			Temperatura mínima (°C)		
		Media	DE	CV (%)	Media	DE	CV (%)	Media	DE	CV (%)
Enero	31	29.08	1.04	0.04	20.54	0.72	0.03	12.72	1.05	0.08
Febrero	28	29.15	0.99	0.03	20.54	0.70	0.03	13.13	0.98	0.07
Marzo	31	29.03	1.04	0.04	20.43	0.77	0.04	12.67	1.18	0.09
Abril	30	29.46	0.94	0.03	20.67	0.75	0.04	11.63	1.11	0.10
Mayo	31	29.42	0.61	0.02	20.56	0.53	0.03	10.24	1.31	0.13
Junio	30	28.70	0.76	0.03	19.88	0.46	0.02	8.90	0.76	0.09
Julio	31	28.52	0.88	0.03	19.55	0.39	0.02	8.50	0.83	0.10
Agosto	31	29.07	0.81	0.03	20.03	0.56	0.03	9.11	0.94	0.10
Septiembre	30	29.65	0.65	0.02	20.77	0.46	0.02	10.45	1.23	0.12
Octubre	31	29.94	0.99	0.03	20.98	0.72	0.03	12.01	1.10	0.09
Noviembre	30	29.81	1.18	0.04	21.15	0.80	0.04	12.55	1.29	0.10
Diciembre	31	29.13	0.77	0.03	20.69	0.51	0.02	12.86	1.29	0.10

DE: Desviación estándar**, CV:** Coeficiente de variación

En las **figuras 4, 5** y **6** se observa el comportamiento de la temperatura máxima, media y mínima respectivamente. En donde visualizamos que la temperatura máxima del periodo 1990 a 2020 con mayor variación fue en el año 2012, la temperatura media que no tuvo mucha variación fue en los años 2000 a 2015 y con mayor variación fue en el año 2016, asimismo observamos que la temperatura mínima tuvo mayor variación en el año 2003; todo ellos comparados con los demás años. También observamos que la temperatura máxima, media y mínima no tiene una tendencia lo que significa que la serie es estacionaria.

A continuación, se muestra el comportamiento de la temperatura máxima de la estación de Huánuco.

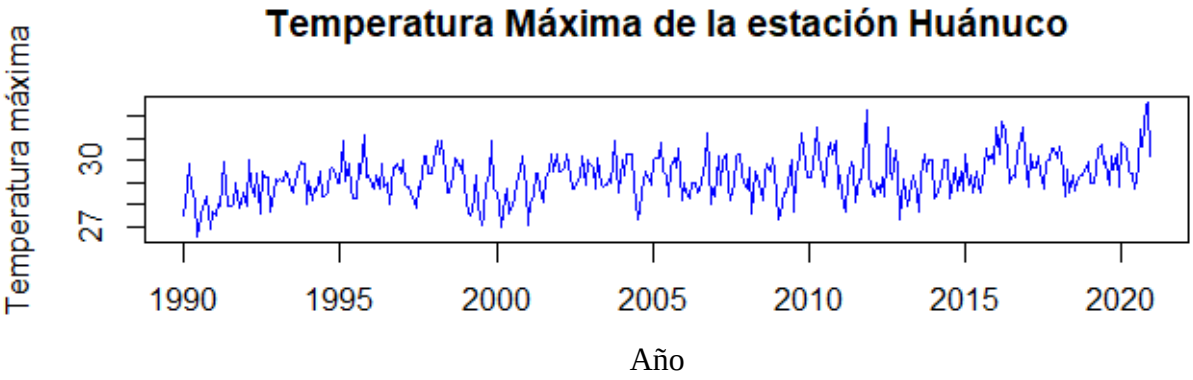


Figura 4. Comportamiento de la temperatura máxima

A continuación, se muestra el comportamiento de la temperatura media de la estación de Huánuco.

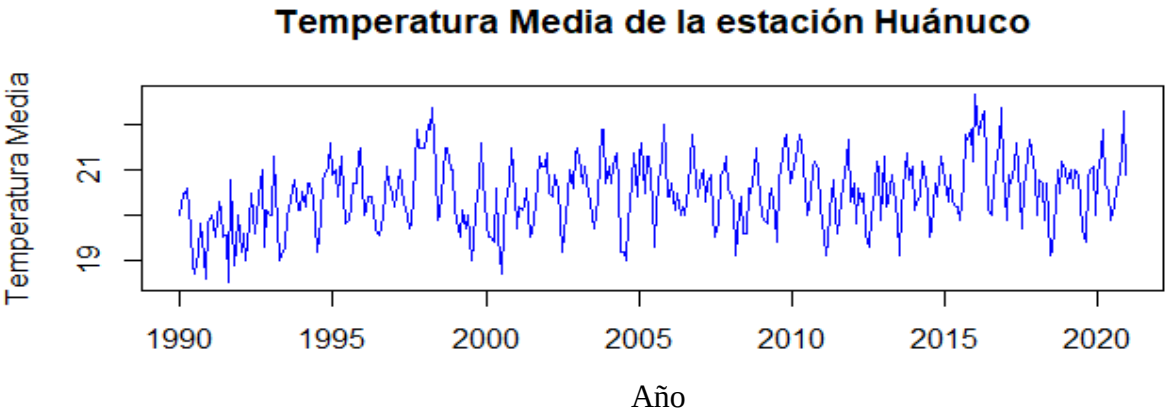


Figura 5. Comportamiento de la temperatura media.

A continuación, se muestra el comportamiento de la temperatura media de la estación de Huánuco.

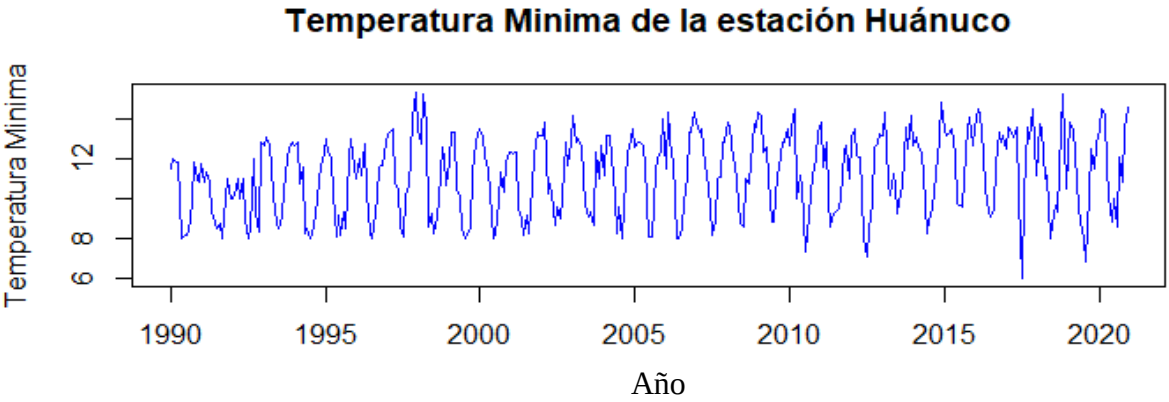


Figura 6. Comportamiento de la temperatura mínima.

4.1.3. Análisis de humedad relativa media mensual en el periodo 1990 – 2020

En la **tabla 11** y **figura 7** se observa el comportamiento de la Humedad Relativa media en el periodo 1990 – 2020, en donde podemos determinar que la humedad relativa con mayor variación fue en los años 1998 y 2016. Asimismo, podemos determinar que la humedad relativa máxima, media y mínima fluctúa entre 20.20 – 22.70%, 19.55 – 21.15 y 18.50 – 19.80% respectivamente. Con un coeficiente de variación que fluctúa entre 0.02% - 0.04%. Estos resultados no coinciden con los resultados obtenidos de (Manrique De Lara, 2022) debido a que difieren muchos factores, entre ellas tenemos la altitud, temperaturas, ciudades diferentes, entre otros.

Tabla 11. Estadísticos descriptivos de la humedad relativa en el periodo 1990-2020.

Meses	N	Humedad Relativa (%)			DE	CV (%)
		Máxima	Media	Mínima		
Enero	31	22.70	20.54	19.20	0.72	0.03
Febrero	28	22.00	20.54	19.10	0.70	0.03
Marzo	31	22.00	20.43	19.00	0.77	0.04
Abril	30	22.40	20.67	19.00	0.75	0.04
Mayo	31	21.60	20.56	19.10	0.53	0.03
Junio	30	21.10	19.88	18.90	0.46	0.02
Julio	31	20.20	19.55	18.70	0.39	0.02
Agosto	31	20.90	20.03	18.50	0.56	0.03
Septiembre	30	21.80	20.77	19.80	0.46	0.02
Octubre	31	21.90	20.98	18.90	0.72	0.03
Noviembre	30	22.40	21.15	18.60	0.80	0.04
Diciembre	31	21.60	20.69	19.80	0.51	0.02

DE: Desviación estándar, **CV:** Coeficiente de variación

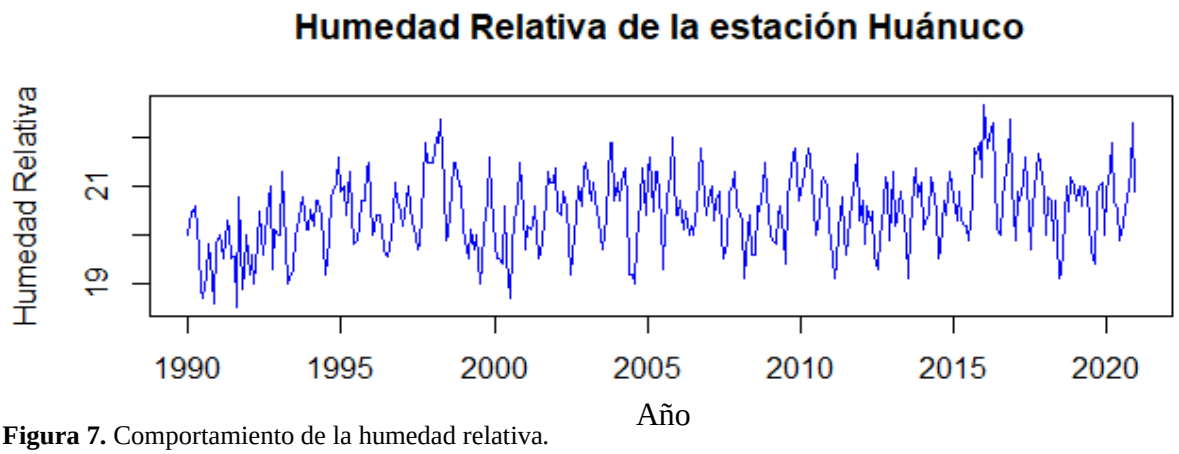


Figura 7. Comportamiento de la humedad relativa.

4.2. Tendencias del análisis climático según las variaciones de la precipitación, temperatura y humedad relativa para un futuro de 30 años en la ciudad de Huánuco.

Para determinar las tendencias de humedad relativa, precipitación, temperatura máxima, media y mínima para un futuro de 30 años se realizó la prueba de Dickey-Fuller, seguidamente se buscó el mejor modelo ARIMA, finalmente la prueba de Box-Ljung con ella se determinó si es apto o no la predicción de 30 años.

4.2.1. Tendencias del análisis climático según las variaciones de precipitación para un futuro de 30 años en la ciudad de Huánuco

Primero se realiza la prueba de Dickey-Fuller para raíz unitaria el cual nos permite determinar si existe o no estacionariedad,

H0: p-value > 0.05 →No es estacionaria (Raíz unitaria)

H1: p-value < 0.05 →Es estacionaria

Según los resultados obtenidos en la figura 8 podemos determinar que la serie de precipitación es estacionaria ya que tenemos p-value 0.01, por lo tanto, se acepta la hipótesis H1. Entonces podemos buscar el modelo ARIMA para determinar con cuantos modelos podemos hacer el ajuste para la proyección. Si en caso la serie no sería estacionaria se tendría que usar diferencias para que sea estacionario

```
        Augmented Dickey-Fuller Test

data:  seriepp
Dickey-Fuller = -16.083, Lag order = 7, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

Figura 8. Prueba de Dickey Fuller de la precipitación.

En la **figura 9** podemos observar los resultados del modelo ARIMA el cual determina que el mejor modelo es con 0 autorregresivo, 1 diferencia y 1 media móvil para esta serie, arrojando un AIC 3202.2.

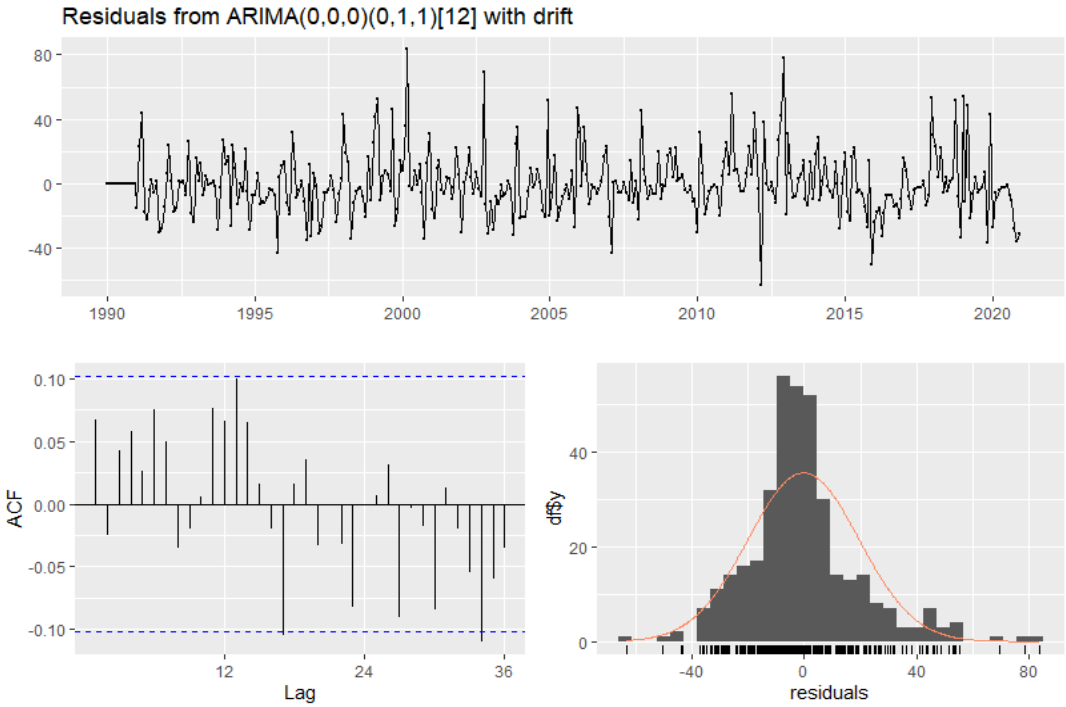
```
Series: precipitacionn.ts
ARIMA(0,0,0)(0,1,1)[12] with drift

Coefficients:
         sma1   drift
      -0.8786  0.0276
s.e.   0.0369  0.0146

sigma^2 = 402.1:  log likelihood = -1598.1
AIC=3202.2   AICc=3202.26   BIC=3213.85
```

Figura 9. Modelo ARIMA de la precipitación.

En la **figura 10** se observa el diagnóstico del modelo planteado, donde los residuos siguen una distribución normal, lo cual se contrasta, con la prueba de Box-Ljung.



ACF: Función de autocorrelación

Figura 10. Residuos de la precipitación.

Para constatar si el modelo es correcto se realiza la validez de ruido blanco lo que significa que el error es media igual a cero, varianza constante y no estar serialmente correlacionada, dichas limitaciones se observan en la **figura 11**.

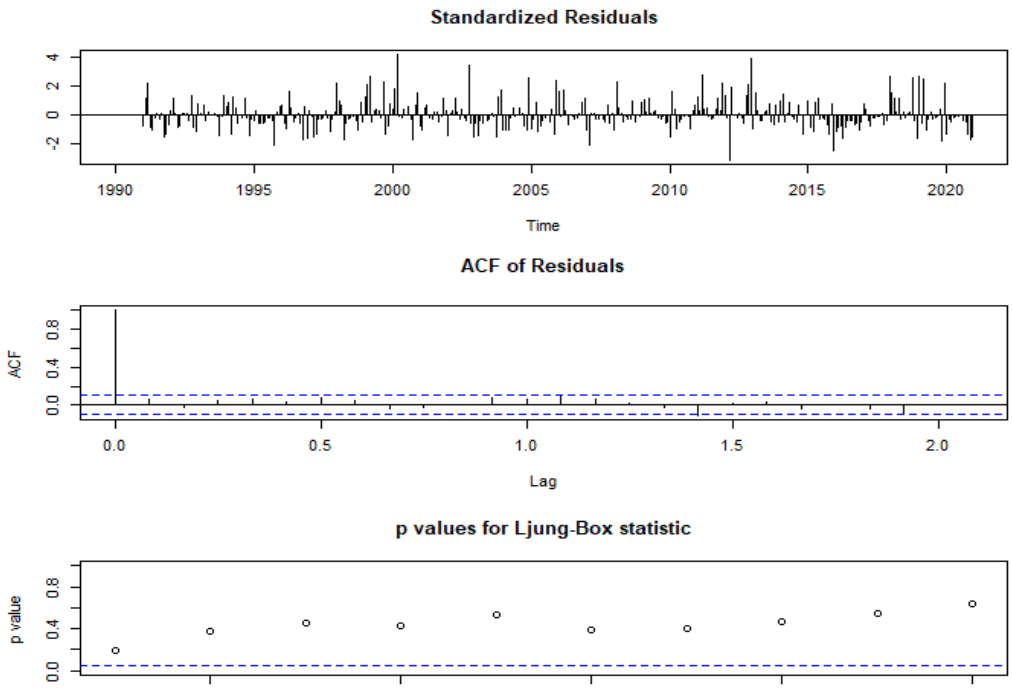


Figura 11. Limitación que constata que la precipitación tiene error con media igual a 0 y varianza constante.

Sin embargo, se realiza la prueba de ruido blanco a través de la hipótesis de Box-Ljung para poder demostrar que el modelo ARIMA es aceptable para realizar las proyecciones de 30 años.

Se plantea las siguientes hipótesis:

H_0: p-value > 0.05 →Ruido Blanco

H_1: p-value < 0.05 →No hay ruido Blanco

En la **figura 12** se observa la prueba de validez ruido blanco donde el p-value es 0.1921 por lo tanto se acepta la hipótesis H_0 lo que significa que si existe ruido blanco entonces queda demostrado que si se puede realizar proyecciones.

```
        Box-Ljung test

data:  residuals(ajuste)
X-squared = 1.7014, df = 1, p-value = 0.1921
```

Figura 12. Prueba de ruido blanco de la precipitación.

En la **figura 13** se observa la predicción de la variable de precipitación en el periodo de 30 años (2020 – 2050).

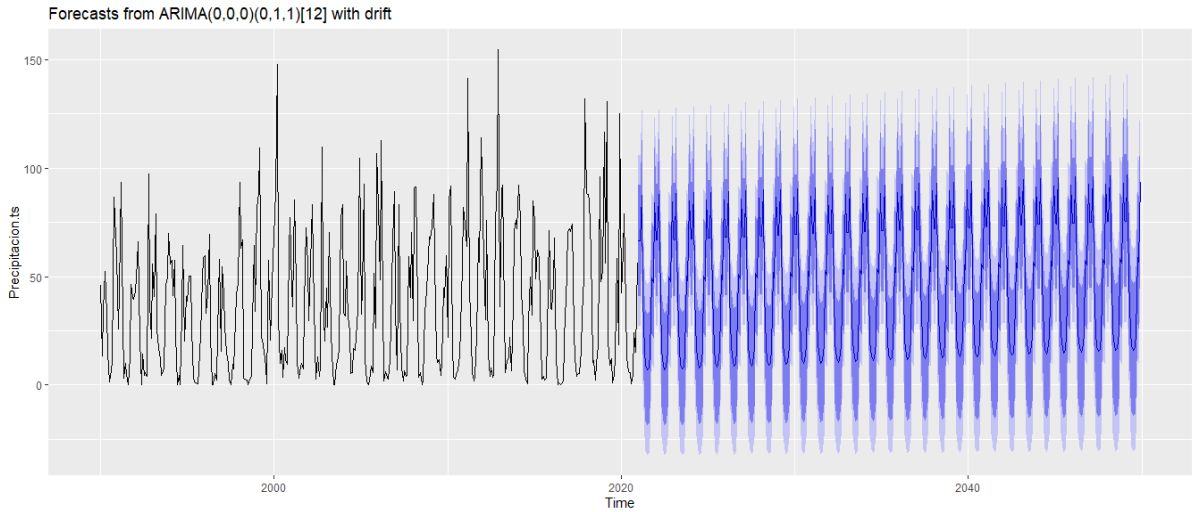


Figura 13. Predicción de la precipitación 2020-2050.

4.2.2. Tendencias del análisis climático según las variaciones de temperatura máxima para un futuro de 30 años en la ciudad de Huánuco

Realizamos la prueba de Dickey-Fuller para raíz unitaria el cual nos permite determinar si existe o no estacionariedad.

H0: p-value > 0.05 →No es estacionaria (Raíz unitaria)

H1: p-value < 0.05 →Es estacionaria

Según los resultados obtenidos en la **figura 14** podemos determinar que la serie de temperatura máxima es estacionaria ya que tenemos p-value 0.01, por lo tanto, se acepta la hipótesis H_1. Entonces podemos buscar el modelo ARIMA para determinar con cuantos modelos podemos hacer el ajuste para la proyección. Si en caso la serie no sería estacionaria se tendría que usar diferencias para que sea estacionario

```
        Augmented Dickey-Fuller Test

data:  temp.maxima.ts
Dickey-Fuller = -5.8148, Lag order = 7, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

Figura 14. Prueba de Dickey Fuller de la temperatura máxima.

En la **figura 15** podemos observar los resultados del modelo ARIMA el cual determina que el mejor modelo es con 2 autorregresivo, 1 diferencia y 3 media móvil para esta serie, arrojando un AIC 920.21

```
Series: temp.maxima.ts
ARIMA(0,1,3)(2,0,0)[12]

Coefficients:
          ma1      ma2      ma3   sar1    sar2
      -0.6198  -0.1280  -0.1871  0.143  0.1379
s.e.   0.0526   0.0633   0.0524  0.054  0.0545

sigma^2 = 0.6821:  log likelihood = -454.11
AIC=920.21   AICc=920.44   BIC=943.71
```

AIC: Criterio de información de Akaike

Figura 15. Modelo ARIMA de la temperatura máxima.

En la **figura 16** se observa el diagnóstico del modelo planteado, donde los residuos siguen una distribución normal, lo cual se contrasta, con la prueba de Box-Ljung

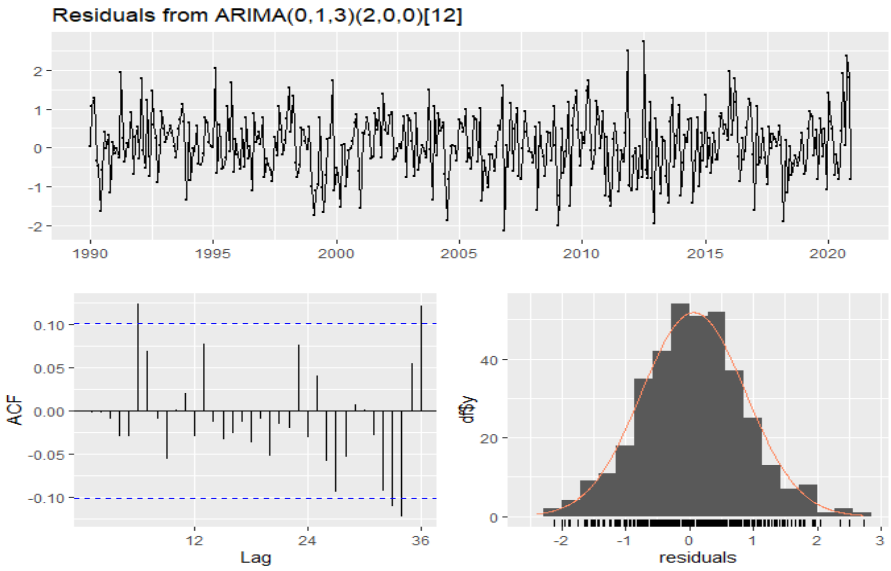


Figura 16. Residuos de temperatura máxima.

Para constatar si el modelo es correcto se realiza la validez de ruido blanco lo que significa que el error es media igual a cero, varianza constante y no estar serialmente correlacionada, dichas limitaciones se observan en la **figura 17**

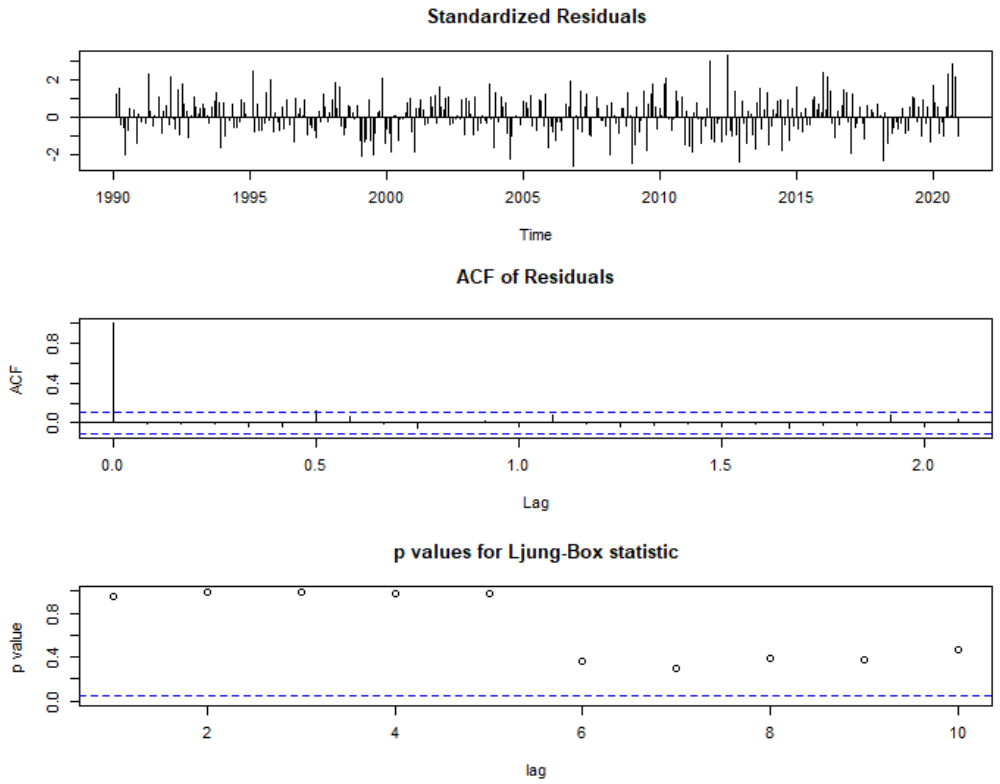


Figura 17. Limitación que constata que la temperatura máxima tiene error con media igual a 0 y varianza constante.

Sin embargo, se realiza la prueba de ruido blanco a través de la hipótesis de Box-Ljung para poder demostrar que el modelo ARIMA es aceptable para realizar las proyecciones de 30 años.

En la **figura 18** se observa la prueba de validez ruido blanco donde el p-value es 0.9602 por lo tanto se acepta la hipótesis H_0 lo que significa que si existe ruido blanco entonces queda demostrado que si se puede realizar proyecciones.

```
        Box-Ljung test

data:  residuals(tem_ajuste)
X-squared = 0.0024885, df = 1, p-value = 0.9602
```

Figura 18. Prueba de ruido blanco de temperatura máxima.

Se plantea las siguientes hipótesis:

H_0: p-value > 0.05 →Ruido Blanco

H_1: p-value < 0.05 →No hay ruido Blanco

De la **figura 19** se observa la predicción de temperatura máxima en el periodo de 2020 – 2050 es decir 30 años.

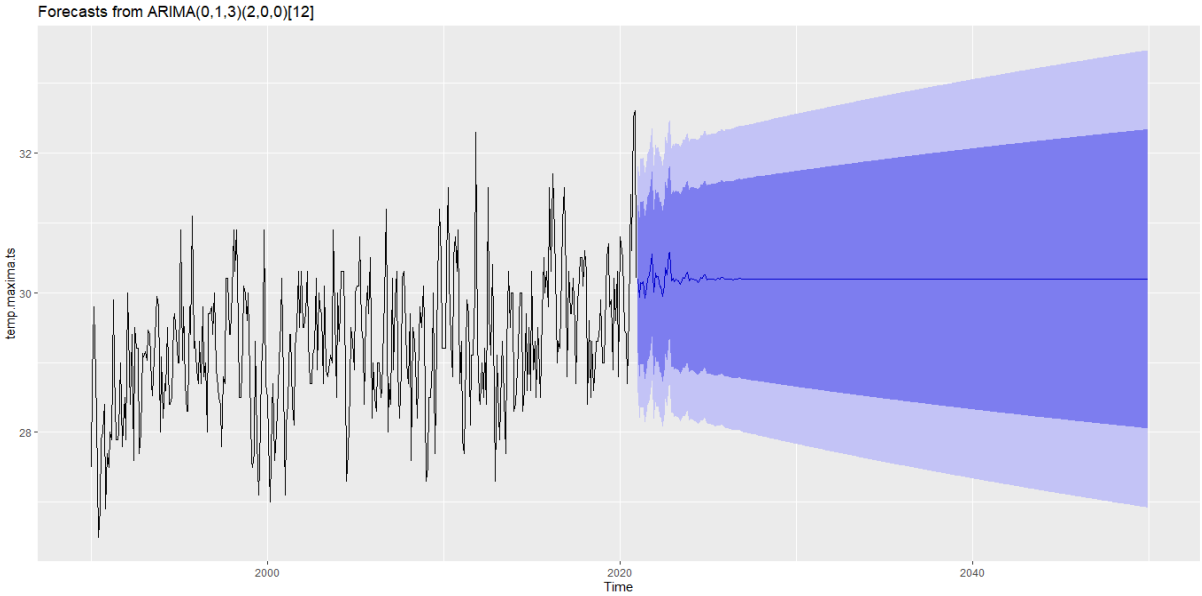


Figura 19. Predicción de temperatura máxima.

4.2.3. Tendencias del análisis climático según las variaciones de temperatura media para un futuro de 30 años en la ciudad de Huánuco

Realizamos la prueba de Dickey-Fuller para raíz unitaria el cual nos permite determinar si existe o no estacionariedad,

H0: p-value > 0.05 →No es estacionaria (Raíz unitaria)

H1: p-value < 0.05 →Es estacionaria

Según los resultados obtenidos en la **figura 20** podemos determinar que la serie de temperatura media es estacionaria ya que tenemos p-value 0.01, por lo tanto, se acepta la hipótesis H_1. Entonces podemos buscar el modelo ARIMA para determinar con cuantos modelos podemos hacer el ajuste para la proyección. Si en caso la serie no sería estacionaria se tendría que usar diferencias para que sea estacionario.

```
        Augmented Dickey-Fuller Test

data:  temp.media.ts
Dickey-Fuller = -7.0256, Lag order = 7, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

Figura 20. Prueba de Dickey Fuller de temperatura media.

En la **figura 21** podemos observar los resultados del modelo ARIMA el cual determina que el mejor modelo es con 2 autorregresivo, 1 diferencia y 1 media móvil para esta serie, arrojando un AIC 621.76

```
Series: temp.media.ts
ARIMA(1,1,1)(2,0,0)[12]

Coefficients:
         ar1      ma1    sar1    sar2
      0.5356  -0.9874  0.3554  0.1475
s.e.  0.0458   0.0097  0.0525  0.0540

sigma^2 = 0.3043:  log likelihood = -305.88
AIC=621.76   AICc=621.92   BIC=641.34
```

Figura 21. Modelo ARIMA para temperatura media.

En la **figura 22** se observa el diagnóstico del modelo planteado, donde los residuos siguen una distribución normal, lo cual se contrasta, con la prueba de Box-Ljung.

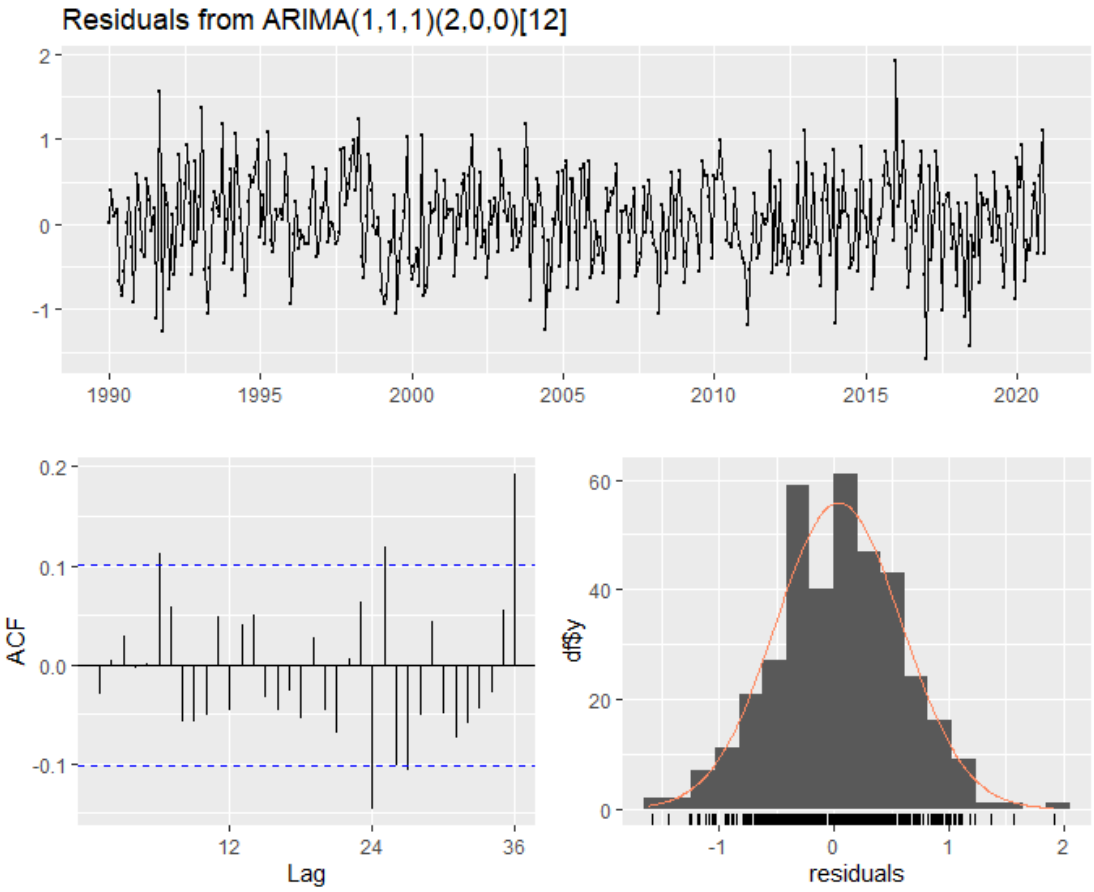


Figura 22. Residuos de temperatura media

Para constatar si el modelo es correcto se realiza la validez de ruido blanco lo que significa que el error es media igual a cero, varianza constante y no estar serialmente correlacionada, dichas limitaciones se observan en la **figura 23**.

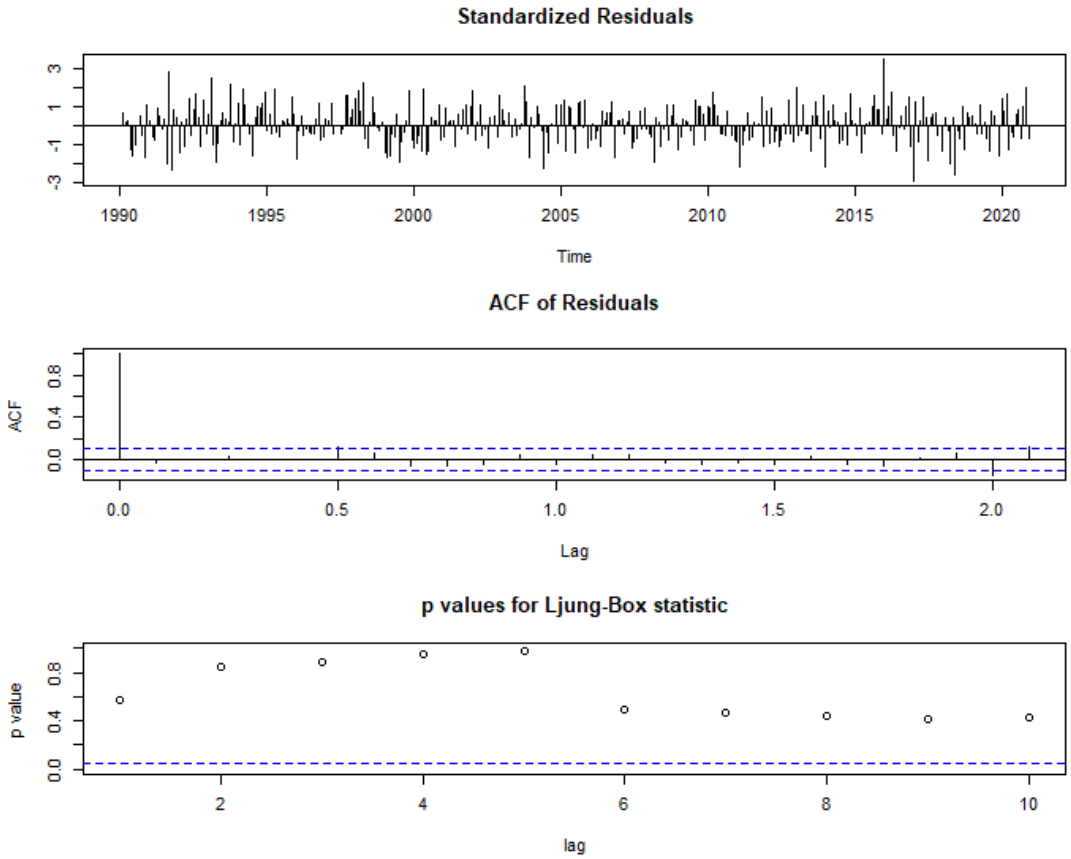


Figura 23. Limitación que constata que la temperatura media tiene error con media igual a 0 y varianza constante.

Sin embargo, se realiza la prueba de ruido blanco a través de la hipótesis de Box-Ljung para poder demostrar que el modelo ARIMA es aceptable para realizar las proyecciones de 30 años.

Se plantea las siguientes hipótesis:

H_0: p-value > 0.05 →Ruido Blanco

H_1: p-value < 0.05 →No hay ruido Blanco

En la **figura 24** se observa la prueba de validez ruido blanco donde el p-value es 0.5705 por lo tanto se acepta la hipótesis H_0 lo que significa que si existe ruido blanco entonces queda demostrado que si se puede realizar proyecciones.

```
        Box-Ljung test

data:  residuals(tem_ajuste)
X-squared = 0.3219, df = 1, p-value = 0.5705
```

Figura 24. Prueba de ruido blanco de la temperatura media.

En la **figura 25** se observa la predicción del modelo de temperatura media en el periodo de 2020 – 2050 es decir 30 años.

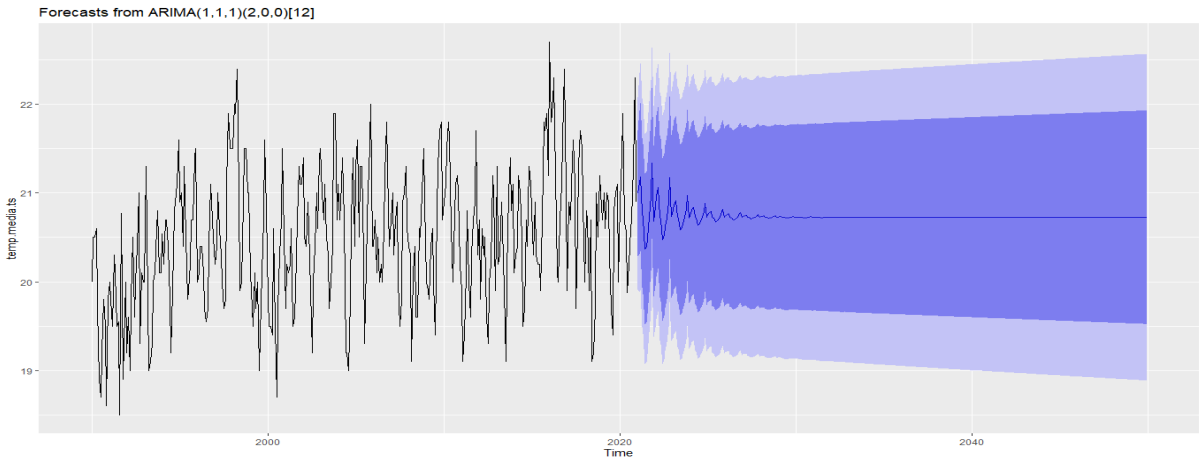


Figura 25. Predicción de temperatura media.

4.2.4. Tendencias del análisis climático según las variaciones de temperatura mínima para un futuro de 30 años en la ciudad de Huánuco

Realizamos la prueba de Dickey-Fuller para raíz unitaria el cual nos permite determinar si existe o no estacionariedad,

H0: p-value > 0.05 →No es estacionaria (Raíz unitaria)

H1: p-value < 0.05 →Es estacionaria

Según los resultados obtenidos en la **figura 26** podemos determinar que la serie de temperatura mínima es estacionaria ya que tenemos p-value 0.01, por lo tanto, se acepta la hipótesis H_1. Entonces podemos buscar el modelo ARIMA para determinar con cuantos modelos podemos hacer el ajuste para la proyección. Si en caso la serie no sería estacionaria se tendría que usar diferencias para que sea estacionario.

```
        Augmented Dickey-Fuller Test

data:  temp_min.ts
Dickey-Fuller = -12.183, Lag order = 7, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

Figura 26. Prueba de Dickey Fuller de temperatura mínima.

En la **figura 27** podemos observar los resultados del modelo ARIMA el cual determina que el mejor modelo es con 4 autorregresivo, 1 diferencia y 1 media móvil para esta serie, arrojando un AIC 1081.

```
Series: temp_min.ts
ARIMA(4,0,0)(0,1,1)[12]

Coefficients:
         ar1      ar2     ar3     ar4     sma1
      0.2209  -0.0135  0.1592  0.0819  -0.8871
s.e.  0.0539   0.0541  0.0537  0.0538   0.0343

sigma^2 = 1.098:  log likelihood = -534.5
AIC=1081   AICc=1081.24   BIC=1104.32
```

Figura 27. Modelo ARIMA para temperatura mínima.

En la **figura 28** se observa el diagnóstico del modelo planteado, donde los residuos siguen una distribución normal, lo cual se contrasta, con la prueba de Box-Ljung.

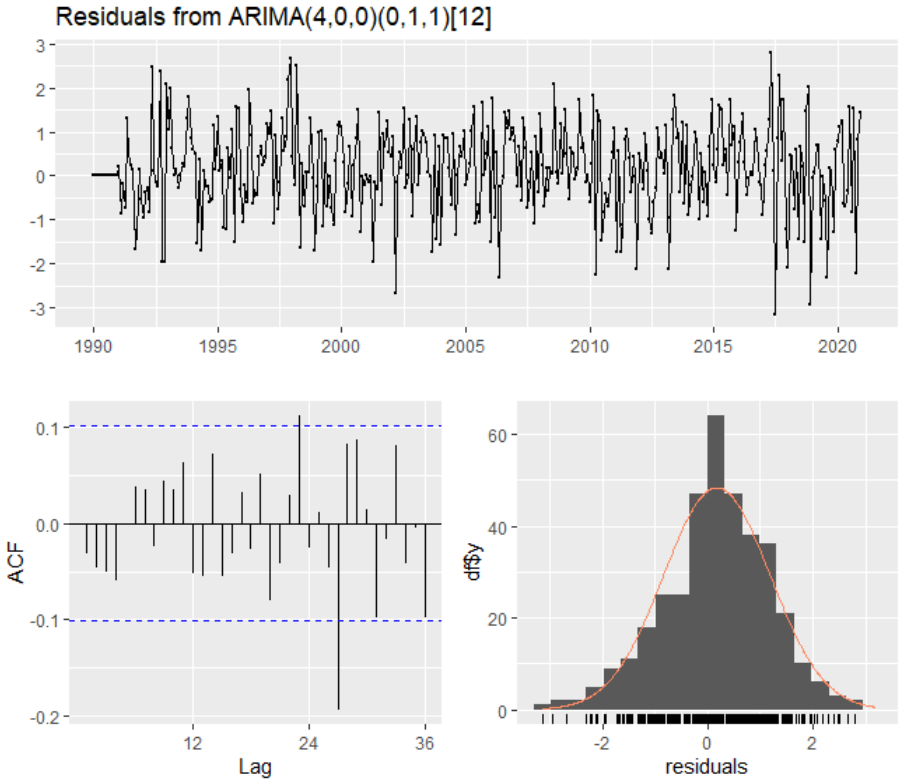


Figura 28. Residuos de temperatura mínima.

Para constatar si el modelo es correcto se realiza la validez de ruido blanco lo que significa que el error es media igual a cero, varianza constante y no estar serialmente correlacionada, dichas limitaciones se observan en la **figura 29.**

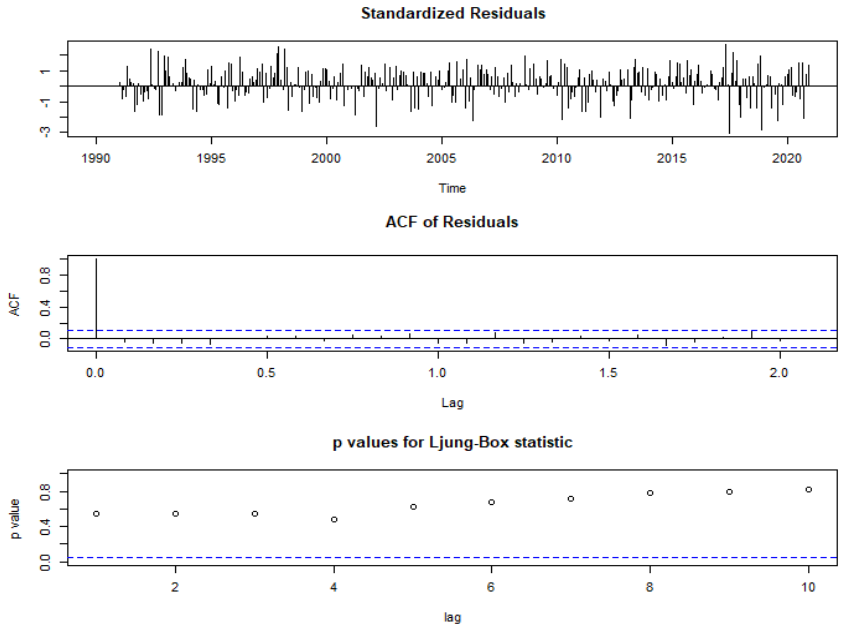


Figura 29. Limitación que constata que la temperatura mínima tiene error con media igual a 0 y varianza constante.

Sin embargo, se realiza la prueba de ruido blanco a través de la hipótesis de Box-Ljung para poder demostrar que el modelo ARIMA es aceptable para realizar las proyecciones de 30 años.

Se plantea las siguientes hipótesis:

H_0: p-value > 0.05 →Ruido Blanco

H_1: p-value < 0.05 →No hay ruido Blanco

En la **figura 30** se observa la prueba de validez ruido blanco donde el p-value es 0.5423 por lo tanto se acepta la hipótesis H_0 lo que significa que si existe ruido blanco entonces queda demostrado que si se puede realizar proyecciones.

```
        Box-Ljung test

data:  residuals(tem_ajuste)
X-squared = 0.37124, df = 1, p-value = 0.5423
```

Figura 30. Prueba de ruido blanco de la temperatura mínima.

En la **figura 31** se observa la predicción del modelo de temperatura mínima en el periodo de 2020 – 2050 es decir 30 años.

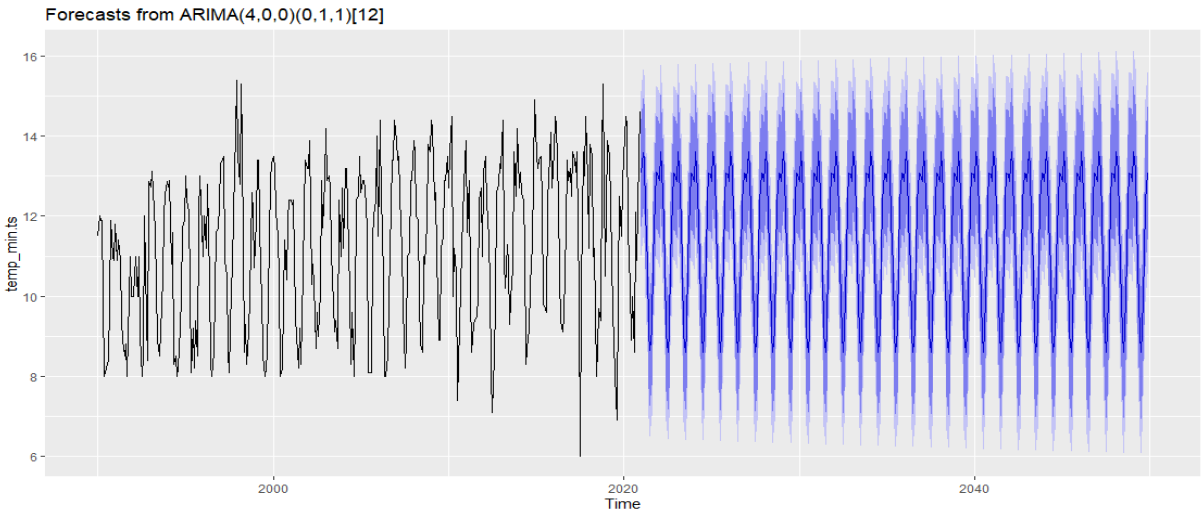


Figura 31. Predicción de temperatura mínima.

4.2.5. Tendencias del análisis climático según las variaciones de humedad relativa para un futuro de 30 años en la ciudad de Huánuco

Realizamos la prueba de Dickey-Fuller para raíz unitaria el cual nos permite determinar si existe o no estacionariedad.

H0: p-value > 0.05 →No es estacionaria (Raíz unitaria)

H1: p-value < 0.05 →Es estacionaria

Según los resultados obtenidos en la **figura 32** podemos determinar que la serie de humedad relativa es estacionaria ya que tenemos p-value 0.01, por lo tanto, se acepta

la hipótesis H_1. Entonces podemos buscar el modelo ARIMA para determinar con cuantos modelos podemos hacer el ajuste para la proyección. Si en caso la serie no sería estacionaria se tendría que usar diferencias para que sea estacionario.

```
        Augmented Dickey-Fuller Test

data:  Hum_rel.ts
Dickey-Fuller = -7.0256, Lag order = 7, p-value = 0.01
alternative hypothesis: stationary
```

Figura 32. Prueba de Dickey Fuller de humedad relativa.

En la **figura 33** podemos observar los resultados del modelo ARIMA el cual determina que el mejor modelo es con 2 autorregresivo, 1 diferencia y 1 media móvil para esta serie, arrojando un AIC 621.76.

```
Series: Hum_rel.ts
ARIMA(1,1,1)(2,0,0)[12]

Coefficients:
         ar1      ma1    sar1    sar2
      0.5356  -0.9874  0.3554  0.1475
s.e.  0.0458   0.0097  0.0525  0.0540

sigma^2 = 0.3043:  log likelihood = -305.88
AIC=621.76   AICc=621.92   BIC=641.34
```

Figura 33. Modelo ARIMA de la humedad relativa.

En la **figura 34** se observa el diagnóstico del modelo planteado, donde los residuos siguen una distribución normal, lo cual se contrasta, con la prueba de Box-Ljung.

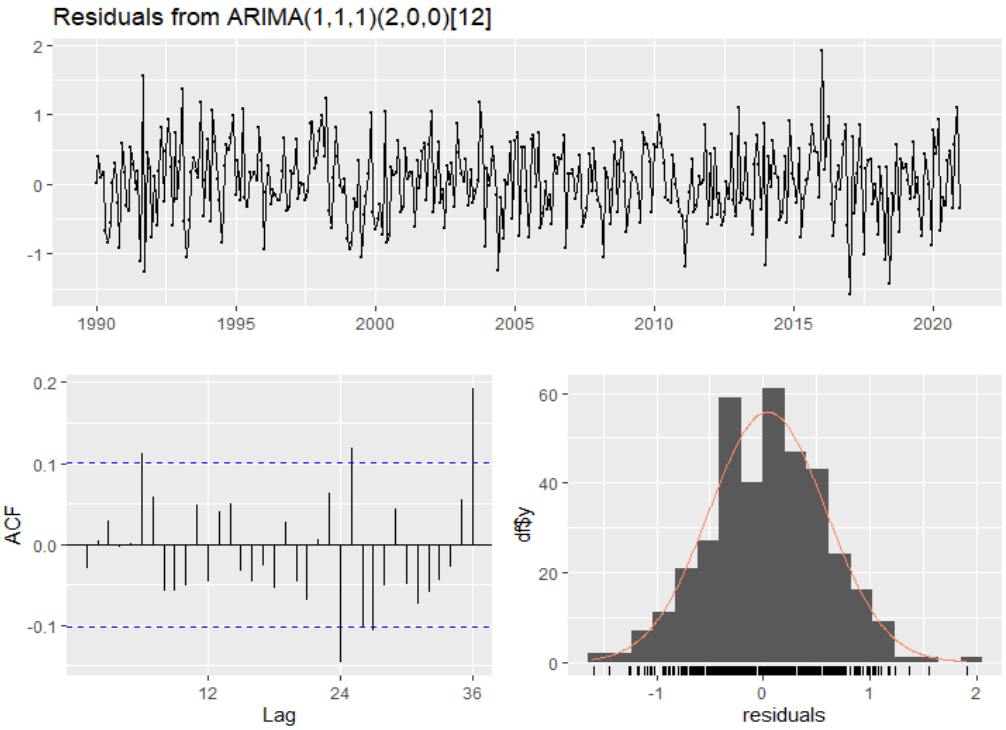


Figura 34. Residuos de humedad relativa.

Para constatar si el modelo es correcto se realiza la validez de ruido blanco lo que significa que el error es media igual a cero, varianza constante y no estar serialmente correlacionada, dichas limitaciones se observan en la **figura 35.**

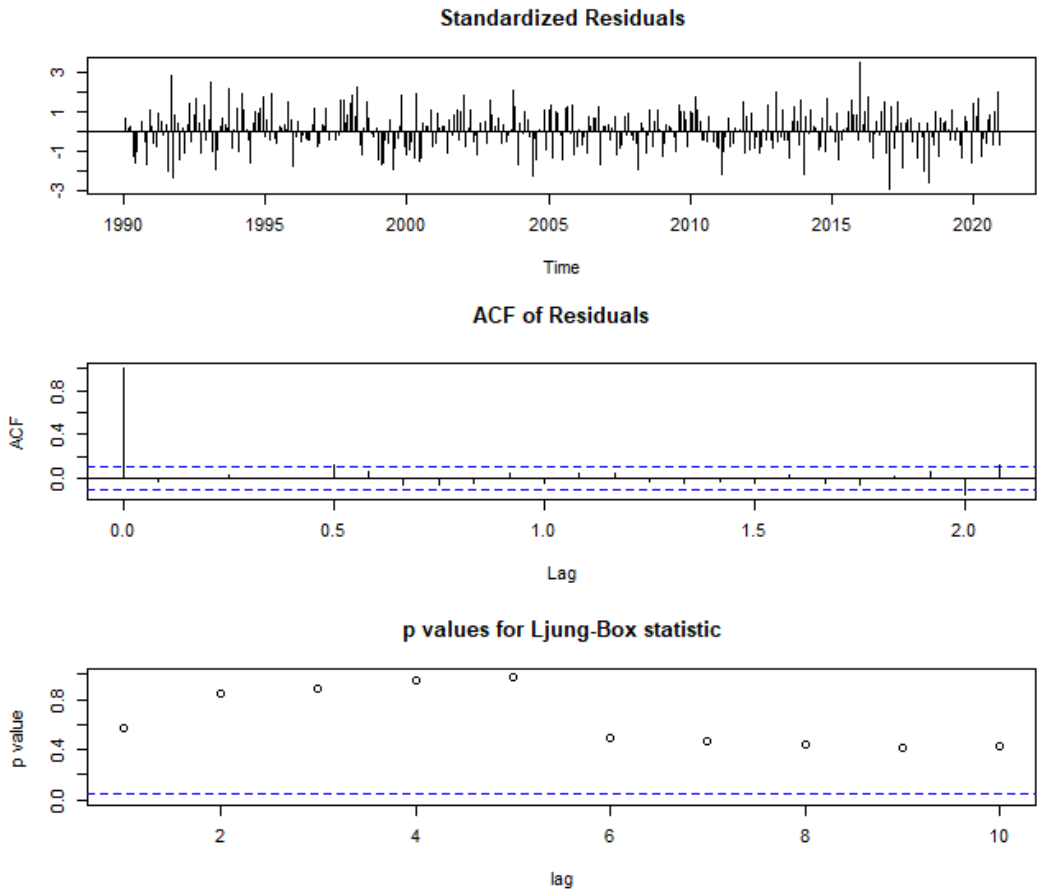


Figura 35. Limitación que constata que la humedad relativa tiene error con media igual a 0 y varianza constante.

Sin embargo, se realiza la prueba de ruido blanco a través de la hipótesis de Box-Ljung para poder demostrar que el modelo ARIMA es aceptable para realizar las proyecciones de 30 años.

Se plantea las siguientes hipótesis:

H_0: p-value > 0.05 →Ruido Blanco

H_1: p-value < 0.05 →No hay ruido Blanco

```
        Box-Ljung test

data:  residuals(tem_ajuste)
X-squared = 0.3219, df = 1, p-value = 0.5705
```

Figura 36. Prueba de ruido blanco de la humedad relativa.

En la **figura 36** se observa la prueba de validez ruido blanco donde el p-value es 0.5705, por lo tanto, se acepta la hipótesis H_0 lo que significa que si existe ruido blanco entonces queda demostrado que si se puede realizar proyecciones.

En la **figura 37** se observa la predicción del modelo de humedad relativa en el periodo de 2020 – 2050 es decir 30 años.

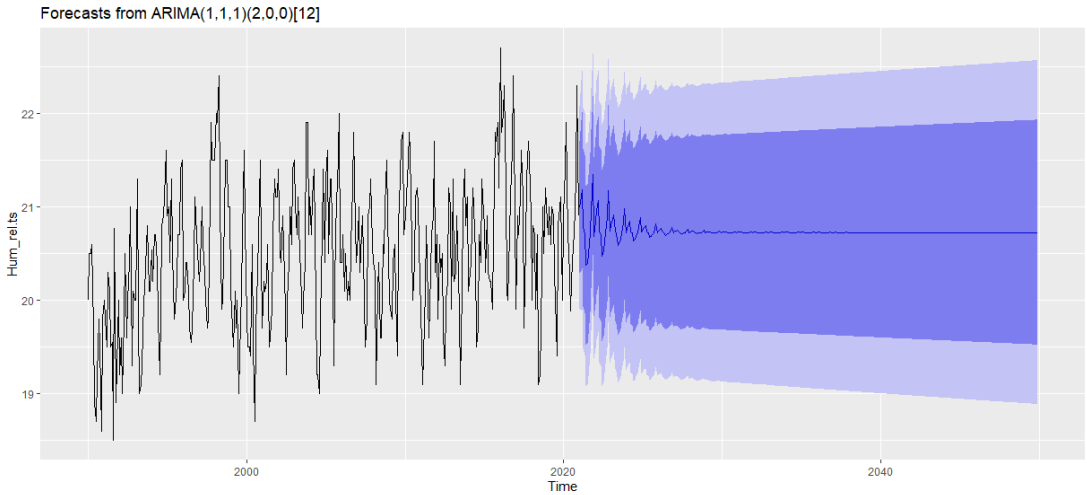


Figura 37. Predicción de humedad relativa.

4.3. Índices climáticos en la ciudad de Huánuco.

Los índices climáticos de cada región son el resultado de fórmulas matemáticas y estadísticas usando datos de precipitación, temperatura y latitud, con el propósito de conocer las manifestaciones del medio de cada zona como por ejemplo la relación que existe entre el clima y vegetación.

4.3.1. Índice de evapotranspiración

En la **tabla 12** y **figura 38** se muestra los resultados de la evapotranspiración en el periodo del 1990 – 2020 de la ciudad de Huánuco, en donde en el año 2016 se muestra la mayor evapotranspiración con 999.62 mm/anual en comparación con los demás años y en el año 1990 fue la menor evapotranspiración con un valor de 886.78 mm/anual y en promedio tenemos el valor de 936.43 mm/anual. Según los resultados de (Manrique De Lara, 2022) señala que la ETP para Tingo María es de 1366,19 mm/anual, sin embargo (Tapia Muller, 2021) señala que la ETP en la ciudad de Tarapoto tiene un valor de 1711.05 mm/anual en promedio. Para (Sanchez, 2016) señala que las numerosas formulas permiten evaluar ETP con una aproximación suficiente para muchos estudios hidrológicos. De acuerdo con los autores mencionados anteriormente realizando una comparación de la ciudad Huánuco, Tingo María y Tarapoto podemos determinar que la menor evapotranspiración posee la ciudad de Huánuco, los cuales se ven afectados por muchos factores, entre ellos tenemos radiación solar, humedad relativa, temperatura, velocidad de viento, entre otros.

Tabla 12. Evapotranspiración por el método de Thornthwaite en el periodo 1990-2020.

Evapotranspiración por el método de Thornthwaite													
Año	**Enero**	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**	**Julio**	**Agosto**	**Sept.**	**Oct.**	**Nov**	**Dic**	**ETP Anual**
1990	81.39	76.17	82.29	78.45	72.60	63.89	65.13	70.00	73.46	75.36	67.70	80.33	**886.78**
1991	81.27	70.74	74.02	75.99	75.61	68.08	71.33	64.66	81.03	70.49	73.00	81.92	**888.15**
1992	73.92	68.64	69.42	71.51	78.20	68.21	74.21	78.73	82.39	72.96	78.83	81.24	**898.26**
1993	80.10	81.49	75.28	65.03	66.81	65.54	73.74	75.82	78.65	85.05	78.35	81.60	**907.45**
1994	83.16	71.25	81.28	76.71	75.43	67.72	65.92	72.61	78.85	84.41	85.47	93.78	**936.59**
1995	85.78	77.07	77.99	81.14	75.59	67.05	70.69	74.38	77.36	81.93	87.57	92.17	**948.70**
1996	79.38	71.33	79.59	75.11	73.88	67.84	69.53	71.93	76.38	87.07	82.79	84.43	**919.25**
1997	79.50	72.26	83.34	75.31	74.01	68.66	69.17	71.17	80.85	93.13	88.56	92.24	**948.20**
1998	89.73	84.20	89.99	89.57	78.15	66.05	69.66	78.61	82.70	87.59	82.15	85.56	**983.97**
1999	80.81	68.79	72.70	73.24	71.25	70.61	65.91	70.12	74.48	84.04	91.30	87.68	**910.93**
2000	78.53	67.57	73.00	68.14	78.69	67.14	63.98	72.76	76.35	84.31	90.64	85.26	**906.35**
2001	76.38	71.74	76.66	73.15	77.58	65.97	69.54	73.14	78.49	88.53	85.96	89.53	**926.66**
2002	91.02	73.51	78.55	78.25	76.96	68.36	65.78	73.29	75.39	85.19	80.90	91.74	**938.94**
2003	91.06	76.71	80.20	79.07	75.20	70.55	68.68	72.31	74.45	92.71	91.91	84.18	**957.05**
2004	88.62	75.51	85.10	82.86	78.21	63.55	66.24	65.84	70.97	82.93	88.48	82.91	**931.20**
2005	88.92	81.62	78.21	80.59	81.86	70.34	65.29	73.74	80.20	85.87	92.68	81.18	**960.49**
2006	81.69	75.02	75.89	74.85	71.94	70.58	71.94	78.19	82.05	92.50	82.56	82.33	**939.53**
2007	84.40	77.47	77.59	76.49	79.39	69.02	67.98	71.56	79.47	85.08	87.06	84.15	**939.66**

2008	82.47	72.52	68.53	72.35	75.93	66.71	69.54	78.91	76.83	85.81	89.58	87.67	**926.84**
2009	78.22	68.76	73.45	74.10	76.93	69.09	67.28	79.96	82.98	91.62	91.76	85.14	**939.31**
2010	84.89	77.13	87.02	84.79	84.32	72.52	70.60	75.18	79.97	85.63	83.06	79.09	**964.19**
2011	78.46	63.77	71.27	72.67	79.54	70.06	69.87	76.73	78.80	85.23	91.71	82.59	**920.71**
2012	85.42	68.90	81.17	74.19	76.99	66.96	67.48	74.21	74.63	87.85	85.31	78.99	**922.11**
2013	89.96	71.02	77.58	78.15	76.85	68.25	64.90	74.00	80.32	88.74	82.55	88.78	**941.10**
2014	79.17	71.95	78.58	80.80	80.37	73.07	68.13	70.90	77.92	79.88	87.19	88.92	**936.88**
2015	84.38	70.95	81.93	72.34	72.66	69.71	70.22	78.16	86.58	90.74	91.86	88.83	**958.37**
2016	101.45	81.85	90.38	88.11	79.30	66.97	68.98	76.19	78.49	87.93	95.10	84.87	**999.62**
2017	75.93	75.55	79.84	78.74	84.41	76.74	68.30	77.00	81.83	90.46	87.79	85.67	**962.27**
2018	79.02	76.55	81.83	70.83	78.45	63.08	66.51	71.59	81.06	81.43	86.90	88.65	**925.91**
2019	84.45	77.52	80.23	79.04	79.44	71.41	69.61	68.42	78.68	85.13	85.30	78.83	**938.06**
2020	84.91	79.70	90.81	75.01	75.24	66.82	72.26	76.91	76.54	86.59	95.42	85.58	**965.79**

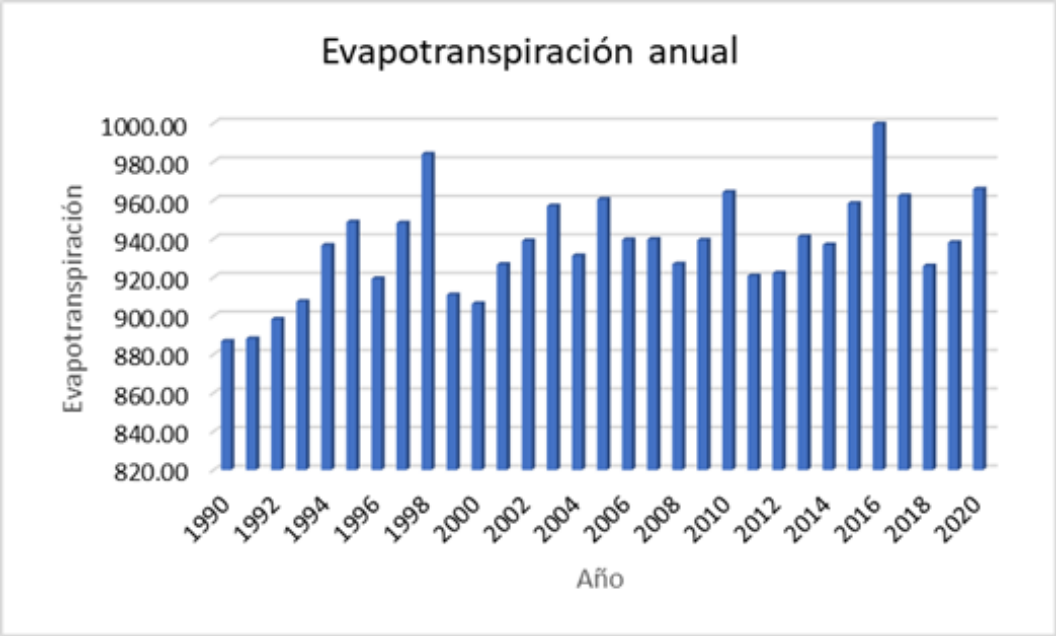


Figura 38. Evapotranspiración anual.

4.3.2. Índice de humedad Thornthwaite (IH)

Con los resultados del índice de humedad (**tabla** 13 y **figura 39**) en la ciudad de Huánuco del periodo 1990 – 2020 podemos determinar que el tipo de clima que mayor predomina es árido ya que el promedio es de -53.44 el cual se encuentra en un rango de -100 a 40 en donde (Thornthwaite, 1955) clasifico este tipo clima como árido, sin embargo, en los años 2011, 2012, 2018 y 2019 obtuvieron un clima semiárido. Estos resultados coinciden con (SENAMHI, 2023) ya que señaló que en Huánuco el climas con mayor extensión es árido. No obstante (Manrique De Lara, 2022) en su estudió determinó un clima hiperhúmedo en la ciudad de Tingo María con un valor de 148.43. Asimismo (Tapia Muller, 2021) determino un clima Seco-Subhumedo para la ciudad de Tarapoto.

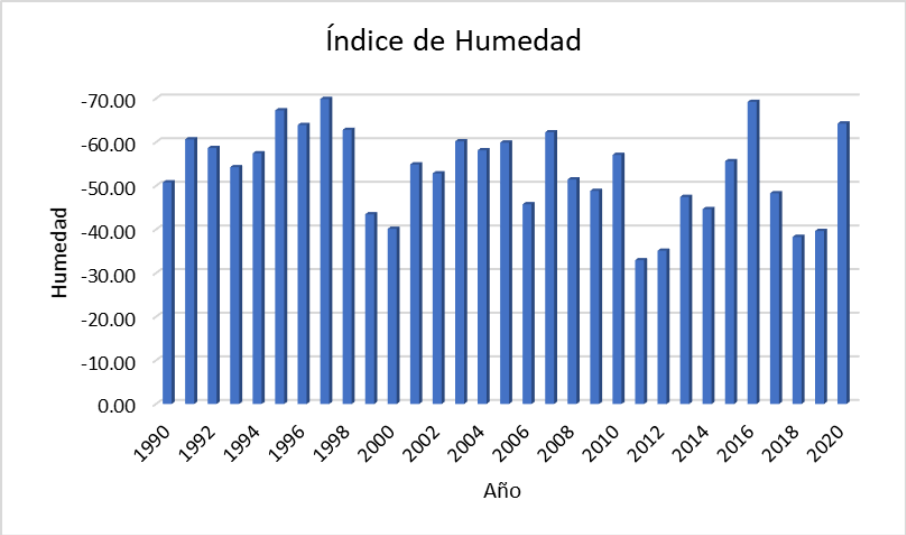


Figura 39. Índice de humedad.

Tabla 13. Índice de humedad y tipo de clima.

Índice de Humedad		
Año	**IH**	**Tipo de clima**
1990	-50.79	Árido
1991	-60.65	Árido
1992	-58.67	Árido
1993	-54.28	Árido
1994	-57.45	Árido
1995	-67.30	Árido
1996	-63.95	Árido
1997	-69.90	Árido
1998	-62.82	Árido
1999	-43.48	Árido
2000	-40.14	Árido
2001	-54.90	Árido
2002	-52.84	Árido
2003	-60.20	Árido
2004	-58.14	Árido
2005	-59.92	Árido
2006	-45.78	Árido
2007	-62.27	Árido
2008	-51.47	Árido
2009	-48.85	Árido
2010	-57.09	Árido
2011	-32.95	Semiárido
2012	-35.14	Semiárido
2013	-47.44	Árido
2014	-44.67	Árido
2015	-55.64	Árido
2016	-69.25	Árido
2017	-48.30	Árido
2018	-38.30	Semiárido
2019	-39.65	Semiárido
2020	-64.29	Árido
Promedio	**-53.44**	**Árido**

4.3.3. Índice mediterráneo (Rivas Martínez)

El índice mediterráneo mide el carácter mediterráneo, en nuestro caso se usó las precipitaciones y temperaturas de diciembre, enero y febrero ya que estos meses se consideran para el hemisferio sur, y la ciudad de Huánuco se encuentra en el hemisferio sur, en la **tabla 14** se observa el resultado del índice mediterráneo obteniendo un valor de 3.06 en promedio durante el periodo de 1990 – 2020, lo que significa que se encuentra en una zona mediterráneo de tipo 3, teniendo en cuenta los rangos interpretativos señalado por Rivas Martínez, 2005. En la **figura 40** podemos observar que el mayor índice mediterráneo se da en el año 2019 con un valor de 5.94, también podemos observar que el menor índice se da en el año 2022 con un valor de 1.16.

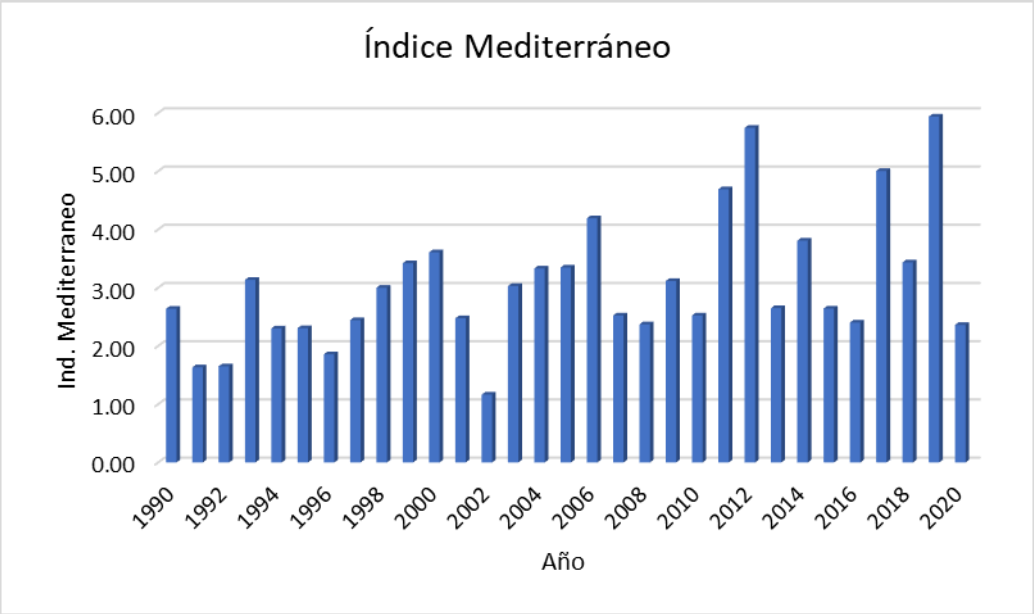


Figura 40. Índice mediterráneo anual.

Tabla 14: Índice mediterráneo y tipo de zona.

Índice Mediterráneo		
Año	**IM**	**Zona**
1990	2.64	Ind. mediterráneo 3
1991	1.63	Ind. mediterráneo 3
1992	1.65	Ind. mediterráneo 3
1993	3.14	Ind. mediterráneo 3
1994	2.30	Ind. mediterráneo 3
1995	2.30	Ind. mediterráneo 3
1996	1.86	Ind. mediterráneo 3
1997	2.44	Ind. mediterráneo 3

1998	3.00	Ind. mediterráneo 3
1999	3.42	Ind. mediterráneo 3
2000	3.61	Ind. mediterráneo 2
2001	2.48	Ind. mediterráneo 3
2002	1.16	Ind. mediterráneo 3
2003	3.03	Ind. mediterráneo 3
2004	3.33	Ind. mediterráneo 3
2005	3.35	Ind. mediterráneo 3
2006	4.19	Ind. mediterráneo 2
2007	2.52	Ind. mediterráneo 3
2008	2.37	Ind. mediterráneo 3
2009	3.12	Ind. mediterráneo 3
2010	2.52	Ind. mediterráneo 3
2011	4.69	Ind. mediterráneo 1
2012	5.75	Ind. mediterráneo 1
2013	2.65	Ind. mediterráneo 3
2014	3.81	Ind. mediterráneo 2
2015	2.64	Ind. mediterráneo 3
2016	2.40	Ind. mediterráneo 3
2017	5.00	Ind. mediterráneo 1
2018	3.43	Ind. mediterráneo 3
2019	5.94	Ind. mediterráneo 1
2020	2.36	Ind. mediterráneo 3
Promedio de 30 años	**3.06**	**Ind. mediterráneo 3**

4.3.4. Índice de continentalidad

El índice de continentalidad valora el grado de influencia en el continente, en la **tabla 15** y **figura 41** observamos el índice de continentalidad por el método de Gorezynski y Currey de la ciudad de Huánuco en el periodo 1990-2020. Los resultados obtenidos por ambos métodos según los rangos interpretativos señalados por cada autor son muy similares ya que en ambos métodos se obtiene como resultado un clima hiperoceánico, en la **figura 41** observamos el índice de continentalidad por el método de Gorenzynski en donde se refleja que el año 2000 tiene el mayor índice continental perteneciendo a un clima hiperoceánico con un valor de -0.36,

asimismo se refleja que el índice mínimo es en el año 1996 con un valor de -0.20 también perteneciendo a un clima hiperoceanico; No obstante en la **figura 42** observamos el índice continental por el método de Currey en donde se refleja que en el mayor índice continental se da en el año 2000 con un valor de 0.65 perteneciendo a un clima oceánico, sin embargo el índice mínimo se da en el año 1996 con un valor de 0.36 perteneciendo a un clima hiperoceánico. Estos resultados coinciden con (Tapia Muller, 2021) en donde señala que la ciudad de Tarapoto se encuentra en clima hiperoceánico. Al igual que (Tapia Muller, 2021) señala que la ciudad de tingo maría se encuentra en un clima hiperoceánico.

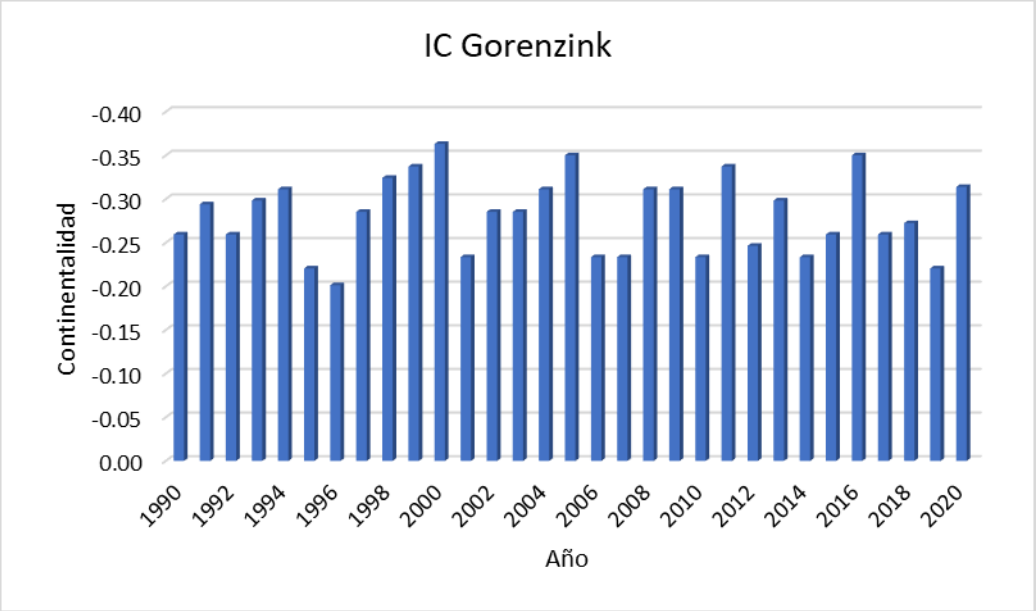


Figura 41. Índice de continentalidad por el método de Gorenzink.

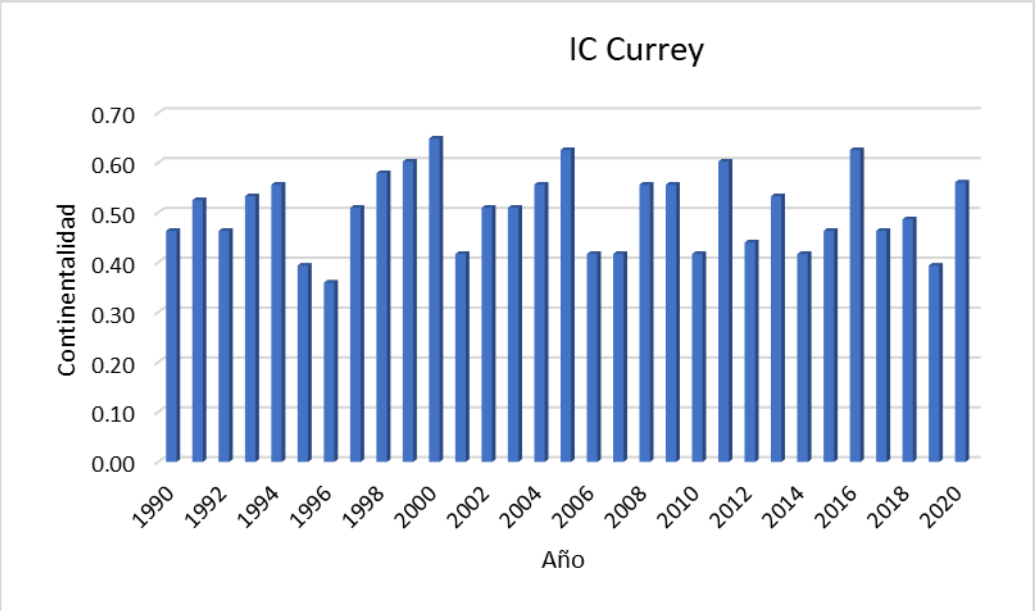


Figura 42. Índice de continentalidad por el método de Currey.

Tabla 15. índice de continentalidad.

Índice de continentalidad				
Año	**IC (Gorezynski)**	**Clima**	**IC (currey)**	**Clima**
1990	-0.26	Hiperoceánico	0.46	Hiperoceánico
1991	-0.29	Hiperoceánico	0.53	Hiperoceánico
1992	-0.26	Hiperoceánico	0.46	Hiperoceánico
1993	-0.30	Hiperoceánico	0.53	Hiperoceánico
1994	-0.31	Hiperoceánico	0.56	Hiperoceánico
1995	-0.22	Hiperoceánico	0.39	Hiperoceánico
1996	-0.20	Hiperoceánico	0.36	Hiperoceánico
1997	-0.29	Hiperoceánico	0.51	Hiperoceánico
1998	-0.32	Hiperoceánico	0.58	Hiperoceánico
1999	-0.34	Hiperoceánico	0.60	Oceánicos
2000	-0.36	Hiperoceánico	0.65	Oceánicos
2001	-0.23	Hiperoceánico	0.42	Hiperoceánico
2002	-0.29	Hiperoceánico	0.51	Hiperoceánico
2003	-0.29	Hiperoceánico	0.51	Hiperoceánico
2004	-0.31	Hiperoceánico	0.56	Hiperoceánico
2005	-0.35	Hiperoceánico	0.63	Oceánicos
2006	-0.23	Hiperoceánico	0.42	Hiperoceánico
2007	-0.23	Hiperoceánico	0.42	Hiperoceánico
2008	-0.31	Hiperoceánico	0.56	Hiperoceánico
2009	-0.31	Hiperoceánico	0.56	Hiperoceánico
2010	-0.23	Hiperoceánico	0.42	Hiperoceánico
2011	-0.34	Hiperoceánico	0.60	Oceánicos
2012	-0.25	Hiperoceánico	0.44	Hiperoceánico
2013	-0.30	Hiperoceánico	0.53	Hiperoceánico
2014	-0.23	Hiperoceánico	0.42	Hiperoceánico
2015	-0.26	Hiperoceánico	0.46	Hiperoceánico
2016	-0.35	Hiperoceánico	0.63	Oceánicos
2017	-0.26	Hiperoceánico	0.46	Hiperoceánico
2018	-0.27	Hiperoceánico	0.49	Hiperoceánico
2019	-0.22	Hiperoceánico	0.39	Hiperoceánico
2020	-0.31	Hiperoceánico	0.56	Hiperoceánico
Promedio	**-0.28**	**Hiperoceánico**	**0.50**	**Hiperoceánico**

4.3.5. Índice de oceanidad

El índice de oceanidad son de gran utilidad en los estudios del medio físico para clasificar al territorio con arreglo a la habitalidad. En la **tabla 16** y **figura 43** el índice de oceanidad de la ciudad de Huánuco en los 30 años estudiados tiene un valor promedio de 14.44 correspondiente a un clima no oceánico, sin embargo, en los años 1993, 1996, 1997, 2000,

2001, 2003, 2006, 2008, 2009, 2011, 2012, 2015 presentan un clima oceánico. Estos resultados son similares a los encontrados por (Manrique De Lara, 2022) en donde señalo que la ciudad de Tingo María se encuentra en un tipo de clima no oceánico. Asimismo, en la **figura 43** se refleja que en el año 1993 se da el máximo índice de oceanidad con un valor de 78.26.

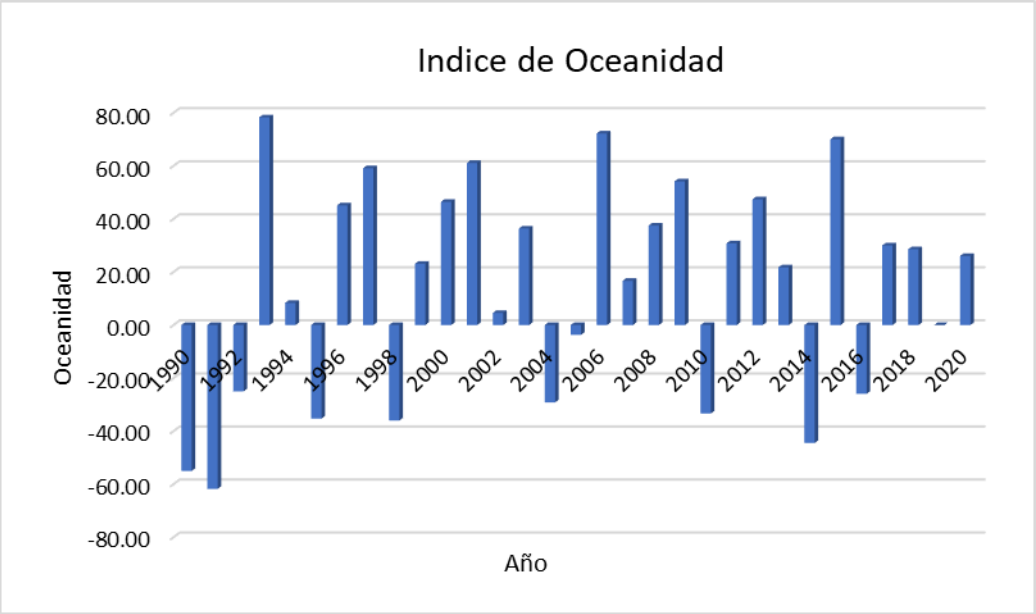


Figura 43. Índice de oceanidad.

Tabla 16. Índice de oceanidad y clima.

Índice de oceanidad		
Año	**K**	**Clima**
1990	-55.00	No oceánico
1991	-61.76	No oceánico
1992	-25.00	No oceánico
1993	78.26	Oceánico
1994	8.33	No oceánico
1995	-35.29	No oceánico
1996	45.11	Oceánico
1997	59.09	Oceánico
1998	-36.00	No oceánico
1999	23.08	No oceánico
2000	46.43	Oceánico
2001	61.11	Oceánico
2002	4.55	No oceánico
2003	36.36	Oceánico

2004	-29.17	No oceánico
2005	-3.70	No oceánico
2006	72.22	Oceánico
2007	16.67	No oceánico
2008	37.50	Oceánico
2009	54.17	Oceánico
2010	-33.33	No oceánico
2011	30.77	Oceánico
2012	47.37	Oceánico
2013	21.74	No oceánico
2014	-44.44	No oceánico
2015	70.00	Oceánico
2016	-25.93	No oceánico
2017	30.00	No oceánico
2018	28.57	No oceánico
2019	0.00	No oceánico
2020	26.03	No oceánico
Promedio	**14.44**	**No oceánico**

4.3.6. Índice de aridez

Aunque funciona bien en áreas tropicales y subtropicales, permite la primera identificación fitoclimática del mundo. En la **tabla 17** y **figura 44** y **45** se refleja el índice de aridez por metodología de Lang y Martonne. En la **figura 44** se observa el índice de aridez por el método de Lang donde refleja que el mayor índice de aridez fue en el año 2011 con un valor de 30.51 y el menor índice de aridez fue en el año 1997 con un valor de 13.81, asimismo podemos observar que el valor promedio es de 21.27 perteneciendo a una zona árido. En la **figura 45** podemos observar el índice de aridez por el método de Martonne el cual tiene un valor máximo de 20.42 en el año 2011, asimismo tiene un valor mínimo de 9.31 en el año 1997, en promedio tenemos un valor de 14.29 el cual pertenece a una zona Semiárido de tipo mediterráneo. (Manrique De Lara, 2022) determinó el índice de termicidad en la ciudad de Tarapoto por el método de Lang y martone el cual como resultado obtuvo zonas húmedas de grandes bosques con un valor de 136.14 y perhumeda con un valor de 97.17 respectivamente. También (Tapia Muller, 2021) en su estudio demostró que la ciudad de Tarapoto tiene una zona

Húmeda de estepa y sabana según la metodología de Lang y según la metodología de Martonne tiene una zona Húmeda y Subhúmeda.

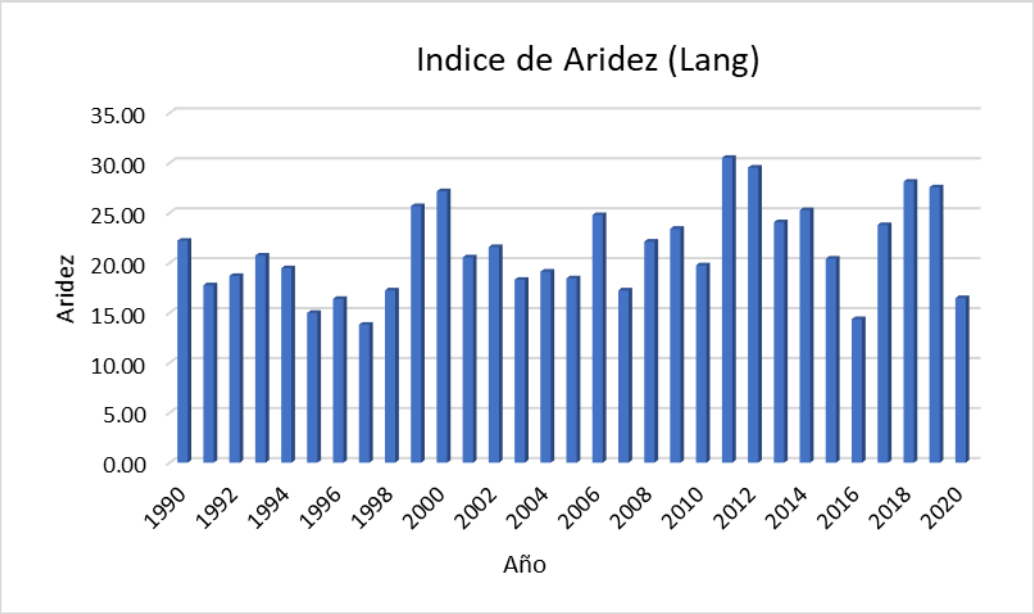


Figura 44. Índice de aridez por el método de Lang.

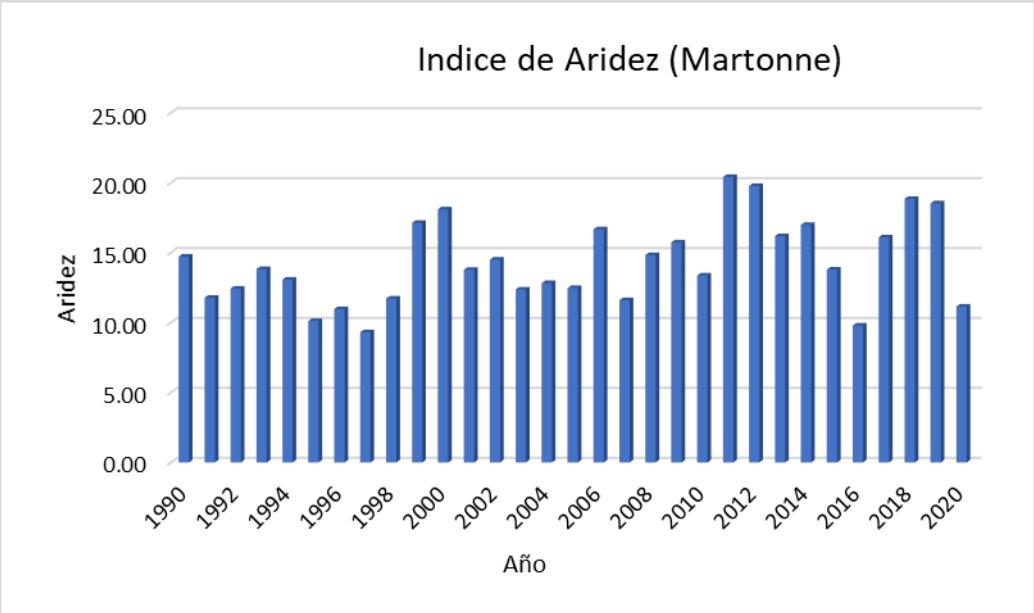


Figura 45. Índice de aridez por el método de Martonne.

Tabla 17. Índice de aridez por el método de Martonne y Lang.

Índice de Aridez				
Año	**IA (Lang)**	**Zona**	**IA (Martonne)**	**Zona**
1990	22.21	Árida	14.72	Semiárido de tipo mediterráneo
1991	17.75	Desierto	11.77	Semiárido de tipo mediterráneo
1992	18.68	Desierto	12.43	Semiárido de tipo mediterráneo
1993	20.73	Árida	13.82	Semiárido de tipo mediterráneo
1994	19.45	Desierto	13.07	Semiárido de tipo mediterráneo
1995	14.99	Desierto	10.11	Semiárido de tipo mediterráneo
1996	16.39	Desierto	10.97	Semiárido de tipo mediterráneo
1997	13.81	Desierto	9.31	Semidesierto (Arida)
1998	17.24	Desierto	11.72	Semiárido de tipo mediterráneo
1999	25.67	Árida	17.13	Semiárido de tipo mediterráneo
2000	27.16	Árida	18.10	Semiárido de tipo mediterráneo
2001	20.55	Árida	13.78	Semiárido de tipo mediterráneo
2002	21.57	Árida	14.51	Semiárido de tipo mediterráneo
2003	18.31	Desierto	12.36	Semiárido de tipo mediterráneo
2004	19.12	Desierto	12.83	Semiárido de tipo mediterráneo
2005	18.44	Desierto	12.47	Semiárido de tipo mediterráneo
2006	24.78	Árida	16.67	Semiárido de tipo mediterráneo
2007	17.24	Desierto	11.60	Semiárido de tipo mediterráneo
2008	22.12	Árida	14.83	Semiárido de tipo mediterráneo
2009	23.40	Árida	15.74	Semiárido de tipo mediterráneo
2010	19.75	Desierto	13.37	Semiárido de tipo mediterráneo
2011	30.51	Árida	20.42	Subhúmeda
2012	29.52	Árida	19.77	Semiárido de tipo mediterráneo
2013	24.06	Árida	16.19	Semiárido de tipo mediterráneo
2014	25.27	Árida	16.99	Semiárido de tipo mediterráneo
2015	20.41	Árida	13.79	Semiárido de tipo mediterráneo
2016	14.36	Desierto	9.79	Semidesierto (Arida)
2017	23.78	Árida	16.09	Semiárido de tipo mediterráneo
2018	28.12	Árida	18.84	Semiárido de tipo mediterráneo
2019	27.56	Árida	18.54	Semiárido de tipo mediterráneo
2020	16.47	Desierto	11.15	Semiárido de tipo mediterráneo
Promedio	**21.27**	**Árida**	**14.29**	**Semiárido de tipo mediterráneo**

4.3.7. Índice de termicidad

El índice de termicidad pondera y cuantifica la intensidad del frio invernal, factor limitante para muchos tipos de vida, No obstante, la correlación que existe con la vegetación es muy satisfactorio en climas cálidos y templados. En la **tabla 18** y **figura 46** se observa que en la ciudad de Huánuco el mayor índice de termicidad fue en el año 2015 con un

valor de 400.25, teniendo una termicidad cálido; también tenemos que el año 2017 tuvo un menor índice térmico con un valor de 329.17 en comparación con los demás años. Asimismo, tenemos el valor promedio de 368.23 perteneciendo a una termicidad de tipo cálido y sub tipo subcálido. (Manrique De Lara, 2022) en su estudio determinó que el índice térmico en la ciudad de tingo maría es de tipo tórrido con un valor de 733.43, asimismo (Tapia Muller, 2021) determina que la ciudad de Tarapoto tiene el tipo de termicidad "Cálido" con subtipo "Tórrido", ya que los valores determinados son >710 con temperaturas > 24.

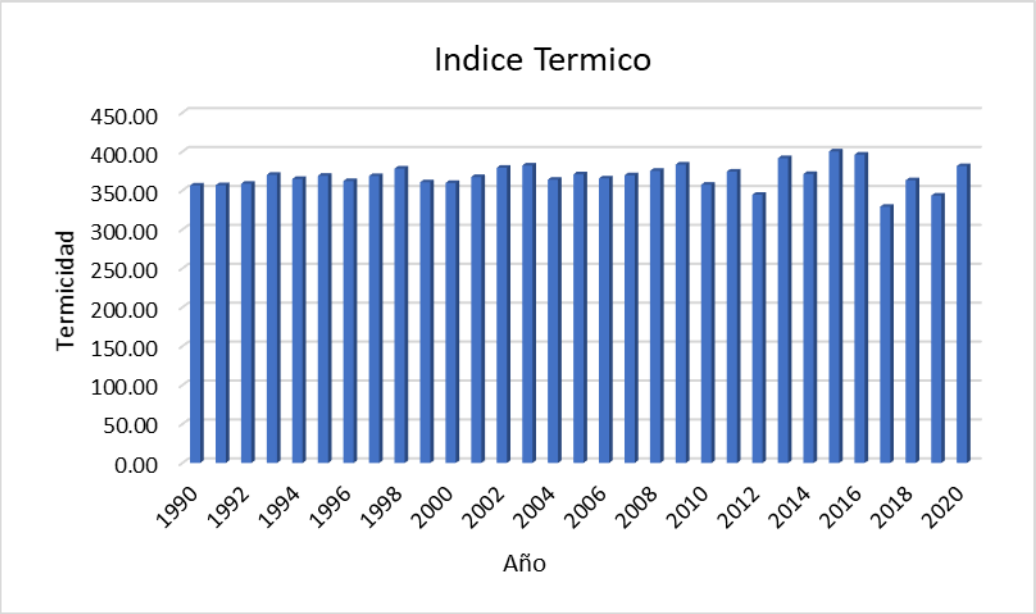


Figura 46. índice térmico.

Tabla 18. Índice térmico.

Índice Térmico			
Año	**IT**	**Termicidad**	**Sub tipo**
1990	356.50	Cálido	Sub cálido
1991	356.85	Cálido	Sub cálido
1992	358.75	Cálido	Sub cálido
1993	370.17	Cálido	Sub cálido
1994	364.86	Cálido	Sub cálido
1995	368.92	Cálido	Sub cálido
1996	362.21	Cálido	Sub cálido
1997	368.67	Cálido	Sub cálido
1998	378.17	Cálido	Sub cálido
1999	360.58	Cálido	Sub cálido

2000	359.75	Cálido	Sub cálido
2001	367.33	Cálido	Sub cálido
2002	379.25	Cálido	Sub cálido
2003	382.08	Cálido	Sub cálido
2004	363.92	Cálido	Sub cálido
2005	370.75	Cálido	Sub cálido
2006	365.58	Cálido	Sub cálido
2007	369.58	Cálido	Sub cálido
2008	375.33	Cálido	Sub cálido
2009	383.33	Cálido	Sub cálido
2010	357.50	Cálido	Sub cálido
2011	374.33	Cálido	Sub cálido
2012	344.58	Cálido	Sub cálido
2013	391.58	Cálido	Sub cálido
2014	371.17	Cálido	Sub cálido
2015	400.25	Cálido	Sub cálido
2016	396.08	Cálido	Sub cálido
2017	329.17	Cálido	Sub cálido
2018	363.17	Cálido	Sub cálido
2019	343.42	Cálido	Sub cálido
2020	381.42	Cálido	Sub cálido
Promedio	368.23	Cálido	Sub cálido

4.3.8. Índice de Fournier modificado

El índice de fournier modificado en la ciudad de Huánuco se refleja en la **tabla 18** y **figura 47** el cual varía desde muy bajo a moderada durante el periodo de 1990 – 2020, siendo de clase 1, 2 y 3; la erosión en promedio es de 62.67 siendo de clase 2 (baja), asimismo en el año 2019 se dio la máxima erosión con un valor de 95.66 estando en una clase 3 (moderado), y la menor erosión se dio en el año 1997 con un valor de 37.62 estando en clase 1 el cual pertenece a un rango muy bajo. (Manrique De Lara, 2022) en su estudió demostró que la ciudad de Tingo María tiene un índice de Fournier modificado de clase 4 (Alto) con un valor de 333.33; No obstante (Tapia Muller, 2021) demostró que la ciudad de Tarapoto presenta un índice de erosividad “alto”, “muy alto” por encontrarse dentro la clase 4 y 5 con un rango de 120 – 160 y >160 respectivamente.

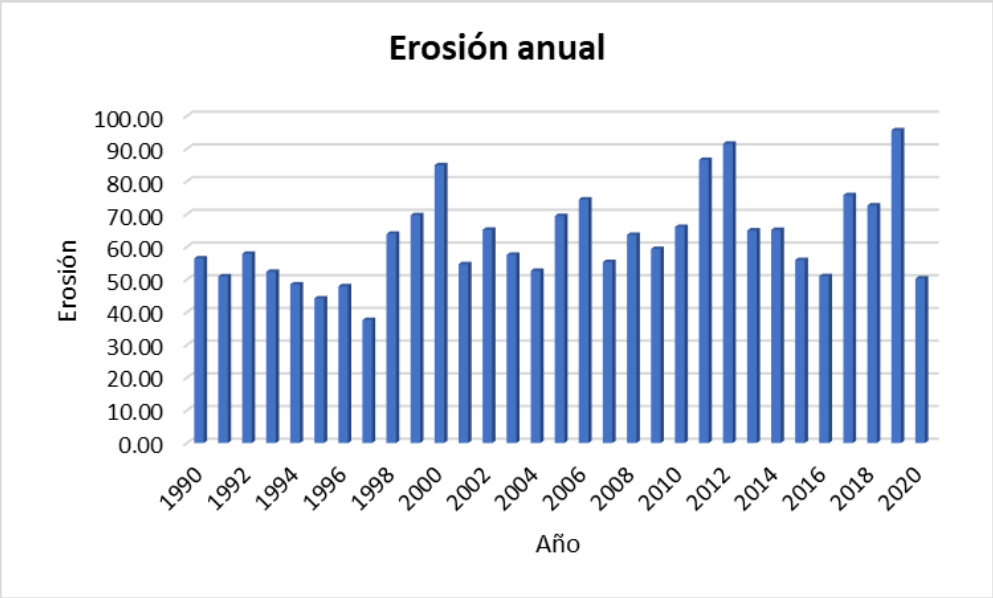


Figura 47. Índice de erosión potencial.

Tabla 19. Erosión potencial o índice de Fournier modificado.

Erosión Potencial													
Año	**Enero**	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**	**Julio**	**Agosto**	**Sept.**	**Oct.**	**Nov**	**Dic**	**Erosión Anual**
1990	4.81	0.42	2.76	6.24	2.44	0.52	0.01	0.12	0.27	17.26	13.59	8.03	56.46
1991	1.89	5.62	24.96	2.42	0.03	0.29	0.07	0.00	0.48	6.12	4.62	4.49	50.99
1992	5.00	8.62	11.80	1.14	0.00	0.56	0.05	0.09	0.04	25.55	3.77	1.26	57.89
1993	7.54	4.03	15.08	1.62	0.68	0.36	0.04	0.10	0.15	5.16	5.88	11.74	52.38
1994	7.85	8.30	4.28	8.33	1.37	0.00	0.05	0.00	2.68	10.41	1.04	4.22	48.53
1995	4.83	8.19	8.16	2.18	0.04	0.01	0.00	0.00	0.17	1.74	7.68	11.22	44.21
1996	10.68	3.31	5.25	14.49	1.60	0.00	0.00	0.08	0.02	1.68	10.08	0.74	47.93
1997	10.45	6.06	2.46	0.80	0.32	0.02	0.00	0.32	0.20	3.11	6.03	7.84	37.62
1998	23.90	10.85	12.24	0.03	0.02	0.01	0.00	0.02	0.04	2.35	11.37	3.16	63.99
1999	12.96	15.21	23.20	0.97	0.66	0.44	0.14	0.00	6.44	0.84	2.22	6.58	69.67
2000	8.57	14.80	40.38	1.69	0.19	0.47	0.02	0.54	0.26	0.17	6.86	10.99	84.94
2001	4.89	3.14	17.37	5.11	0.26	0.03	0.17	0.25	0.13	3.26	12.65	7.45	54.69
2002	1.97	7.18	15.60	7.21	0.75	0.02	0.37	0.04	0.16	27.23	3.76	0.93	65.20
2003	5.25	1.90	13.05	1.59	0.54	0.00	0.00	0.23	0.42	0.77	15.69	18.13	57.55
2004	2.90	2.58	8.31	2.50	1.58	0.07	0.08	0.72	0.67	2.10	3.11	28.07	52.66
2005	2.76	5.26	22.32	0.39	0.01	0.00	0.01	0.19	0.09	6.89	1.80	29.68	69.39
2006	13.17	4.60	24.93	2.92	0.01	0.08	0.02	0.02	0.26	4.15	8.73	15.58	74.48

2007	3.24	0.13	19.48	3.62	0.17	0.01	0.13	0.04	0.05	9.89	4.65	13.94	55.35
2008	1.97	18.33	18.53	2.93	0.03	0.07	0.00	0.01	2.48	3.21	5.76	10.31	63.63
2009	9.40	10.94	16.08	6.81	0.39	0.22	0.29	0.04	0.25	4.14	3.36	7.39	59.32
2010	1.15	17.84	20.28	0.87	0.03	0.02	0.06	0.13	0.45	1.72	7.34	16.21	66.09
2011	8.94	6.64	32.48	3.12	0.72	0.05	0.01	0.02	0.83	7.42	5.19	21.13	86.55
2012	10.33	5.19	1.51	9.63	0.31	0.02	0.10	0.02	0.04	9.40	14.93	40.01	91.51
2013	2.65	16.38	17.11	2.28	0.07	0.23	0.32	0.99	0.09	2.89	10.28	11.71	64.99
2014	10.00	16.33	11.23	3.58	1.64	0.08	0.02	0.00	1.61	4.76	1.99	13.90	65.15
2015	13.44	5.63	9.13	8.19	3.36	0.02	0.04	0.01	0.02	1.21	11.99	2.93	55.98
2016	3.92	7.28	14.95	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	3.83	4.57	16.03	51.04
2017	10.45	10.10	11.01	1.22	0.30	0.03	0.05	0.05	0.51	2.10	4.91	35.08	75.80
2018	13.71	13.52	12.74	6.60	0.20	0.22	0.01	0.17	0.57	16.17	3.97	4.79	72.66
2019	23.98	5.60	30.27	0.72	0.15	0.25	0.00	0.03	0.32	6.05	0.60	27.69	95.66
2020	5.21	10.86	18.14	3.77	0.47	0.11	0.10	0.00	0.07	1.71	0.68	9.19	50.32

V. CONCLUSIONES

1. Se destacan los extremos de precipitación en Huánuco entre 1990-2020 obteniendo como resultado que en el año 2011 registró la mayor precipitación y 1997 la menor. Asimismo, las temperaturas oscilan entre 8.50°C y 29.94°C y la humedad relativa varía entre 18.50% y 22.70%.

2. Durante 30 años, las temperaturas máximas y medias apenas varían anualmente, a diferencia de las mínimas que aumentan, asimismo la humedad relativa muestra fluctuación y tendencia ligera, pero las precipitaciones muestran fluctuaciones y tendencia ascendente notable.
3. En el periodo de 1990 a 2020 en la ciudad de Huánuco se observaron variaciones en la evapotranspiración, humedad, índice mediterráneo, continentalidad, aridez y termicidad. Se registraron valores máximos y mínimos en diferentes años, clasificando la zona como árida y cálida o subcálida. Los índices climáticos variaron significativamente a lo largo del periodo analizado, mostrando cambios en la erosión y en las condiciones climáticas de la región.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Continuar con las lecturas correspondientes de los datos climatológicos como la precipitación, temperatura, máxima, media y mínima; y la humedad relativa en la estación CP Huánuco para análisis consistentes y adaptación a cambios climáticos para seguridad poblacional.
2. Realizar monitoreo correspondiente del comportamiento meteorológico e impacto que puede causar en el ambiente climático.
3. El próximo estudio de caracterización debe considerar todas las variables climáticas necesarias para estudiar el clima, como la radiación solar, el viento, las nubes y la presión atmosférica, entre otras.

VII. REFERENCIAS

Andrades Rodrigez, M., & Múñez León, C. (2012). *Fundamento de climatología* . Universidad de la Rioja. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=267903

Diaz San Andrés, A. (2011 - 2019). *Índices de continentalidad y mediterraneo.* Obtenido de https://biogeografia.net/bioclima03c.html

Egger. (2003). *La atmosfera de la tierra: composición y estructura.* Obtenido de http://www.visionlearning.com/library/module_viewer.php?mid=107&l=s.

Florez Avila, A. F., & Torres Salguero, L. F. (2022). *Análisis de correlación de índices macroclimáticos del fenomeno del niño y la niña con respecto a la precipitación en la región andina colombiana.* Colombia, Colombia. Obtenido de https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/68bcb7c4-6660-4b19-b692-9fd2e11334bd/content

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). *Climate Change 2007.*

Jorge, J. (2020). *Elementos del clima.* Obtenido de https://educajovenesyadultos.com/wp-content/uploads/2020/03/Elementos-del-clima.pdf

León Altuna, K. B. (2014). *Análisis espacio-temporal de las precipitaciones y caudales durante los eventos El Niño (1982-83 y 1997-98) en la costa norte peruana.* Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Lima. Obtenido de https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1866

Linés Escardó, A. (1998). Contribución al concepto clima. *Revista*. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=197760

Manrique de Lara Suarez, L. (2018). *Relación entre los parámetros meteorológicos durante el periodo 1947-2016 con el comportamiento climático en Tingo María.* Obtenido de https://1library.co/document/z1d1lgvz-relacion-parametros-meteorologicos-periodo-comportamiento-climatico-tingo-maria.html

Manrique De Lara, G. L. (31 de Mayo de 2022). comportamiento meteorológico y determinación de los índices climáticos durante el periodo 1990 - 2020 en tingo maría. Tingo María, Leoncio Prado, Huánuco.

Mejia, R., & Moreno, S. (2018). *Determinación del índice de variabilidad climática y cambio climático a partir de análisis estadísticos para el municipio de barrancabermeja*

santander, periodo (1983-2017). Municipio de Barrancabermeja Santander, Colombia. Obtenido de http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/3421

Ministerio de desarrollo agrario y riego - MIDAGRI. (16 de Enero de 2009). Región Huánuco. Obtenido de https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgpa/documentos/estudio_cacao/4_4_1tingomaria_informefinal.pdf

Nimbus, L. (2011). *El clima.* Obtenido de http://nimbus.com.uy/weather/pdf/cap3.pdf.

Organización de las Naciones Unidas, O. (2019). *Acción por el clima.* Obtenido de https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change

Organización Metereorológica Mundial OMM. (1989). *Clima y cambio climático.*

Prodel. (2012). *Transferencia de calor.* Obtenido de https://www.prodel.es/subareas/transferencia-de-calor/#:~:text=Existen%20tres%20modos%20distintos%20de,%3A%20conducci%C3%B3n%2C%20convecci%C3%B3n%20y%20radiaci%C3%B3n.

Rios Mendoza, J. L. (2016). *"Indicadores Meteorologicos Del Cambio Climatico y sus efectos en la ocurrencia de olas de calor, en el distrito de Juan Guerra, Región y Provinica de San Martín.* Tarapoto, San Martín, Perú. Obtenido de https://repositorio.uap.edu.pe/jspui/bitstream/20.500.12990/2044/1/Tesis_indicadores%20meteorol%C3%B3gicos_cambio%20clim%C3%A1tico_efectos%20olas%20de%20calor_distrito%20Juan%20Guerra_San%20Mart%C3%ADn.pdf

Rivas Martínez. (2005). *Indice de evapotranspiración.* España. Obtenido de https://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema02.pdf

Román, S. S. (2016). *Hidrología Superficial.*

San, A. (2019). *Índices climáticos y bioclimáticos.* Obtenido de https://biogeografia.net/bioclima03.html

Sanchez San Roman, J. (2016). *Evapotranspiración.* Universidad de Salamanca, España, España. Obtenido de https://hidrologia.usal.es/temas/Evapotransp.pdf

SENAMHI - Servicio Nacional de Metereología e Hidrología del Perú. (2023). *Boletín Hidroclimático Mensual Dirección Zonal 10 Huánuco.* SENAMHI , Huánuco, Huánuco. Obtenido de https://www.senamhi.gob.pe/load/file/04401SENA-125.pdf

Serrano Vincenti, S., Moscoso, V., Jácome, P., Palacios, E., & Villacís, M. (2012). *Análisis metereológicos mensuales y diarios para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el distrito metropolitano de Quito.* Quito, Ecuador. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047400004.pdf

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI. (Mayo de 2023). Boletín hidroclimático mensual. doi:https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4979087/Mayo%202023.pdf?v=1692057701

Tapia Muller, E. R. (31 de Diciembre de 2021). Análisis metereológico y determinación de los índices Climáticos del periodo 1999-2020. Tarapoto, San Martín, Perú.

Thornthwaite. (1955). *Indices climáticos.*

Vargas Mesa , X., & Cartes Valdivia, M. (2010). *Apunte para hidrología, Elementos de meteorología.* Obtenido de file:///C:/Users/Mercy/Downloads/Apunte_de_Hidrologia_Elementos_de_Meteorologia.pdf

Vásquez G, I. M. (2009). *Instrumentos de medicion de la temperatura y los vientos.* Obtenido de https://www.academia.edu/37282106/Hidrologia_temas_de_exposicion

Villon, M. (2002). *Hidrología.*

VIII. ANEXO

8.1. Datos de humedad relativa de la estación Huánuco

PERÚ Ministerio del Ambiente

Senamhi

" DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRE"
" AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HERÓICAS BATALLAS DE JUNIN Y AYACUCHO".

ESTACIÓN: **CP HUÁNUCO**

LATITUD: 09° 57' 7.24" S
LONGITUD 76° 14'54.80" W
ALTITUD: 1919 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Huánuco
DIST.: Pillco Marca

Parámetro: **Humedad Relativa Media Mensual (%).**

Periodo: **1990 - 2020**

Nº	AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
		Humedad Relativa Media Mensual (%).	Humedad Relativa Media Mensual (%).	Humedad Relativa Media Mensual (%).	Humedad Relativa Media Mensual (%).	Humedad Relativa Media Mensual (%).	Humedad Relativa Media Mensual (%).	Humedad Relativa Media Mensual (%).	Humedad Relativa Media Mensual (%).	Humedad Relativa Media Mensual (%).	Humedad Relativa Media Mensual (%).	Humedad Relativa Media Mensual (%).	Humedad Relativa Media Mensual (%).
1	1990	67.7	68.0	66.7	67.9	S/D	70.1	67.2	61.6	71.9	76.7	75.8	71.6
2	1991	68.9	68.5	69.7	66.7	65.5	64.8	S/D	63.5	S/D	75.1	72.7	69.1
3	1992	74.2	72.1	77.0	71.2	69.6	70.5	68.4	S/D	67.7	78.4	S/D	68.6
4	1993	69.2	61.4	71.8	S/D	77.4	75.9	65.8	66.1	61.4	63.4	72.9	S/D
5	1994	S/D	70.7	66.0	66.1	67.6	S/D	60.0	56.5	57.2	63.2	S/D	67.3
6	1995	68.0	66.9	69.8	64.5	61.5	61.0	60.2	58.0	60.1	66.7	67.8	65.7
7	1996	71.7	71.2	72.2	72.6	69.7	66.5	S/D	61.1	64.2	72.4	73.9	77.5
8	1997	81.5	72.4	67.0	66.6	68.1	68.6	61.4	64.7	63.0	67.2	67.1	67.5
9	1998	69.8	69.4	69.7	65.9	62.1	62.7	60.3	58.6	57.7	61.9	66.7	65.0
10	1999	69.3	71.4	71.3	68.2	66.7	62.0	62.7	59.1	60.5	60.5	60.6	66.0
11	2000	68.2	70.5	71.8	71.0	63.5	64.3	63.6	61.4	63.0	60.3	61.8	65.1
12	2001	68.4	67.7	69.0	65.7	63.2	62.8	62.8	57.9	58.5	61.5	65.3	64.5
13	2002	61.2	67.8	69.0	66.2	63.3	60.5	63.1	58.1	59.8	61.5	66.6	64.8
14	2003	64.1	65.6	67.8	62.9	63.7	63.0	59.4	59.7	60.7	59.0	60.4	68.0
15	2004	64.8	65.7	66.9	63.8	63.8	62.6	62.3	60.4	61.5	63.0	64.0	69.6
16	2005	64.2	64.0	70.4	65.5	60.8	59.5	60.7	57.2	56.1	61.3	59.3	67.8
17	2006	67.3	67.7	71.2	67.1	60.8	61.8	59.2	56.8	56.0	60.1	66.2	70.7
18	2007	68.6	65.4	70.0	67.1	63.2	59.5	61.1	59.4	56.7	62.6	63.8	66.2
19	2008	67.4	67.5	72.9	67.7	62.7	61.8	59.8	60.0	59.9	62.8	64.1	67.4
20	2009	S/D	71.9	70.7	68.9	64.2	62.4	63.9	58.1	58.6	60.0	62.2	67.4
21	2010	66.2	69.1	67.6	63.7	61.3	61.2	59.3	56.9	57.9	60.6	65.1	69.6
22	2011	72.2	74.7	74.7	69.9	64.0	62.3	60.5	58.6	59.9	65.0	63.5	68.6
23	2012	67.0	69.4	65.9	70.2	63.9	61.5	59.2	57.6	60.0	62.5	66.5	71.1
24	2013	64.8	71.2	71.4	65.0	64.9	63.8	61.3	60.9	57.0	62.7	67.0	65.6
25	2014	67.6	68.4	69.2	64.3	63.5	60.8	60.7	58.0	60.4	63.0	63.4	65.9
26	2015	65.2	69.8	67.0	69.3	68.5	62.7	60.8	58.4	56.8	61.1	64.4	66.3
27	2016	63.0	68.7	66.2	62.9	62.2	59.6	58.3	58.6	59.6	59.8	58.0	66.3
28	2017	70.6	67.3	69.5	68.4	65.3	60.2	60.4	59.0	61.1	61.9	64.8	66.9
29	2018	69.0	68.1	67.4	69.9	64.4	63.5	62.7	62.1	58.6	70.2	69.1	66.8
30	2019	69.8	68.6	71.4	68.9	64.7	62.6	63.4	59.4	60.3	63.1	66.3	75.4
31	2020	71.2	69.0	64.7	S/D	S/D	S/D	61.0	57.6	61.1	61.4	60.3	67.2

DONDE S/D = SIN DATOS

SLUMP Nº 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)
INFORMACIÓN PREPARADA PARA : **TESISTA JAIRO PAVEL, NAMAY ASTOCAZA.**

OBRA:

"ANÀLISIS METEREOLOGICO Y DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES CLIMÁTICOS DEL PERIÓDO 1990 AL 2020 EN HUÁNUCO"

COD. REG. N° T002/2024

PRESUPUESTO EXP. N° 2024 - 0000336

HUÁNUCO, 17 DE ENERO DEL 2024.

Firma Digital
Senamhi
Firmado digitalmente por ARBOLEDA OROZCO Juan Fernando FAU 20131366028 Soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 17.01.2024 16:21:19-05:00

Ing. Juán Fernando Arboleda Orozco.
Director Zonal 10
SENAMHI

Senamhi
Jr: Leoncio Prado N°235 - Huánuco, Huánuco.
Tel.: 062 - 512070 CEL. **955839144**
Link: http: //huanuco.senamhi.gob.pe
www.senamhi.gob.pe

8.2. Datos de temperatura media mensual de la estación Huánuco

PERÚ Ministerio del Ambiente

Senamhi

" DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRE"
" AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HERÓICAS BATALLAS DE JUNIN Y AYACUCHO".

ESTACIÓN: **CP HUÁNUCO**

LATITUD: 09° 57' 7.24" S
LONGITUD 76° 14'54.80" W
ALTITUD: 1919 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Huánuco
DIST.: Pillco Marca

Parámetro: **Temperatura Media Mensual (°C).**

Periodo: 1990 - 2020

Nº	AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
		Temperatura Media Mensual (°C)	Temperatura Media Mensual (°C)	Temperatura Media Mensual (°C)	Temperatura Media Mensual (°C)	Temperatura Media Mensual (°C)	Temperatura Media Mensual (°C)	Temperatura Media Mensual (°C)	Temperatura Media Mensual (°C)	Temperatura Media Mensual (°C)	Temperatura Media Mensual (°C)	Temperatura Media Mensual (°C)	Temperatura Media Mensual (°C)
1	1990	20.0	20.5	20.5	20.6	19.7	18.9	18.7	19.2	19.8	19.5	18.6	19.8
2	1991	20.0	19.8	19.5	20.3	20.1	19.5	S/D	18.5	S/D	18.9	19.3	20.0
3	1992	19.2	19.6	19.0	19.8	20.5	19.6	20.0	20.4	21.0	19.3	20.1	20.0
4	1993	20.0	21.3	19.8	19.0	19.1	19.3	20.0	20.1	20.6	20.8	20.1	20.1
5	1994	S/D	20.2	20.7	20.7	20.4	19.8	19.2	19.9	20.8	20.9	21.1	21.6
6	1995	20.9	21.0	20.4	21.3	20.5	19.8	19.9	20.2	20.7	20.7	21.4	21.5
7	1996	20.0	20.1	20.4	20.4	20.1	19.7	S/D	19.7	20.4	21.1	20.7	20.5
8	1997	20.2	20.4	21.0	20.6	20.3	20.0	19.7	19.8	21.1	21.9	21.5	21.5
9	1998	21.5	22.0	21.9	22.4	21.0	19.9	20.0	20.9	21.5	21.5	21.0	21.0
10	1999	20.1	19.7	19.5	20.1	19.7	20.0	19.0	19.4	20.1	20.7	21.6	20.8
11	2000	19.8	19.5	19.5	19.4	20.6	19.5	18.7	19.7	20.3	20.7	21.5	20.5
12	2001	19.7	20.2	20.1	20.2	20.6	19.5	19.6	19.9	20.7	21.3	21.1	21.1
13	2002	21.4	20.5	20.4	20.9	20.6	19.9	19.2	20.0	20.4	21.0	20.6	21.4
14	2003	21.5	21.0	20.7	21.1	20.5	20.3	19.7	20.0	20.4	21.9	21.9	20.7
15	2004	21.1	20.7	21.1	21.4	20.7	19.2	19.2	19.0	19.8	20.7	21.4	20.4
16	2005	21.3	21.6	20.5	21.3	21.3	20.3	19.3	20.2	21.1	21.2	22.0	20.4
17	2006	20.4	20.7	20.1	20.5	20.0	20.2	20.0	20.6	21.2	21.8	20.8	20.4
18	2007	20.7	21.0	20.3	20.7	20.9	20.0	19.5	19.8	20.9	21.0	21.3	20.6
19	2008	20.4	20.3	19.1	20.1	20.4	19.6	19.6	20.6	20.5	21.0	21.5	20.9
20	2009	20.0	19.9	19.8	20.4	20.6	20.0	19.4	20.8	21.3	21.7	21.8	20.7
21	2010	20.9	21.1	21.5	21.8	21.6	20.6	20.0	20.4	21.1	21.2	21.0	20.2
22	2011	19.9	19.1	19.4	20.1	20.8	20.0	19.6	20.3	20.7	20.9	21.7	20.3
23	2012	20.7	19.8	20.6	20.3	20.5	19.6	19.3	20.0	20.2	21.2	21.0	19.9
24	2013	21.3	20.2	20.3	20.9	20.6	19.9	19.1	20.1	21.0	21.4	20.8	21.1
25	2014	20.1	20.3	20.4	21.2	21.0	20.5	19.5	19.7	20.7	20.4	21.3	21.1
26	2015	20.8	20.3	20.9	20.3	20.2	20.2	19.9	20.7	21.8	21.7	21.9	21.2
27	2016	22.7	21.8	22.0	22.3	21.2	20.1	20.0	20.7	21.1	21.6	22.4	21.0
28	2017	19.9	20.9	20.7	21.1	21.6	21.1	19.7	20.6	21.3	21.7	21.5	20.9
29	2018	20.0	20.8	20.7	19.9	20.7	19.1	19.2	19.7	21.0	20.5	21.2	21.0
30	2019	20.7	21.0	20.6	21.0	20.9	20.3	19.7	19.4	20.8	21.0	21.1	20.0
31	2020	20.9	21.4	21.9	S/D	S/D	S/D	20.2	20.6	20.7	21.2	22.3	21.0

DONDE S/D = SIN DATOS

SLUMP Nº 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

INFORMACIÓN PREPARADA PARA : **TESISTA JAIRO PAVEL, NAMAY ASTOCAZA.**

OBRA:

"ANÀLISIS METEREOLOGICO Y DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES CLIMÁTICOS DEL PERIÓDO 1990 AL 2020 EN HUÁNUCO"

COD. REG. N° T002/2024

PRESUPUESTO EXP. N° 2024 - 0000336

HUÁNUCO, 17 DE ENERO DEL 2024.

Firma Digital
Senamhi
Firmado digitalmente por ARBOLEDA OROZCO Juan Fernando FAU 20131366028 Soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 17.01.2024 16:20:32 -05:00

Senamhi

Ing. Juán Fernando Arboleda Orozco.
Director Zonal 10
SENAMHI
Jr. Leoncio Prado N°235 - Huánuco, Huánuco.
Tel.: 062 - 512070 CEL. **955899144**
Link: http: //huanuco.senamhi.gob.pe
www.senamhi.gob.pe

8.3. Datos de temperatura mínima mensual de la estación Huánuco

PERÚ Ministerio del Ambiente

Senamhi

" DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRE"
" AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HERÓICAS BATALLAS DE JUNIN Y AYACUCHO".

ESTACIÓN: **CP HUÁNUCO**

LATITUD: 09° 57' 7.24" S
LONGITUD 76° 14'54.80" W
ALTITUD: 1919 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Huánuco
DIST.: Pillco Marca

Parámetro: **Temperatura Mínima Mensual (°C).**

Periodo: **1990 - 2020**

Nº	AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
		Temperatura Mínima Mensual (°C)	Temperatura Mínima Mensual (°C)	Temperatura Mínima Mensual (°C)	Temperatura Mínima Mensual (°C)	Temperatura Mínima Mensual (°C)	Temperatura Mínima Mensual (°C)	Temperatura Mínima Mensual (°C)	Temperatura Mínima Mensual (°C)	Temperatura Mínima Mensual (°C)	Temperatura Mínima Mensual (°C)	Temperatura Mínima Mensual (°C)	Temperatura Mínima Mensual (°C)
1	1990	11.5	12.0	11.9	11.9	8.0	8.1	8.2	8.4	9.9	11.9	11.0	10.9
2	1991	11.8	10.9	11.4	10.9	9.4	8.9	S/D	8.8	8.0	10.0	11.0	10.0
3	1992	10.0	10.5	11.0	10.0	11.0	9.0	8.0	8.5	12.0	9.4	8.4	S/D
4	1993	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
5	1994	S/D	12.9	10.8	11.6	8.3	8.5	8.0	8.2	9.2	10.0	11.7	11.9
6	1995	13.0	12.4	12.1	10.3	8.1	9.2	8.2	9.4	8.5	12.0	13.0	11.7
7	1996	11.0	12.0	11.2	12.8	10.4	8.3	8.0	8.6	10.1	11.6	11.7	12.3
8	1997	13.3	13.4	13.5	10.9	10.5	8.6	8.1	10.2	10.7	12.1	14.1	15.4
9	1998	13.5	12.8	15.3	13.8	8.6	9.3	8.3	9.1	10.0	12.6	12.1	10.7
10	1999	11.9	13.4	13.4	10.5	10.1	8.5	8.0	8.2	8.6	11.4	12.9	13.3
11	2000	13.5	13.2	12.1	11.5	10.4	8.0	8.2	9.9	11.4	10.4	11.9	12.4
12	2001	12.4	12.3	12.4	9.5	9.0	8.2	9.2	8.3	10.6	12.2	13.4	13.2
13	2002	13.2	13.9	10.3	10.8	10.3	8.7	9.6	9.0	10.1	12.9	11.7	12.9
14	2003	14.2	12.9	13.0	12.7	11.1	9.8	9.1	9.4	8.7	12.4	11.0	12.7
15	2004	11.2	13.2	13.2	12.2	10.1	8.3	9.6	8.0	9.6	12.4	12.5	13.5
16	2005	12.6	12.9	12.9	12.7	11.7	8.1	8.1	8.1	11.4	12.0	12.4	14.0
17	2006	11.5	14.4	12.1	12.0	8.0	8.0	8.5	9.9	11.1	13.4	13.4	14.4
18	2007	13.9	13.4	13.5	11.7	11.3	9.7	8.2	8.9	11.0	11.1	12.9	12.9
19	2008	13.9	13.6	12.0	11.9	9.9	8.8	8.6	11.0	10.8	11.8	13.8	13.6
20	2009	14.4	14.2	12.4	12.6	11.0	8.9	8.9	11.2	11.5	12.9	12.9	13.5
21	2010	12.7	13.6	14.5	10.0	11.2	10.6	7.4	8.3	10.2	11.2	12.0	13.4
22	2011	13.9	11.6	12.9	10.1	8.6	9.3	9.4	9.5	10.0	12.4	12.7	11.0
23	2012	13.1	13.5	12.2	12.1	10.4	8.0	7.1	8.5	9.8	12.6	12.8	13.3
24	2013	13.2	14.4	10.9	10.2	11.3	10.8	9.3	10.4	10.6	13.6	12.5	14.2
25	2014	12.7	13.1	12.6	12.4	11.2	8.3	9.0	9.1	10.3	11.3	13.0	14.9
26	2015	13.5	13.2	13.4	13.5	12.3	9.8	9.7	9.6	12.4	13.5	14.1	12.7
27	2016	13.6	14.5	14.3	12.4	10.5	9.4	9.1	9.5	11.7	13.4	12.9	13.2
28	2017	12.5	13.6	13.4	13.1	13.6	10.0	6.0	10.2	13.6	13.0	14.5	12.9
29	2018	11.2	13.8	13.5	11.0	11.2	8.0	8.7	9.7	9.4	13.5	15.3	10.5
30	2019	12.2	13.9	13.5	12.3	9.6	8.9	8.0	6.9	10.3	12.5	11.5	12.8
31	2020	13.5	14.5	14.3	S/D	S/D	S/D	10.0	8.6	12.1	10.9	13.5	14.6

DONDE S/D = SIN DATOS

SLUMP Nº 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

INFORMACIÓN PREPARADA PARA : **TESISTA JAIRO PAVEL, NAMAY ASTOCAZA.**

OBRA:

"ANÀLISIS METEREOLOGICO Y DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES CLIMÁTICOS DEL PERIÓDO 1990 AL 2020 EN HUÁNUCO"

COD. REG. N° T002/2024

PRESUPUESTO EXP. N° 2024 - 0000336

HUÁNUCO, 17 DE ENERO DEL 2024.

Firma Digital
Senamhi
Firmado digitalmente por ARBOLEDA OROZCO Juan Fernando FAU 20131366028 Soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 17.01.2024 16:18:51 -05:00

Ing. Juán Fernando Arboleda Orozco.
Director Zonal 10
SENAMHI

Senamhi

Jr. Leoncio Prado N°235 - Huánuco, Huánuco.
Tel.: 062 - 512070 CEL. **955839144**
Link: http://huanuco.senamhi.gob.pe
www.senamhi.gob.pe

8.4. Datos de temperatura máxima mensual de la estación Huánuco

PERÚ Ministerio del Ambiente

Senamhi

" DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRE"
" AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HERÓICAS BATALLAS DE JUNIN Y AYACUCHO".

ESTACIÓN: **CP HUÁNUCO**

LATITUD: 09° 57' 7.24" S
LONGITUD 76° 14'54.80" W
ALTITUD: 1919 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Huánuco
DIST.: Pillco Marca

Parámetro: **Temperatura Máxima Mensual (°C).**

Periodo: 1990 - 2020

N°	AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
		Temperatura Máxima Mensual (°C)	Temperatura Máxima Mensual (°C)	Temperatura Máxima Mensual (°C)	Temperatura Máxima Mensual (°C)	Temperatura Máxima Mensual (°C)	Temperatura Máxima Mensual (°C)	Temperatura Máxima Mensual (°C)	Temperatura Máxima Mensual (°C)	Temperatura Máxima Mensual (°C)	Temperatura Máxima Mensual (°C)	Temperatura Máxima Mensual (°C)	Temperatura Máxima Mensual (°C)
1	1990	27.5	28.8	29.8	28.8	28.2	26.5	26.9	27.9	28.0	28.4	26.9	27.7
2	1991	27.5	28.0	27.9	29.9	28.9	27.9	27.9	28.0	29.0	27.8	28.1	28.5
3	1992	27.9	30.0	28.9	28.4	29.4	27.6	29.5	29.2	29.2	27.7	28.0	S/D
4	1993	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	28.0
5	1994	S/D	28.2	28.7	28.6	29.5	28.4	28.4	28.5	29.6	29.7	29.4	29.0
6	1995	29.0	30.9	S/D	29.8	28.7	28.3	28.3	29.8	29.4	31.1	29.2	29.3
7	1996	28.9	28.7	29.3	28.7	29.8	28.8	29.0	28.0	29.7	29.7	29.8	29.4
8	1997	30.0	28.9	28.8	28.5	28.4	27.8	28.8	28.7	30.2	30.2	29.4	29.4
9	1998	30.0	30.9	30.3	30.9	29.5	28.5	28.5	29.3	30.1	30.0	29.6	30.0
10	1999	28.8	27.6	27.5	27.7	29.3	27.9	27.1	27.5	28.9	29.4	30.9	28.7
11	2000	28.5	27.9	27.0	28.3	28.7	27.6	28.0	28.3	29.0	29.6	30.2	28.7
12	2001	27.1	28.1	28.4	29.4	29.4	28.4	28.1	29.2	29.5	30.3	29.5	30.3
13	2002	29.5	29.5	29.7	30.3	29.3	28.7	28.7	29.1	29.2	30.2	28.9	30.0
14	2003	29.8	29.7	28.7	30.1	28.9	28.8	28.9	29.1	29.0	30.9	29.7	28.5
15	2004	30.0	29.3	30.3	30.3	30.3	28.9	27.3	27.7	28.6	29.5	29.3	28.9
16	2005	30.0	30.1	30.1	30.8	29.5	29.3	28.4	29.7	30.1	29.7	30.5	28.2
17	2006	29.0	28.5	28.3	29.0	29.0	28.5	28.6	29.5	29.9	31.2	28.0	28.7
18	2007	28.4	30.2	28.9	29.9	30.3	28.9	28.2	28.9	30.2	30.3	29.5	29.0
19	2008	28.7	29.7	27.6	29.5	29.3	29.0	28.2	29.3	29.8	29.5	30.1	29.5
20	2009	27.3	27.5	28.5	28.5	29.0	30.0	27.7	29.3	30.2	31.2	30.5	29.2
21	2010	29.2	29.2	30.5	31.5	30.2	29.3	28.8	30.5	30.8	30.3	30.9	28.7
22	2011	29.3	27.9	27.7	29.1	29.9	29.7	28.1	29.1	29.1	30.0	32.3	29.3
23	2012	28.5	28.4	29.0	28.5	29.2	28.4	31.5	29.7	29.1	30.4	29.5	27.3
24	2013	29.1	28.6	27.9	28.9	29.3	28.5	27.7	29.2	30.3	29.5	30.0	30.0
25	2014	28.3	28.4	28.9	29.2	30.0	30.0	28.3	28.6	29.7	28.6	29.5	28.6
26	2015	30.3	28.9	29.3	28.5	29.5	28.9	28.5	29.7	30.5	30.0	30.3	29.8
27	2016	31.5	30.3	31.7	31.3	30.3	29.0	29.3	29.2	30.3	31.0	31.5	30.2
28	2017	28.8	30.3	29.7	29.7	30.2	29.5	28.7	29.9	30.0	30.5	30.5	30.1
29	2018	30.6	30.3	28.4	29.6	28.5	29.3	28.6	29.0	29.3	29.3	29.5	29.9
30	2019	29.0	29.0	29.5	30.5	30.7	29.8	29.9	28.9	30.2	29.6	30.3	28.8
31	2020	30.8	30.6	30.5	S/D	S/D	S/D	29.7	31.4	30.6	32.5	32.6	30.2

DONDE S/D = SIN DATOS

SLUMP Nº 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)
INFORMACIÓN PREPARADA PARA : **TESISTA JAIRO PAVEL, NAMAY ASTOCAZA.**

OBRA:

"ANÀLISIS METEREOLOGICO Y DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES CLIMÁTICOS DEL PERIÓDO 1990 AL 2020 EN HUÁNUCO"

COD. REG. N° T002/2024

PRESUPUESTO EXP. N° 2024 - 0000336

HUÁNUCO, 17 DE ENERO DEL 2024.

Firma Digital
Senamhi
Firmado digitalmente por ARBOLEDA OROZCO Juan Fernando FAU 20131366028 Soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 17.01.2024 16:18:14 -05:00

Ing. Juàn Fernando Arboleda Orozco.
Director Zonal 10
SENAMHI

Senamhi
Jr: Leoncio Prado N°235 - Huánuco, Huánuco.
Tel.: 062 - 512070 CEL. **955899144**
Link: http: //huanuco.senamhi.gob.pe
www.senamhi.gob.pe

8.5. Datos de precipitación mensual de la estación Huánuco

PERÚ Ministerio del Ambiente

Senamhi

" DECENIO DE LA IGUALDAD DE OPORTUNIDADES PARA MUJERES Y HOMBRE"
" AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HERÓICAS BATALLAS DE JUNIN Y AYACUCHO".

ESTACIÓN: **CP HUÁNUCO**

LATITUD: 09° 57' 7.24" S
LONGITUD 76° 14'54.80" W
ALTITUD: 1919 msnm

DPTO.: Huánuco
PROV.: Huánuco
DIST.: Pillco Marca

Parámetro: **Precipitación Total Mensual (m.m).**

Periodo: **1990 - 2020**

Nº	AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
		Precipitación Total Mensual (m.m)	Precipitación Total Mensual (m.m)	Precipitación Total Mensual (m.m)	Precipitación Total Mensual (m.m)	Precipitación Total Mensual (m.m)	Precipitación Total Mensual (m.m)	Precipitación Total Mensual (m.m)	Precipitación Total Mensual (m.m)	Precipitación Total Mensual (m.m)	Precipitación Total Mensual (m.m)	Precipitación Total Mensual (m.m)	Precipitación Total Mensual (m.m)
1	1990	45.8	13.5	34.7	52.2	32.6	15.1	1.5	7.1	10.9	86.8	77.0	59.2
2	1991	25.7	44.3	93.4	29.1	3.0	10.1	4.8	0.0	S/D	S/D	40.2	39.6
3	1992	43.1	S/D	66.2	20.6	0.0	14.4	S/D	S/D	4.0	97.4	37.4	21.6
4	1993	S/D	40.9	S/D	25.9	16.8	12.3	S/D	6.3	8.0	S/D	S/D	S/D
5	1994	S/D	57.5	41.3	57.6	23.4	0.0	S/D	0.0	32.7	64.4	20.4	41.0
6	1995	38.7	50.4	50.3	26.0	3.6	1.4	1.2	0.4	7.2	23.2	48.8	59.0
7	1996	59.5	33.1	41.7	69.3	23.0	0.0	0.1	5.3	2.3	23.6	57.8	15.7
8	1997	54.6	41.6	26.5	15.1	9.6	2.2	0.0	9.6	7.6	29.8	41.5	47.3
9	1998	93.5	63.0	66.9	3.1	2.8	2.1	0.0	2.8	3.8	29.3	64.5	34.0
10	1999	81.7	88.5	109.3	22.3	18.4	15.1	8.6	0.6	57.6	20.8	33.8	58.2
11	2000	68.2	89.6	148.0	30.3	10.1	16.0	3.6	17.1	11.9	9.5	61.0	77.2
12	2001	45.2	36.2	85.2	46.2	10.4	3.3	8.4	10.2	7.4	36.9	72.7	55.8
13	2002	29.5	56.4	83.1	56.5	18.2	2.9	12.8	4.1	8.4	109.8	40.8	20.3
14	2003	44.7	26.9	70.5	24.6	14.3	0.3	0.1	9.4	12.6	17.1	77.3	83.1
15	2004	33.6	31.7	56.9	31.2	24.8	5.1	5.6	16.7	16.2	28.6	34.8	104.6
16	2005	32.6	45.0	92.7	12.2	1.4	0.0	2.0	8.6	5.8	51.5	26.3	106.9
17	2006	81.9	48.4	112.7	38.6	2.0	6.2	3.5	2.9	11.4	46.0	66.7	89.1
18	2007	33.9	6.9	83.1	35.8	7.8	1.9	6.7	3.9	4.4	59.2	40.6	70.3
19	2008	29.8	90.8	91.3	36.3	3.6	5.5	0.1	2.0	33.4	38.0	50.9	68.1
20	2009	67.2	72.5	87.9	57.2	13.7	10.3	11.9	4.4	11.0	44.6	40.2	59.6
21	2010	21.8	85.9	91.6	19.0	3.4	2.6	4.9	7.2	13.6	26.7	55.1	81.9
22	2011	74.3	64.0	141.6	43.9	21.1	5.7	1.9	3.7	22.6	67.7	56.6	114.2
23	2012	78.6	55.7	30.1	75.9	13.7	3.8	7.8	3.4	4.9	75.0	94.5	154.7
24	2013	36.2	90.0	92.0	33.6	5.7	10.7	12.5	22.1	6.6	37.8	71.3	76.1
25	2014	72.0	92.0	76.3	43.1	29.2	6.6	2.9	0.7	28.9	49.7	32.1	84.9
26	2015	75.6	48.9	62.3	59.0	37.8	2.8	3.9	2.3	3.1	22.7	71.4	35.3
27	2016	34.7	47.3	67.8	11.6	0.2	0.8	0.2	1.1	1.7	34.3	37.5	70.2
28	2017	72.1	70.9	74.0	24.6	12.3	4.0	4.8	5.1	15.9	32.3	49.4	132.1
29	2018	88.5	87.9	85.3	61.4	10.6	11.3	2.4	9.8	18.1	96.1	47.6	52.3
30	2019	116.5	56.3	130.9	20.2	9.1	12.0	1.1	4.4	13.4	58.5	18.5	125.2
31	2020	42.4	61.2	S/D	S/D	S/D	S/D	5.9	0.6	4.8	24.3	15.3	56.3

DONDE S/D = SIN DATOS

SLUMP Nº 23560 (PROHIBIDO PROPORCIONAR A TERCEROS)

INFORMACIÓN PREPARADA PARA : **TESISTA JAIRO PAVEL, NAMAY ASTOCAZA.**

OBRA:

"ANÀLISIS METEREOLOGICO Y DETERMINACIÓN DE LOS ÍNDICES CLIMÁTICOS DEL PERIÓDO 1990 AL 2020 EN HUÁNUCO"

COD. REG. N° T002/2024

PRESUPUESTO EXP. N° 2024 - 0000336

HUÁNUCO, 17 DE ENERO DEL 2024.

Firma Digital

Senamhi

Firmado digitalmente por ARBOLEDA OROZCO Juan Fernando FAU 20131366028 Soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 17.01.2024 16:18:14 -05:00

Ing. Juán Fernando Arboleda Orozco.
Director Zonal 10
SENAMHI

Senamhi

Jr: Leoncio Prado N°235 - Huánuco, Huánuco.
Tel.: 062 - 512070 CEL. **955899144**
Link: http: //huanuco.senamhi.gob.pe
www.senamhi.gob.pe

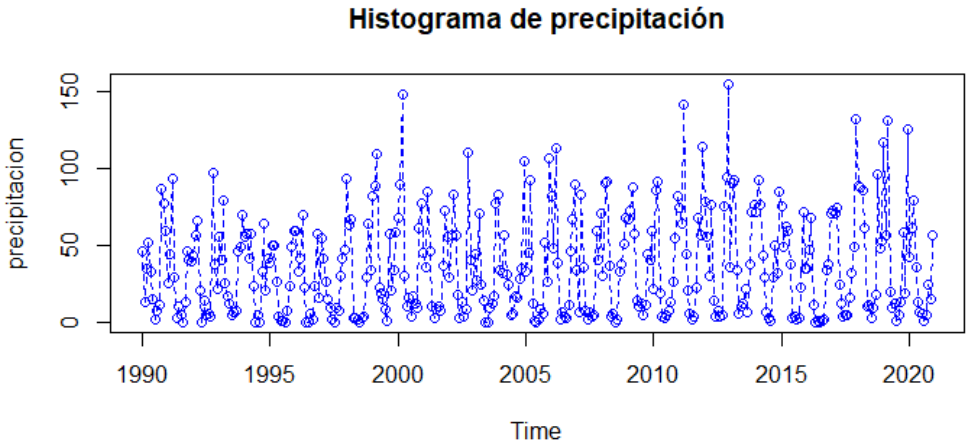


Figura 49: Histograma de precipitación

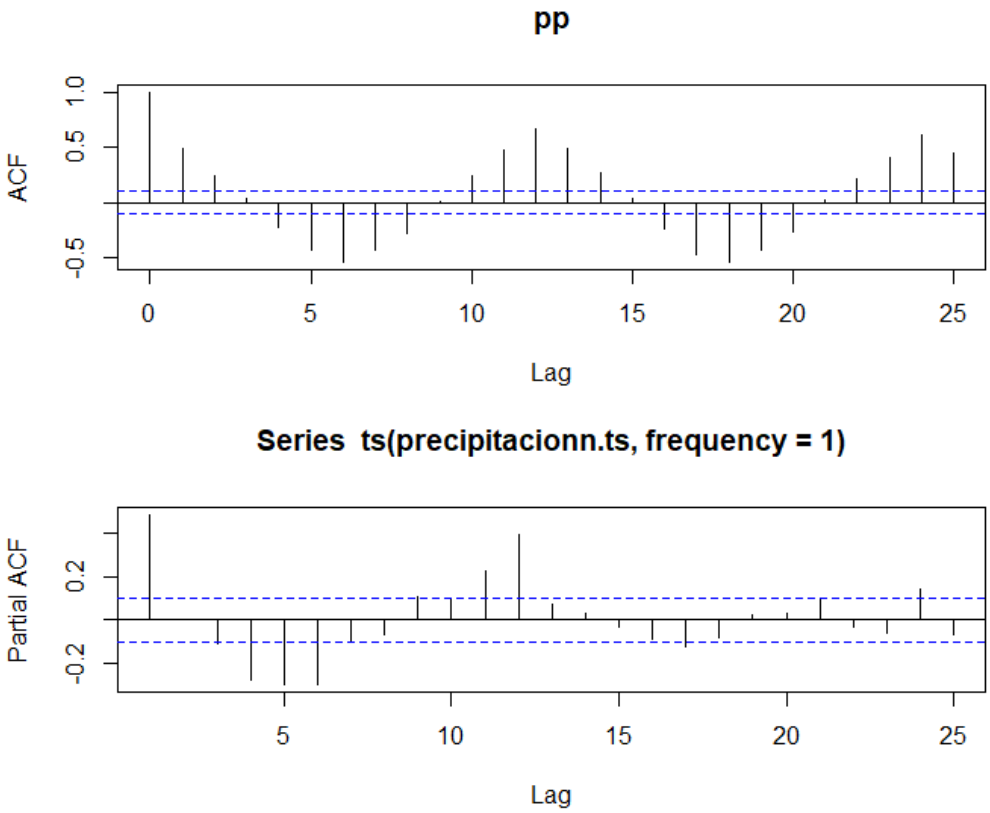


Figura 48: Función de autocorrelación de precipitación.

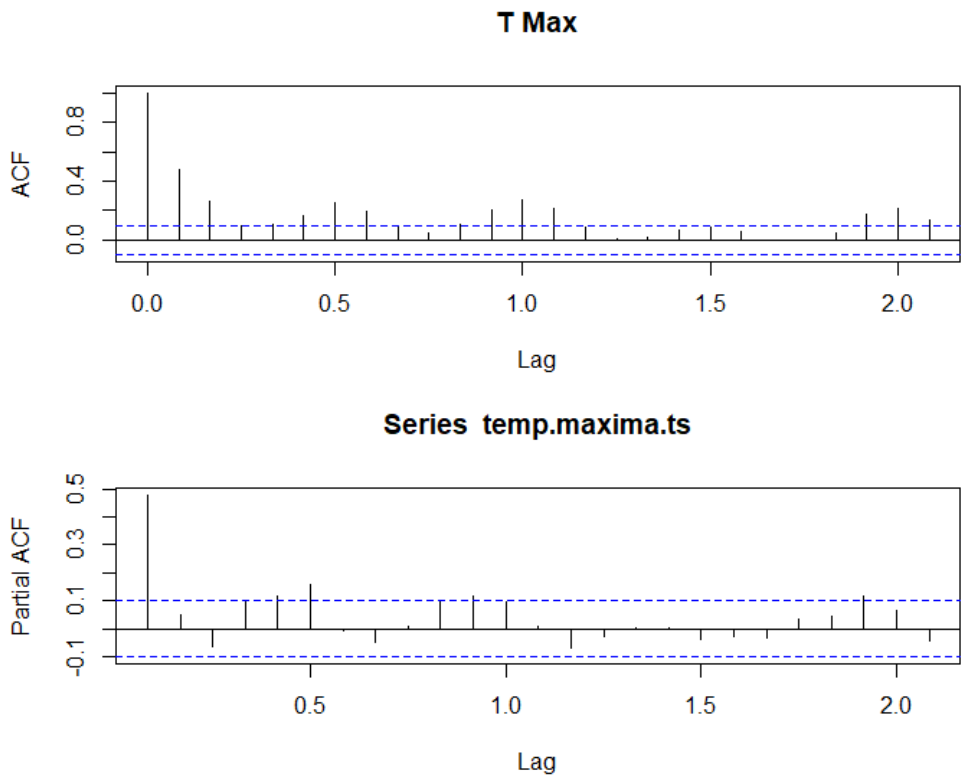


Figura 50: Función de autocorrelación de la temperatura máxima.

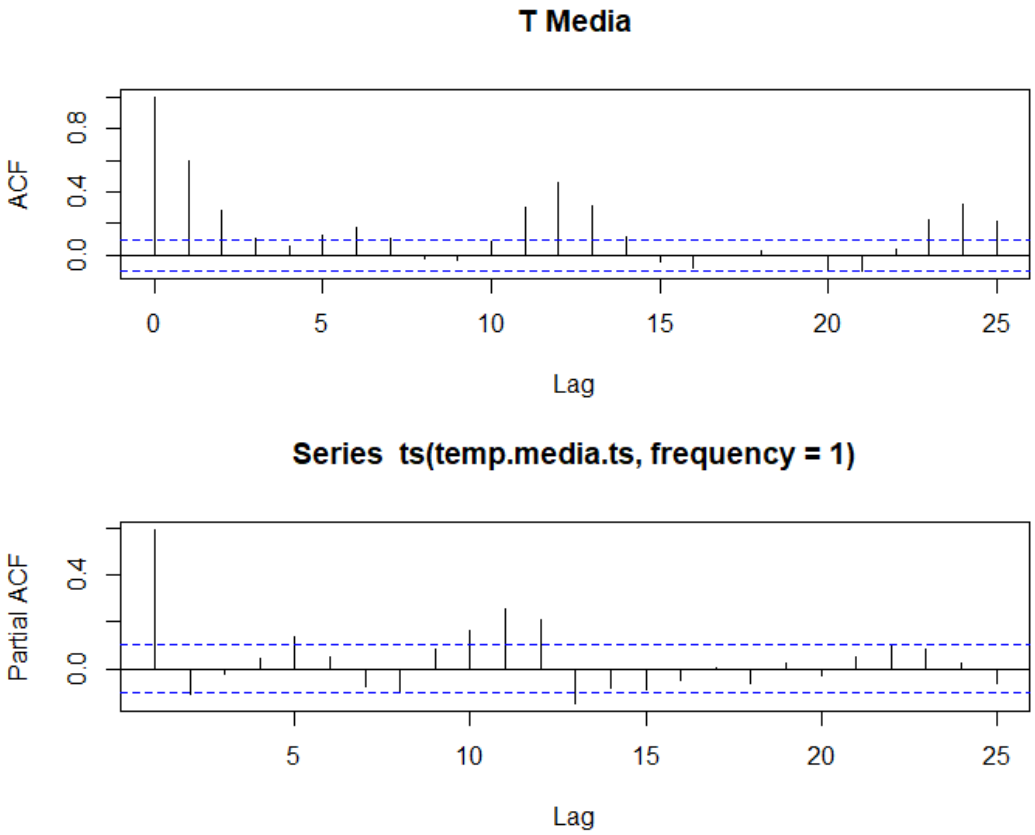


Figura 51: Función de autocorrelación de la temperatura media.

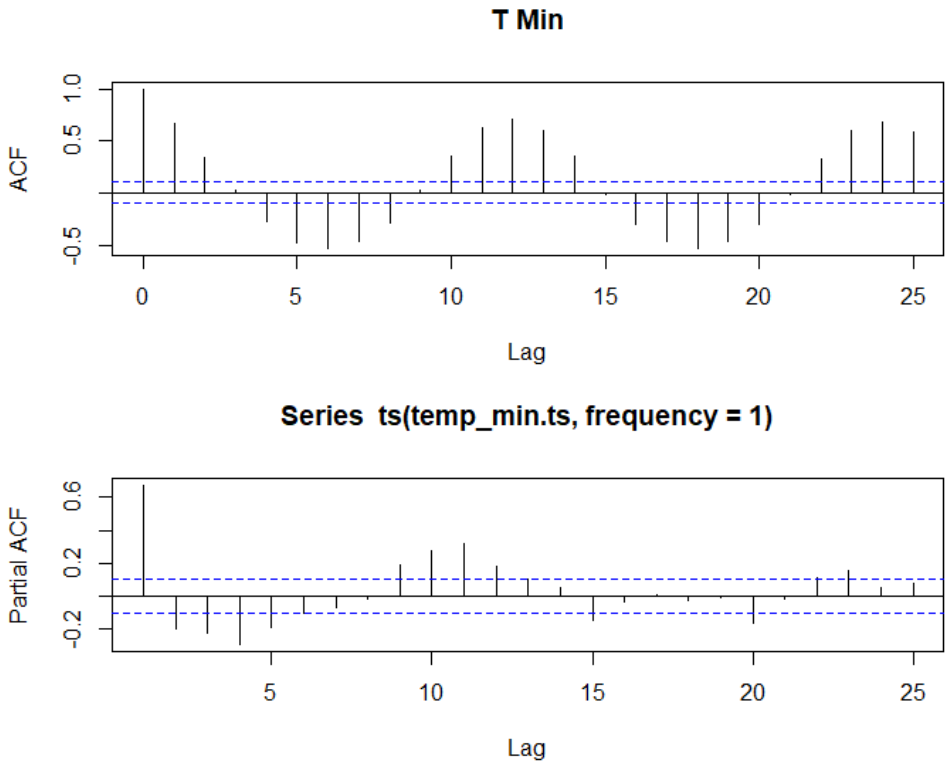


Figura 53: Función de autocorrelación de la temperatura mínima.

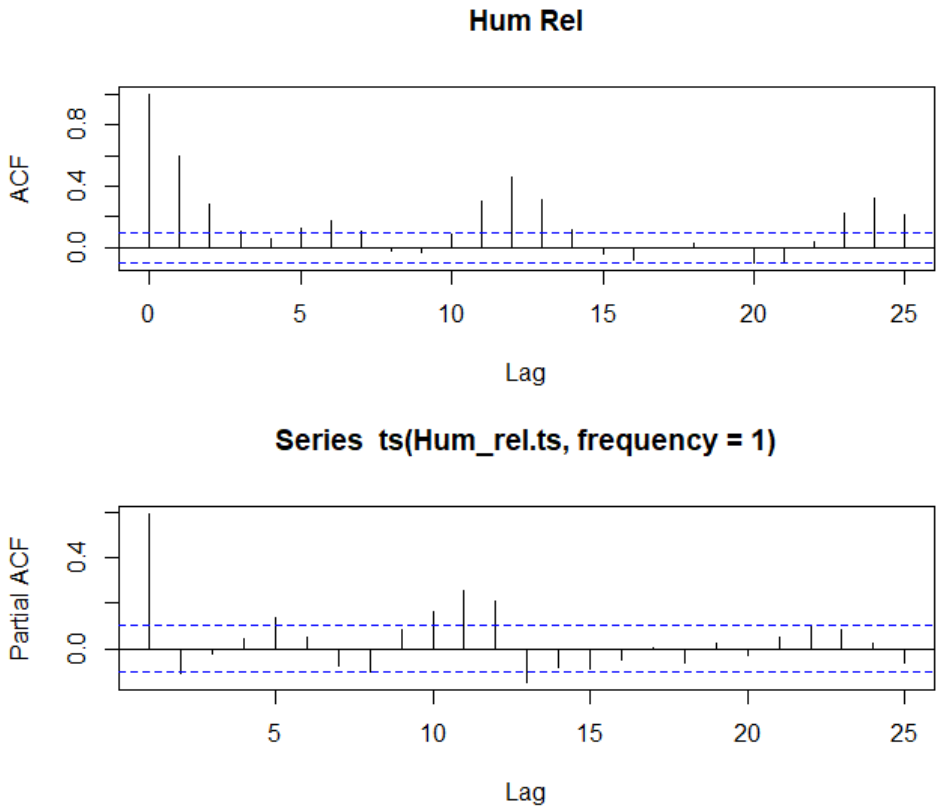


Figura 52: Función de autocorrelación de humedad relativa.