



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN CUANTITATIVO

TITULO

“ANÁLISIS DE LA TENDENCIA ESPACIO-TEMPORAL DE LAS VARIABLES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN EN EL PERIODO 1985-2021, DEL DEPARTAMENTO DE UCAYALI, 2022”.

RESUMEN.

El proyecto de investigación se ejecutará en el departamento de Ucayali, ubicado en la zona centro-oriental amazónica del Perú; que en las últimas décadas viene experimentando eventos climáticos extremos tales como oleajes de calor, friajes frecuentes, lluvias torrenciales y sequías, afectando negativamente la salud de la población y sus actividades económicas (agropecuaria y pesca) e infraestructuras instaladas (carreteras, colegios y otros) llevando con ello hasta pérdidas humanas. Este escenario permite al investigador plantearse la pregunta de investigación, ¿Cuál es la tendencia de cambio de las variables de temperatura y precipitación en el departamento de Ucayali?, para ello se empleará el método de investigación cuantitativa, de tipo descriptivo longitudinal, para lo cual tendrá que ser a nivel aplicado, con un diseño longitudinal no experimental, cuyo objetivo será analizar la tendencia espacio-temporal de las variables de Temperatura máxima, mínima y media y Precipitación pluvial del departamento de Ucayali, en el periodo 1985-2021; para ello se tomará a todos los datos de registros de temperatura y precipitación del total de las estaciones meteorológicas existente en el territorio; para el análisis de tendencias de los datos se utilizará el estadístico del Test Mann-Kendall, con un nivel de confianza del 95%; para lo cual se ha planteado la siguiente hipótesis de investigación: “existe una tendencia positiva significativa en la variación de las temperaturas máximas, mínimas y medias y niveles de precipitación en el periodo de 1985 al 2021 en el territorio”.

Palabras claves

Temperatura Máxima, Mínima y media, precipitación, tendencia.

Abstract

The research project will be carried out in the department of Ucayali, located in the central-eastern Amazon region of Peru; that in recent decades extreme weather events such as heat waves, frequent cold weather, torrential rains and droughts have been experienced, negatively affecting the health of the population and its economic activities (farming and fishing) and installed infrastructures (roads, schools and others) leading to human losses. This scenario allows the researcher to ask the research question, what is the trend of change of the temperature and precipitation variables in the department of Ucayali? For this, the quantitative research method will be used, of longitudinal descriptive type, for which it will have to be of an applied level, with a non-experimental longitudinal design, whose objective will be to analyze the space-time trend of the variables of maximum, minimum and average temperature and rainfall in the department of Ucayali, in the period 1985-2021; For this, all the data of temperature and precipitation records of the total of the meteorological stations existing in the territory will be taken; For the analysis of data trends, the Mann-Kendall Test statistic will be used, with a confidence level of 95%; for which the following research hypothesis has been proposed: "there is a significant positive trend in the variation of maximum,

minimum and average temperatures and precipitation levels in the period from 1985 to 2021 in the territory".

Keywords

Maximum, minimum and average temperature, precipitation, trend.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema es el desconocimiento de la tendencia espacio-temporal de las variables de temperatura (T^0) y precipitación (PP), diversos estudios han informado de los efectos de la variabilidad del clima (Umar, Firuz, Zaharin, Rohaizad, & Abel, 2018), como el calentamiento global, que viene cambiando los patrones de precipitación y temperatura en todo el mundo y ha provocado un aumento en la incidencia de eventos de precipitación extrema (Dimitrova, McElroy, Levy, Gershunov, & Benmarhnia, 2022) vinculada a la humedad local ya presente en la atmosfera, la evaporación local y el transporte de humedad a larga distancia (Brubaker, Entekhabi, & Eagleson, 1993).

Las precipitaciones en la Amazonía se ven estrechamente relacionadas por la actividad dinámica de la circulación atmosférica en múltiples escalas espaciotemporales e influenciada por actividades antropogénicas como la deforestación, el cambio de uso de suelo, y el cambio climático son factores que determinan las precipitaciones (Mu & Jones, 2022) y variable clave para el clima, aunque difícil de manejar porque no es una variable continua (Trenberth, Zhang, & Gehne, 2017).

El Ministerio del Ambiente (MINAM, 2016), en su tercera comunicación sobre el Cambio Climático en el Perú, determinó, junto a la participación de otras instituciones como SENAMHI, las proyecciones del clima para el Perú, mediante un estudio realizado desde el año 2010 hasta el 2015, en el cual, utilizando dos escenarios de emisiones (RCP 45 y RCP 80); Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés) y tres modelos climáticos 20 globales (CanESM2, CNRM-CM5 y MPI-ESM-MR); se concluyó que los promedios de precipitación y temperatura se incrementarán para el período 2036 – 2065.

Se proyecta que al año 2030, en la región de la selva, el área de temperatura mínima de 22-24 °C configuraría mayor amplitud espacial. En el Perú las comunidades dependen en gran medida de las condiciones climáticas debido a las actividades agrícolas en secano, la variabilidad dinámica de las precipitaciones o la temperatura de un año repercuten gravemente en las condiciones de vida (Imfeld, y otros, 2020).

El Clima de la región de Ucayali se caracteriza por ser cálido-húmedo correspondiente a una típica región bioclimática amazónica, donde las temperaturas durante el día son altas y durante la noche es baja con ligera sensación de frío, causando por las fuertes precipitaciones que a su vez son capaces de generar inundaciones poniendo en riesgo a las poblaciones en todas las provincias (ENCCU, 2020).

En ese contexto el Ministerio del Ambiente (MINAM 2013) en su informe “Gestión para el cambio climático en Ucayali”, resultado de un estudio realizado de evaluación de los modelos CMIP5 del IPCC: Proyecciones año 2030 de la región Ucayali; señala que al 2030 la precipitación en Ucayali experimentará ligeras variaciones en un $\pm 5\%$ y con respecto a la temperatura del aire señala que las temperaturas máximas y mínimas sufrirán un incremento en 1.5°C , y la temperatura media aumentaría en 1.7°C .

Los eventos climáticos extremos que vienen aconteciendo en el territorio tales como oleajes de calor, friajes frecuentes (reportes del SENAMHI), abundantes precipitaciones y sequías prolongadas, así como las proyecciones dadas por el MINAM en años anteriores, y teniendo un desconocimiento de información permite preguntarse ¿Cuál es la tendencia actual de las variables de temperatura y precipitación en el departamento de Ucayali?

En ese sentido es necesario, desde el punto de vista académico, en función a la línea de investigación “Mitigación y adaptación al cambio climático”, estudiar el comportamiento, de los últimos 36 años, de los principales indicadores meteorológicos del cambio climático del departamento de Ucayali, como son la temperatura y la precipitación; con la finalidad de brindar información científica y actualizada, que permitan a los tomadores de decisiones, optar por mejores estrategias para enfrentar los embates del cambio climático en la amazonia peruana.

II. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La información relacionada a las precipitaciones son insumos altamente importantes para diversas aplicaciones como la agricultura, la hidrología, el clima, la gestión de los recursos hídricos, diseño de estructuras hidráulicas, la evaluación y el pronóstico del riesgo de inundaciones y sequías, así como en la elaboración de modelos ecológicos (Lopes, et al., 2020) (Murali & Afifi, 2013). Asimismo, el conocimiento sobre la variabilidad de la precipitación histórica (Satgé, Piloto, Roig, & Paule, 2021) sirve para mapear y monitorear las sequías a nivel mundial (Zambrano, Wardlow, Tadesse, Saavedra, & Lagos, 2017). Las olas de calor y de frío tienen graves consecuencias para la salud pública ya que pueden agravar las enfermedades cardiovasculares y respiratorias e incluso pueden causar la muerte en poblaciones vulnerables (niños y ancianos), por otra parte, las producciones agrícolas tradicionales se ven afectadas directamente por el aumento de temperaturas, tales como arroz, cacao y otros.

En la actualidad, se desconoce cuánto ha variado el valor de las variables meteorológicas de temperatura y precipitación en la región de Ucayali con respecto a las proyecciones dadas por el MINAM en el 2013, esto se debe a que las investigaciones que evalúan el comportamiento de estos indicadores meteorológicos, durante un período de tiempo amplio, son escasas en esta zona del país. Con este estudio, se espera aportar información relevante para identificar la variabilidad climática, así como cambios y tendencias en la temperatura y la precipitación en la región Ucayali durante los últimos 35 años.

III. HIPOTESIS

H0: Las variables de temperatura y precipitación NO presentan tendencias ascendentes significativas.

H1: Las variables de temperatura y precipitación SI presentan tendencias ascendentes significativas.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Analizar la tendencia espacio-temporal de las variables de Temperatura y Precipitación pluvial en el departamento de Ucayali

4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el promedio de T° max, med y min registrado de las 7 estaciones meteorológicas en el departamento de Ucayali.
- Determinar la precipitación registrada de las 7 estaciones meteorológicas en el departamento de Ucayali.
- Analizar la tendencia de temperatura y precipitación (promedio) en el departamento de Ucayali.

V. ANTECEDENTES

Almeida, Oliveira, Delgado, Cubo, & Ramos, (2016) en su estudio de las “Tendencias espaciotemporales de precipitaciones y temperaturas en toda la Amazonía Legal brasileña, 1973–2013” analiza la variabilidad de la precipitación y temperatura (máxima, mínima y media) de 47 estaciones en la región amazónica Brasileña de un periodo de 40 años (1973 – 2013) utilizando la prueba de Mann-Kendal para poder determinar la significancia estadística de las tendencias, mostrando en las temperaturas máximas, mínimas y medias una tendencia de aproximadamente 0,004°C anualmente, mientras que la precipitación mostró una tendencia insignificante en la mayoría de las estaciones estudiadas en series anuales, solo algunas estaciones mostraron una tendencia significativa sobre las precipitaciones anuales tanto de manera creciente en las estaciones húmedas, como decreciente en las estaciones secas.

Asfaw, Simane, Hassen, & Bantider, (2018) es su investigación sobre la “Variabilidad y análisis de tendencias de series temporales de lluvia y temperatura en el centro-norte de Etiopía: un estudio de caso en la subcuenca de Woleka” empleó un análisis de tendencias para inspeccionar el cambio de precipitación y temperatura en el centro – norte de Etiopía donde utilizó la prueba de Man-Kendall para detectar la serie temporal-tendencia, encontrando un variabilidad intra e interanual de las condiciones de precipitaciones.

Encontró además que la tasa de cambio de la temperatura era de 0,046, 0,067 y 0,026°C por década para la media, la mínima y la máxima respectivamente; mientras que el resultado de la prueba de análisis de tendencias Mann-Kendall reveló una tendencia creciente en las temperaturas promedio, mínimas y medias a lo largo del tiempo de una manera significativa, al contrario de lo que demostró la temperatura máxima demostró una tendencia creciente no significativa.

Seneshaw, Hsu, & Pun, (2021) realizó una investigación sobre el “Análisis de detección de tendencias y puntos de cambio de lluvia y temperatura en la cuenca

del río Awash de Etiopía” el que se desarrolla en la cuenca del río Awash, una comunidad que basa su actividad económica principalmente en la agricultura lo cual es dependiente de la lluvia. En su investigación realizó el análisis de tendencia de Prueba de Mann-Kendall con los datos de precipitaciones y temperatura de 29 estaciones de un periodo de 30 años, encontrando una tendencia significativamente creciente de la temperatura anual y estacional y detectando una mayor precipitación en el año 2001, y una menor en el año 1997.

Akter, Mohammed, Jahangir, & Ashraful, (2019) analizó en su investigación sobre “Tendencias observadas en la temperatura y la precipitación en Bangladesh utilizando un enfoque previo al blanqueamiento” las tendencias de temperatura y precipitación durante el periodo de 1966 – 2015 en Bangladesh, para lo cual utilizó las prueba no paramétricas de Mann-Kendall combinado con un enfoque de blanqueamiento previo sin tendencia para corregir la serie temporal y eliminar la influencia de la correlación serial, mientras que el método de la pendiente de Sen se utilizó para la identificación de valor de tendencia. Utilizando las temperaturas máximas, mínimas y medias mensuales para identificar la tendencia mensual, estacional y anual. Cuatro estaciones son distintas en Bangladesh, a saber, pre-monzón, monzón, post-monzón e invierno. En caso de lluvia, se analizan de manera similar la precipitación media mensual, la precipitación máxima de 1 día y la precipitación máxima de 3 días consecutivos. Para la temperatura mensual máxima, mínima y media, la mayoría de las estaciones muestran una tendencia creciente para los tres índices. La temporada del monzón observa la tendencia creciente más alta de $0,015\text{ }^{\circ}\text{C/año}$ para la temperatura media mensual, mientras que la temporada de invierno muestra una tendencia negativa de $-0,002\text{ }^{\circ}\text{C/año}$. Sobre una base anual, la tendencia es creciente con un valor de $0.008\text{ }^{\circ}\text{C/año}$ o $0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ en 50 años con un nivel de significancia, $p < .05$. Por otro lado, la precipitación media muestra una tendencia creciente para las tres estaciones a excepción del invierno, sin embargo, el nivel de significancia en este caso es $p > .10$. La tendencia de la precipitación media anual muestra una tendencia creciente de 5.675 mm/año . La tendencia en un día y la precipitación máxima de tres días consecutivos muestra que la tendencia está aumentando en algunos lugares, mientras que en otros lugares la tendencia está disminuyendo sin cambios significativos, dónde concluye que el clima de Bangladesh se está volviendo más frío y seco durante el invierno y, por otro lado, más cálido y húmedo durante el resto del año.

Siddiqui, et al., (2021) en su estudio sobre el “Análisis de los cambios y tendencias estacionales y anuales de día/noche en la temperatura de la superficie terrestre y la intensidad de la isla de calor urbana superficial (SUHI) para las ciudades indias” han utilizado las pruebas de Mann-Kendall y Seasonal-Kendal junto con el estimados de Theil-Sen lo ha utilizado para los análisis de tendencias, encontrando que rango de temperatura diurna(DTR) ha disminuido de 2001 a 2018 debido a un mayor aumento en el LST (Temperatura de la superficie terrestre) nocturno en comparación con el diurno. El LST nocturno es un mejor indicador para estudiar el efecto del calentamiento urbano debido a su sensibilidad hacia la urbanización. En todas las ciudades se observan tendencias positivas en la LST media anual diurna ($0,003$ a $0,059\text{ }^{\circ}\text{C/año}$) y nocturna ($0,030$ a $0,078\text{ }^{\circ}\text{C/año}$) en todas las ciudades, excepto en Pune, donde se produce un enfriamiento urbano durante el día. El aumento de la carga de aerosoles (con la consiguiente disminución de la temperatura del aire y la insolación de la superficie)

y la cubierta vegetal a lo largo del tiempo se atribuyen como las razones principales del efecto de enfriamiento urbano en Pune durante el día. Los análisis estacionales indican altas tasas de calentamiento durante las temporadas de monzón y verano, particularmente durante la noche (0,062 a 0,1 °C/año). El SUHI nocturno es positivo para todas las ciudades con un SUHI anual medio que oscila entre 1,34 y 2,07 °C.p <0,01) se observan tendencias crecientes en el SUHI anual medio (0,009 °C/año a 0,022 °C/año) para Kolkata y Pune. Se observa una tendencia decreciente en SUHI en Lucknow debido a una mayor tasa de aumento en LST en áreas no urbanas en comparación con áreas urbanas. El estudio destaca que el entorno geográfico, fisiográfico y climático junto con los procesos antropogénicos en las zonas urbanas y sus alrededores no urbanos son fundamentales para comprender los factores causantes de la exacerbación del fenómeno del calentamiento urbano.

Satish, Tajia, & Abhijeet (2021), en su estudio de “Identificación de sequías y análisis de tendencias de precipitación en el distrito de Beed, Maharashtra” abarco una evaluación espacial y temporal de la sequía meteorológica para el distrito de Beed, un área propensa a sequía, llevando un análisis de tendencia de 34 años de datos de precipitación utilizando pruebas no paramétricas Man-Kendall y el estimador de pendiente de Sen. El comienzo y el final de la tendencia se determinan mediante la prueba secuencial de Man-Kendall; luego utilizaron valores de índice de precipitación estandarizados (SPI) de diferentes escalas de tiempo (1, 3, 6, 9 y 12 meses) para identificar y analizar los eventos de sequía. La evaluación de la distribución espacial del SPI sobre la región lo realizó mediante SIG. Los resultados del análisis de tendencias revelaron que la estación de la región de Beed Este y Oeste muestra tendencias decrecientes no significativas, mientras que Beed Central muestra una tendencia creciente no significativa para la temporada del monzón (de junio a septiembre).

Oh, Son, & Min (2021), en su investigación de el “Posible impacto de la urbanización en la relación precipitación-temperatura extrema en las megaciudades de Asia oriental” analizó tres regiones de megaciudades (Guangdong en China, Seúl/Gyeonggi en Corea y Tokio en Japón) durante un periodo de 1973 a 2015, exhibiendo tendencias positivas estadísticamente significativas en temperatura y precipitación media y extrema; con excepción en la precipitación media estacional en Tokio, que no muestra una tendencia clara a largo plazo.

Puertas, Carvajal, & Quintero (2011), en su estudio de las “Tendencias de la Precipitación mensual en la cuenca alta-media del río cauca, Colombia” analizó las tendencias de la precipitación mensual entre los años de 1975-2006, en parámetros de precipitación total-anual, mensual-multianual y semianual-trimestral; con la utilización de la prueba no paramétrica de Mann-Kendall, aplicadas en 108 estaciones pluviométricas, ubicadas en la cuenca alta-media del río Cauca, teniendo como resultado dónde la precipitación anual presento tendencias significativas con una variación de -9.3% hasta +6.5% por decenio con promedio de -0.7% para 24 estaciones.

Rojas, Arce, Peña, Boshell, & Ayarza (2010), en su investigación sobre la “Cuantificación e interpolación de tendencias locales de temperatura y precipitación en zonas alto andinas de Cundinamarca y Boyacá (Colombia)” realizó un análisis de las series de tiempo de un total de 31 estaciones

meteorológicas de la zona altoandina de Cundinamarca y Boyacá en un periodo de 23 años (1985 a 2008) utilizando el método de pendiente de Sen y la Prueba de Mann-Kendal para determinar el nivel de confianza, mostrando niveles de confianza significativa mayor a 90% en la temperatura máxima; mientras que la temperatura mínima, también mostro una tendencia positiva con mayores niveles de confianza mayor a 95%. La precipitación mostró tendencias significativas en 7 de 31 estaciones.

Almidón & Susans (2019), realizó un “Análisis de tendencias de precipitación y temperatura (1970-2017) en la ciudad de Puerto Maldonado, Perú” dónde utilizó series de temperatura media, máxima y mínima y de la precipitación en un periodo de 47 años (1970-2017) de la estación meteorológica de Puerto Maldonado y los bases de datos climatológicos en un periodo de 34 años (1981-2015) de Pisco de Senamhi; la metodología de Mann-Kendall lo utilizó para el análisis de tendencias y el test de Peritt para determinar los años probables de cambio en las tendencias con la utilización del paquete de trend de R, tendiendo como resultado un incremento significativo de 2.4°C en la temperatura media y de 2.34°C en la temperatura máxima mientras que se mostró incrementos no significativos para las temperaturas mínimas, la precipitación no presentó incremento. Al momento de la modelación encontró un incremento significativo en 0.47 °C (Tmean), en 0.44° C (Tmax) y 0.49°C (Tmin) (1981-2015). En los registros observados de temperatura media, máxima y mínima anual y mensual se encontró una tendencia positiva significativa (P-value < 0.05) y la precipitación anual observada no mostró ninguna tendencia; sin embargo, en la temperatura máxima y precipitación anual modelada no se encontró tendencias (P-value > 0.05).

Pauca, et al. (2020), en su investigación sobre el “Análisis espacio temporal y climático del humedal altoandino de Chalhuanca (Perú) durante el periodo de 1926-2016” utilizó para la precipitación, temperatura máxima y mínima análisis de medias, móviles, tendencias lineales y la prueba no paramétrica de Mann-Kendall teniendo como resultado incrementos en la precipitación 32 mm/dec, en la temperatura máxima de 0,3 °C/dec y en la temperatura mínimas de 0,6 °C/dec, mostrando significancia la temperatura máxima y mínima.

Belizario (2015), analizó los “Efectos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno-Perú” trabajando con series históricas de temperaturas extremas y precipitaciones pluviales de 46 años conformado por 10 estaciones meteorológicas seleccionados en base a la longitud de las series, luego lo analizó mediante las pruebas no paramétricas con 0.01, 0.05 y 0.20 niveles de significancia. Teniendo que las temperaturas tienen tendencias a incrementar en 0.04°C anualmente, las medias mostraron un incremento anual de 0.025°C, mientras que las mínimas no mostraron variaciones significativas y las precipitaciones mostraron aumentos significativos.

Aguilar (2017), en su investigación de “Análisis de tendencias de temperatura y precipitación en la cuenca del río Llave-Puno” donde presentó una tendencia de incremento leve significativa en la temperatura, y en la zona media de la cuenca presentó un ascenso moderado de temperatura de 1°C, y en la zona alta un incremento de temperatura al año 2050, presentó una variación de la precipitación en la zona baja de 143 mm a 154 mm con una tendencia moderado de incremento, en la zona media de 143 a 13 mm con incremento leve, mientras que en la zona

alta de 27 a -62 mm indicando ausencia de lluvias al año 2050.

VI. MARCO TEÓRICO

Tendencias de espacio-temporal de temperatura y precipitación

Villón (2006), menciona que para analizar la tendencia a través del tiempo de los datos de temperatura y precipitación, se debe buscar la información de las estaciones meteorológicas en el ámbito de estudio y una vez obtenido se debe asegurar la confiabilidad de la información realizando un análisis de consistencia, con la utilización de métodos estadísticos los que permitirán la identificación, evaluación y desechar los errores sistemáticos a ocurrir, causado de manera natural o antropogénica.

Mientras que la no homogeneidad e inconsistencia, vienen a ser causales de la modificación expuesta a la información, presentando el estudio de este una gran importancia al momento de determinar los errores presentes de manera sistemática que puedan causar afectación.

La inconsistencia es sinónimo de error sistemático, presentándose como saltos y tendencias; siendo la no homogeneidad definida como aquellos cambios que se dan en los datos vírgenes con el tiempo. La no homogeneidad en el tiempo de las precipitaciones y tiempo se ven influencias a los factores antropogénicos (deforestación, etc.) o factores naturales como los desastres naturales (inundaciones, derrumbes, etc.).

Tendencia

Levin & Rubín (2004), menciona que la tendencia representa la dirección a largo plazo de una serie; para describir el componente que corresponde a la tendencia se deberá ajustar visualmente una recta a un conjunto de puntos desplazados en la gráfica; también se podría ajustar la línea de tendencia con la aplicación del método de mínimos cuadrados. Las tendencias pueden presentarse de manera recta o curvilíneas y antes de analizar el método lineal o de línea recta para proceder a describir la tendencia se deberá tener en cuenta que no todas las relaciones pueden tomar esa forma.

Ajuste de tendencia lineal con el método de mínimos cuadrados

Las tendencias se pueden describir por una curva, así como por una curva recta las que se denominan tendencias lineales, para lo que necesitamos conocer primero la ecuación para su estimación:

$$Y=a+bX$$

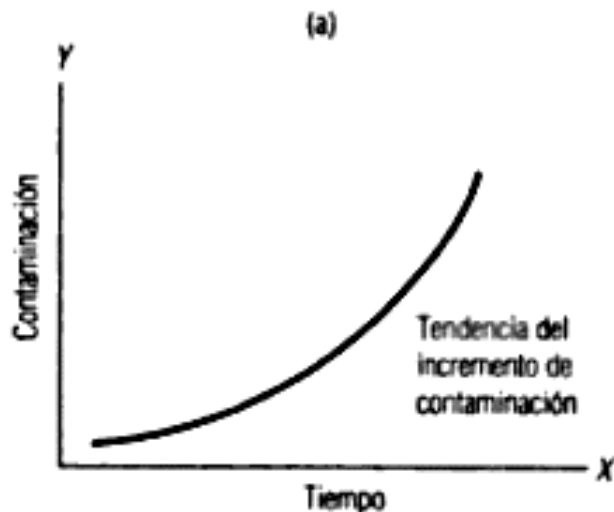
Donde:

Y = valor estimado de la variable dependiente

X = Variable dependiente (tiempo en el análisis de tendencia)

a = ordenada Y (el valor de Y cuando X=0)

b = pendiente de la recta de tendencia



Puede describir la tendencia general en diferentes datos con la utilización de una línea recta, pero nos vemos obligados a buscar una recta o ecuación de mejor ajuste, para lo que se puede utilizar de la misma manera el método de mínimos cuadrados que mostramos a continuación:

$$b = 1 + \frac{\sum XY - n\hat{U}\hat{A}}{\sum X^2 - n\hat{U}^2}$$

$$a = \hat{U} - B\hat{A}$$

Donde:

Y = valores de variable dependiente

X = valores de la variable independiente

\hat{U} = media de los valores de la variable dependiente

\hat{A} = media de los valores de la variable independiente

n = número de datos en la serie de tiempo

a = ordenada Y

b = pendiente

Con las ecuaciones mencionadas se puede establecer una recta de mejor ajuste para la correcta descripción de los datos (Levin & Rubin, 2004).

Prueba de Mann-Kendall

(Yue & Yuan, 2004), menciona que la prueba estadística no paramétrica de Mann-Kendall (MK) se ha utilizado popularmente para evaluar la importancia de la tendencia en series temporales hidrológicas. La prueba requiere que los datos de la muestra sean serialmente independientes. Cuando los datos de muestra se correlacionan en serie, la presencia de correlación en serie en la serie de tiempo afectará la capacidad de la prueba para evaluar correctamente la importancia de la tendencia

Test Mann-Kendall.

La comprobación de la importancia de las tendencias observadas en las series temporales hidrológicas y climáticas ha recibido mucha atención recientemente, especialmente en relación con la evaluación de los cambios observados en el

entorno natural y humano debido al calentamiento global es una de las pruebas de tendencia sin distribución ampliamente utilizadas en series de tiempo.

Esto contrasta con las pruebas de tendencias paramétricas, como la prueba del coeficiente de regresión (Malas & Sankarasubramanian, 2003) que asumen que los datos siguen la distribución Normal, y cuyo poder puede reducirse considerablemente en el caso de datos asimétricos (Yue, Pilon, & Cavadías, Power of the Mann–Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series, 2002).

Por lo tanto, la prueba de tendencia de Mann-Kendall se ha utilizado ampliamente para probar tendencias en muchas series de tiempo naturales que se desvían significativamente de la distribución normal, como las series de tiempo de temperatura, lluvia, flujo de río y calidad del agua. Sin embargo, una suposición básica para la prueba original de Mann-Kendall es que los datos son aleatorios y están distribuidos de manera idéntica, lo que rara vez ocurre en las series de tiempo naturales (Hamed, 2009).

Test estadísticos

Para contrastar la igualdad de varianzas es necesario realizar pruebas o test estadísticos como, por ejemplo, el test de Barlett o Test de Cochran (Lahoz, Escobar, & Fernandez, 1994).

Prueba de hipótesis

Según (Siegel & Wagner, 2022). La prueba de hipótesis usa datos para decidir entre dos posibilidades, a menudo para distinguir la estructura de la mera aleatoriedad como una entrada útil para la toma de decisiones ejecutiva. Definiremos una hipótesis como cualquier afirmación sobre la población; los datos te ayudarán a decidir qué hipótesis aceptar como verdadera. Existirán dos hipótesis que jugarán roles diferentes: La hipótesis nula representa el incumplimiento, para ser aceptado en ausencia de evidencia en su contra; la hipótesis de investigación tiene la carga de la prueba, requiriendo evidencia convincente para su aceptación

Nivel de significancia

El nivel de significancia cumple una función muy importante en las pruebas de hipótesis, ya que mediante este se establece, a priori, el nivel de error que el investigador está dispuesto a aceptar; especifica que tanto riesgo se puede asimilar para que las conclusiones sean erróneas; se refiere a una pequeña parte de los extremos de una distribución muestral. Si es valor que se busca se ubica dentro de esa zona, entonces se puede concluir que no es posible que el evento ocurra debido al azar, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y; por consiguiente, se acepta la hipótesis alternativa (H_1). (Moncada, 1970).

Precipitación de las 7 estaciones meteorológicas

Es cualquier producto de la condensación del vapor de agua atmosférico que se deposita en la superficie de la Tierra. Ocurre cuando la atmósfera (que es una gran solución gaseosa) se satura con el vapor de agua, y el agua se condensa y cae de la solución (es decir, precipita). El aire se satura a través de dos procesos: por enfriamiento y añadiendo humedad. La precipitación que alcanza la superficie de la tierra puede producirse en muchas formas diferentes, como lluvia, lluvia

congelada, llovizna, nieve, aguanieve y granizo (Ciclo hidrológico, 2022).

Temperatura de las 7 estaciones meteorológicas

Es una magnitud referida a las nociones comunes de calor o frío, por lo general un objeto más "caliente" tendrá una temperatura mayor. Físicamente es una magnitud escalar dada por una función creciente del grado de agitación de las partículas de los materiales. A mayor agitación, mayor temperatura. Así, en la escala microscópica, la temperatura se define como el promedio de la energía de los movimientos de una partícula individual por grado de libertad (Termosistemas, 2022).

Estaciones meteorológicas de estudio en Ucayali:

- **Estación Automática Santa Ana - Padre Abad:** Esta estación se encuentra ubicado en el distrito de Padre Abad, cuya latitud es 8°29'51.47" S y longitud es 75°33'45.86" W con una altura de 235 m.s.n.m. tipo automático con una temperatura promedio de 24.3 °C en el último registro.
- **Estación automática Callería- Coronel Portillo:** Esta estación se encuentra ubicado en el distrito de Calleria, cuya latitud es 7°53'53.7" S y longitud es 74°29'55.9" W con una altura de 165 m.s.n.m. tipo automático con una temperatura promedio de 24.1 °C en el último registro.
- **Estación Convencional Pucallpa- Coronel Portillo:** Esta estación se encuentra ubicado en el distrito de Callería, cuya latitud es 8°24'47.62" S y longitud es 74°34'18.67" W con una altura de 162 m.s.n.m. tipo convencional con una temperatura promedio de 28.2 °C en el último registro.
- **Estación Convencional El Boquerón – Padre Abad:** Esta estación se encuentra ubicado en el distrito de Padre Abad, cuya latitud es 8°34'57" S y longitud es 74°51'58" W con una altura de 206 m.s.n.m. tipo convencional con una temperatura promedio de 25.6 °C en el último registro.
- **Estación Convencional Aguaytía – Padre Abad:** Esta estación se encuentra ubicado en la ciudad de Aguaytía, cuya latitud es 9°2'32.11" S y longitud es 75°30'22.46" W con una altura de 316 m.s.n.m. tipo convencional con una temperatura promedio de 28.2 °C en el último registro.
- **Estación Convencional San Alejandro – Padre Abad:** Esta estación se encuentra ubicado en el distrito de Irazola, cuya latitud es 8°50'4" S y longitud es 75°12'59.01" W con una altura de 216 m.s.n.m. tipo convencional con una temperatura promedio de 27.4 °C en el último registro.
- **Estación Convencional El Maronal - Padre Abad:** Esta estación se encuentra ubicado en el distrito de Curimaná, cuya latitud es 8°27'0" S y longitud es 75°5'48.5" W con una altura de 178 m.s.n.m. tipo convencional con una temperatura promedio de 23.6 °C en el último registro.

Clima

La variabilidad climática actual ya está imponiendo un desafío significativo (Asfaw, Simane, Hassen, & Bantider, 2018)

La modificación del clima se expresa a través del incremento en cantidad e intensidad de fenómenos como sequías, lluvias y huracanes, que tienen consecuencias importantes para la sociedad, principalmente en poblaciones vulnerables de áreas rurales caracterizadas por la dependencia de la agricultura como primer eslabón de la población económicamente activa. (IPCC, 2014)

(Munirrah, y otros, 2022), menciona que los gases de efecto invernadero, las lluvias masivas y la extinción de la vida marina son los problemas del cambio climático (CC) que afectan al mundo. Desafortunadamente, muchos todavía no los consideran serios. Las organizaciones mundiales de la naturaleza y los individuos han tomado varias medidas para resolver estos problemas de CC en todo el mundo.

Cambio climático

(Zambrano, Wardlow, Tadesse, Saavedra, & Lagos, 2017), menciona que el término “cambio climático” se refiere a la gama más amplia de cambios locales, regionales y globales en los patrones climáticos promedio, impulsados principalmente, en los últimos 100 años, por actividades antropogénicas (Bindoff, y otros, 2013).

El cambio climático ya está afectando negativamente la vida en la tierra y una amplia gama de actividades humanas (Surminski, Barnes, & Vicente, 2022) y el estudio del mismo y su variabilidad requiere un registro de datos prolongado que permita la evaluación del clima y los desastres naturales asociados.

El fenómeno del cambio climático al crear cambios en dos parámetros principales de temperatura y lluvia conduce a un cambio en una situación de alimentación que resulta de la lluvia y la escorrentía en las aguas superficiales y cuencas hidrográficas y también cambios en la evaporación superficial de los recursos hídricos en diferentes partes de la tierra; asimismo, clima en los últimos miles de años ha tenido muchas transformaciones. (Javaherian, Ebrahimi, & Aminnejad, 2021).

El cambio climático es un término utilizado para describir el calentamiento global inducido por el hombre y sus impactos en los patrones climáticos. Es una ramificación de las poblaciones en expansión y la intensificación de la energía necesaria para satisfacer las necesidades suficientes de alimentos y energía. La principal causa es la acumulación de gases de efecto invernadero (principalmente dióxido de carbono y metano), que son un subproducto de la quema de combustibles fósiles (Rothenberg, 2022).

Calentamiento global

(Hawkins, et al., 2017), menciona que el término “calentamiento global” se refiere al cambio promedio a largo plazo en las temperaturas de la superficie global desde el período preindustrial, forzado por el aumento de las emisiones antropógenos de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

'Forzar' se refiere a los procesos físicos que afectan el clima a través de una serie de factores de forzamiento que impulsan el cambio climático y un proceso crónico puntuado por episodios agudos de eventos climáticos extremos, es una crisis de salud global insidiosa que necesita al menos tanta atención (Gulcebi, et al., 2021). Se estimó que el calentamiento durante el período 1986-2005 osciló entre 0,55 °C y 0,80 °C.

Serie temporal

Una serie temporal es un conjunto de observaciones de manera ordenada en el tiempo o la evolución de un fenómeno o variable a lo largo de él. Puede trabajarse

con variables de carácter económico (ventas, consumo, etc.) físico (evolución de la temperatura, precipitación de un lugar, etc.) o social (número de habitantes de una región, número de alumnos, etc.). Tiene como objetivo conocer el patrón de comportamiento, aunque en su mayoría son de fenómeno aleatorio, de tal forma que el estudio de su comportamiento pasado solo permitirá un acercamiento a un modelo probabilístico (Pepió, 2009).

Temperatura mínima: Se trata de la menor temperatura alcanzada en un lugar en un día, en un mes o en un año y también la mínima absoluta alcanzada en los registros de temperaturas de un lugar determinado y esta expresada en °C/día/mes/año. (Termosistemas, 2022).

Temperatura máxima: Es la mayor temperatura del aire alcanzada en un lugar en un día (máxima diaria), en un mes (máxima mensual) o en un año (máxima anual). También puede referirse a la temperatura máxima registrada en un lugar durante mucho tiempo (máxima absoluta) y esta expresada en °C/día/mes/año.

Temperatura media: Se trata de los promedios estadísticos obtenidos entre las temperaturas máximas y mínimas. Con las temperaturas medias mensuales (promedio de las temperaturas medias diarias a lo largo del mes) se obtiene un gráfico de las temperaturas medias de un lugar para un año determinado y esta expresada en °C/día/mes/año. (Munirrah, y otros, 2022),

Precipitación: La precipitación es la fase del ciclo hidrológico que consiste en la caída de agua desde la atmósfera hacia la superficie terrestre y esta expresada en mm/día/mes/año. (IPCC, 2014)

VII. METODOLOGÍA

7.1. Método

Por su naturaleza será de tipo descriptiva longitudinal, el cual nos permitirá medir el efecto del tiempo en cada una de las variables a analizar, cuya longitud o duración depende de los objetivos de la investigación y de las características del fenómeno a estudiar.

La investigación será de nivel aplicada el cual busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo.

La investigación tendrá un enfoque cuantitativo en la cual recoge y analiza los datos sobre variables, tratando de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su sistema de relaciones y su estructura dinámica.

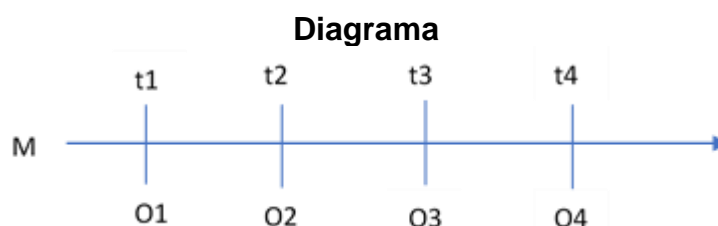
1. Se tomará a todos los datos de registros de temperatura y precipitación del total de las estaciones meteorológicas existente en el territorio.
2. Se realizará el análisis de tendencias de los datos con el estadístico del Test Mann-Kendall, con un nivel de confianza del 95%.
3. Se utilizará valores de índice de precipitación estandarizados (SPI) de

diferentes escalas de tiempo, para identificar y analizar los eventos.

4. Se evaluará la distribución espacial del índice de precipitación estandarizado sobre la región Ucayali mediante el software ArcGIS.
5. Se evaluará la curva de Mann Kendall, para determinar el grado de significancia que presentan las variables de Precipitación y temperatura.

El Diseño será longitudinal no experimental

Se toma una muestra del objeto de investigación, la misma que es evaluada en distintos momentos en el tiempo y por periodos bastantes largos.



Donde:

M: Muestra del estudio

t₁ a t₄: Momentos en que se hacen las observaciones

O₁ a O₄: Observaciones o mediciones de las variables de estudio las ventajas del diseño longitudinal son: proporciona información bastante confiable de los cambios observados en la variable estudiada la desventaja está en que el estudio lleva mucho tiempo para extraer conclusiones.

7.2. Lugar de estudio

El presente estudio se desarrollará en la región de Ucayali, ubicado en la vasta selva amazónica peruana. Es fundamental reconocer que la Amazonía funciona como un sistema regional, cuyas precipitaciones contribuyen a la red fluvial más grande del mundo, con sus cabeceras de cuenca en los Andes y desembocaduras en el Océano Atlántico, en tal sentido una variación en temperatura y precipitaciones que implica el cambio climático puede afectar el equilibrio ecosistémico y repercutir en forma negativa las actividades económicas (agricultura, ganadería, y otros)

7.3. Población y tamaño de muestra

Población

La población lo constituirá los datos de las estaciones meteorológicas dentro de área de trabajo del Departamento de Ucayali

| N° | TIPO DE ESTACIÓN | NOMBRE DE LA ESTACIÓN | UBICACIÓN | CÓDIGO |
|----|------------------------|-----------------------|----------------------|----------|
| 01 | Estaciones Automáticas | SANTA ANA | Padre Abad - Ucayali | 47E8568A |
| 02 | Estaciones Automáticas | CALLERÍA | Callería-Coronel | 47E86310 |

| | | | | |
|----|---|---------------|-----------------------------------|--------|
| | | | Portillo Ucayali | |
| 03 | Estaciones Convencionales con recepción de datos en tiempo diferido | PUCALLPA | Calleria-Coronel Portillo Ucayali | 108021 |
| 04 | Estaciones Convencionales con recepción de datos en tiempo diferido | EL BOQUERON | Padre Abad - Ucayali | 109090 |
| 05 | Estaciones Convencionales con recepción de datos en tiempo diferido | EL MARONAL | Curimaná-Padre Abad - Ucayali | 108027 |
| 06 | Estaciones Convencionales con recepción de datos en tiempo real* | SAN ALEJANDRO | Irazola-Padre Abad - Ucayali | 100121 |
| 07 | Estaciones Convencionales con recepción de datos en tiempo real* | Aguaytía | Padre Abad-Padre Abad - Ucayali | 108028 |

* En Horas Establecidas 07, 13 y 19h.

Muestra

La muestra lo constituirá así mismo la totalidad de la población para obtener los datos de tendencias espacio-temporales.

7.4. Descripción detallada de los métodos, uso de materiales, equipos o insumos.

a) Diseño de muestreo

No probabilístico.

Se realizará la recolección de datos de las estaciones meteorológicas desde los años de 1985 al 2021, para observar las tendencias de las variables de precipitación y temperatura de manera espaciotemporal.

b) Descripción detallada del uso de materiales, equipos, insumos, entre otros.

Materiales: Fichas de recolección de datos, útiles de escritorio, papel bond, tóner para impresora 85 – A.

Equipos: Computadora, Impresora a tinta Epson L355

Insumos: Software: SPSS, Hydraccess, Trend; Microsoft (Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point).

c) Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico

Temperatura mínima: Esta expresada en °C/día/mes/año.

Temperatura máxima: Esta expresada en °C/día/mes/año.

Temperatura media: Esta expresada en °C/día/mes/año.

Precipitación: Esta expresada en mm/día/mes/año.

d) Aplicación de prueba estadística inferencial.

Para el estudio se utilizará la prueba no paramétrica de Mann-Kendall,

Esta tendencia puede ser ascendente o descendente lo que indicará un aumento o disminución monótona de la variable que se busca tendencia.

En este apartado, el valor de Z es el estadístico de prueba de Mann-Kendall el que sigue una distribución normal estándar con media 0 varianza 1 con intervalos de confianza de 90, 95 y 99% ($p < .10$, $p < .05$ y $p < .01$, respectivamente) para poder clasificar la importancia de las tendencias positivas y negativas de temperatura y precipitación. Para la presente investigación se utilizará un nivel de confianza del 95%.

7.5. Tabla de recolección de datos por objetivos específicos.

TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS METEOROLÓGICOS DE TEMPERATURA (MÁXIMA, MÍNIMA, MEDIA) DE 1985 A 2021

ESTACIÓN METEOROLÓGICA: _____

Temperatura mínima (°C) 1985 - 2021

| AÑO | MESES | | | | | | | | | | | | Prom. Anual |
|---------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | |
| 1985 | | | | | | | | | | | | | |
| 1985 | | | | | | | | | | | | | |
| 1986 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 2021 | | | | | | | | | | | | | |
| Prom. Mensual | | | | | | | | | | | | | |

TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS METEOREOLÓGICOS DE TEMPERATURA (MÁXIMA, MÍNIMA, MEDIA) DE 1985 A 2021

ESTACION METEOROLOGICA: _____

Temperatura máxima(°C) 1985 – 2021

| AÑO | MESES | | | | | | | | | | | | Prom. Anual |
|---------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | |
| 1985 | | | | | | | | | | | | | |
| 1985 | | | | | | | | | | | | | |
| 1986 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 2021 | | | | | | | | | | | | | |
| Prom. Mensual | | | | | | | | | | | | | |

TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS METEOREOLÓGICOS DE TEMPERATURA (MÁXIMA, MÍNIMA, MEDIA) DE 1985 A 2021

ESTACION METEOROLOGICA: _____



Temperatura media (°C) 1985 - 2021

| AÑO | MESES | | | | | | | | | | | | Prom. Anual |
|---------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | |
| 1985 | | | | | | | | | | | | | |
| 1985 | | | | | | | | | | | | | |
| 1986 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 2021 | | | | | | | | | | | | | |
| Prom. Mensual | | | | | | | | | | | | | |

TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS METEOREOLÓGICOS DE TEMPERATURA (MÁXIMA, MÍNIMA, MEDIA) DE 1985 A 2021

ESTACION METEOROLOGICA: _____

Precipitación Pluvial (°C) 1985 - 2021

| AÑO | MESES | | | | | | | | | | | | Prom. Anual |
|---------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | |
| 1985 | | | | | | | | | | | | | |
| 1985 | | | | | | | | | | | | | |
| 1986 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 2021 | | | | | | | | | | | | | |
| Prom. Mensual | | | | | | | | | | | | | |



VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

| N° | ACTIVIDAD | MAYO | JUNIO | | | | JULIO | | | | AGOSTO | | | | SETIEMBRE | | | | OCTUBRE | | | | NOVIEMBRE | | | | DICIEMBRE | | | |
|----|--|------|-------|---|---|---|-------|---|---|---|--------|---|---|---|-----------|---|---|---|---------|---|---|---|-----------|---|---|---|-----------|---|---|---|
| | | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Presentación del proyecto de Investigación al sistema | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | aprobación del proyecto de investigación | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Reconocimiento del Área de Estudio | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Definición de la Muestra | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Recolección de las Datos | | | | | | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Registros de datos meteorológicos. | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Recopilación de Información de Estaciones Meteorológicas | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Procesamiento de los datos (Tablas, graficas, otros) | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Análisis e Interpretación de Resultados | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | |
| 10 | Redacción de la tesis | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | |
| 11 | Primera revisión del borrador de tesis por el Asesor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | | | | | |
| 12 | primera revisión del borrador de tesis por los jurados | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | | | |
| 13 | Sustentación de la tesis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | |



VII. PRESUPUESTO

| ITEM | DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO | TOTAL |
|----------------|--|--------|----------|----------|-----------------|
| 1 | MATERIALES | | | | 515.00 |
| 1.1 | OFICINA | | | | 425.00 |
| 1.1.1 | Papel bond | Millar | 1.00 | S/ 30.00 | 30.00 |
| 1.1.2 | Lapiceros | Docena | 0.50 | S/ 10.00 | 5.00 |
| 1.1.3 | Resaltadores | Docena | 0.50 | S/ 20.00 | 10.00 |
| 1.1.4 | Tinta para impresora | Unidad | 1.00 | S/ 95.00 | 95.00 |
| 1.1.5 | Sobre de manila | Unidad | 5.00 | S/ 1.00 | 5.00 |
| 1.1.6 | Impresiones | Unidad | 600.00 | S/ 0.50 | 300.00 |
| 1.1.7 | Copias | Unidad | 50.00 | S/ 0.20 | 10.00 |
| 1.2 | CAMPO | | | | 90 |
| 1.2.1. | Libretas de campo | Unidad | 2 | S/ 9.00 | 18.00 |
| 1.2.2 | Tableros de Campo | Unidad | 2 | S/ 12.00 | 24.00 |
| 1.2.3 | Formato de levantamiento de datos | Unidad | 10 | S/ 1.00 | 10.00 |
| 1.2.4 | Guantes quirúrgicos | Docena | 1 | S/ 10.00 | 10.00 |
| 1.2.5 | Mascarilla | caja | 2 | S/ 14.00 | 28.00 |
| 2 | OPERATIVOS | | | | 550.00 |
| 2.1 | refrigerio | Días | 10 | 15 | 150.00 |
| 2.2 | Pasajes de campo | Días | 5 | 80 | 400.00 |
| 3 | EQUIPOS DE CAMPO | | | | 3220 |
| 3.1. | Cámara fotográfica | Unidad | 1 | 1500 | 1500.00 |
| 3.2. | Cámara filmadora | Unidad | 1 | 1600 | 1600.00 |
| 3.3 | Grabadora | Unidad | 1 | 120 | 120.00 |
| 4 | EQUIPOS DE OFICINA | | | | 5800.00 |
| 4.1. | Laptop | Unidad | 1 | 4500 | 4500.00 |
| 4.2 | USB 16Gb | Unidad | 1 | 60 | 60.00 |
| 4.3 | Software de base de datos | Global | 1 | 350 | 350.00 |
| 4.4 | Pago de Derecho de acceso a la información meteorológica | Global | 1 | 890 | 890.00 |
| 5 | RECURSO HUMANO | | | | 3120.00 |
| 5.1 | Tesistas | Unidad | 2 | 960 | 1920.00 |
| 5.2 | Practicante | Unidad | 3 | 400 | 1200.00 |
| Subtotal | | | | | 13205.00 |
| Imprevistos 8% | | | | | 1056.4 |
| TOTAL | | | | | 14261.40 |



VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J. (2017). *Análisis de tendencias de temperatura y precipitación pluvial en la cuenca del río Ilave*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Akter, R., Mohammed, R., Jahangir, M., & Ashraful, K. (2019). Observed trends in temperature and rainfall in Bangladesh using pre-whitening approach. *Global and Planetary Change*, 172, 104-113. doi:<https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2018.10.001>
- Almeida, C., Oliveira, J., Delgado, R., Cubo, P., & Ramos, M. (2016). Spatiotemporal rainfall and temperature trends throughout the Brazilian Legal Amazon, 1973–2013. *International Journal of Climatology*, 37(4), 2013-2026. doi:<https://doi.org/10.1002/joc.4831>
- Almidón, A., & Susans, A. (Octubre de 2019). *Análisis de tendencias de precipitación y temperatura (1970–2017) en la ciudad de Puerto Maldonado, Perú*. Obtenido de Repositorio Institucional - UNSAAC: http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/4769/253T20191175_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Álvarez, V., Taboada, J., & Lorenzo, M. (2011). Cambio climático en Galicia en el siglo XXI: Tendencias y variabilidad en temperaturas y precipitaciones. *ACT 2*, 65-76.
- Asfaw, A., Simane, B., Hassen, A., & Bantider, A. (2018). Variability and time series trend analysis of rainfall and temperature in northcentral Ethiopia: A case study in Woleka sub-basin. *Weather and Climate Extremes*, 19, 29-41. doi:<https://doi.org/10.1016/j.wace.2017.12.002>
- Belizario, G. (2015). Efectos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno-Perú. *Dialnet*, 17(1), 47-52. Obtenido de ISSN 2306-8582, ISSN-e 2313-2957
- Bindoff, N., Stott, P., Achuta, K., Allen, M., Gillet, N., & Gutzler, D. (2013). Chapter 10 - Detection and attribution of climate change: From global to regional. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. IPCC Working Group I Contribution to AR5*. Obtenido de <http://pure.iasa.ac.at/10552>
- Brubaker, K., Entekhabi, D., & Eagleson, P. (1993). Estimation of Continental Precipitation Recycling. *Journal of Climate*, 1077-1089. doi:[https://doi.org/10.1175/1520-0442\(1993\)006%3C1077:EOCPR%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(1993)006%3C1077:EOCPR%3E2.0.CO;2)
- Ciclo hidrológico*. (2022). Obtenido de Precipitación: <https://www.ciclohidrologico.com/precipitacin>
- Dimitrova, A., McElroy, S., Levy, M., Gershunov, A., & Benmarhnia, T. (2022). Precipitation variability and risk of infectious disease in children under 5 years for 32 countries: a global analysis using Demographic and Health Survey data. *The Lancet Planetary Health*, 6(2), 147-155. doi:[https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(21\)00325-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00325-9)
- ENCCU. (2020). ESTRATEGIA REGIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO DE UCAYALI. GOREU/ARAU, 1-84. Obtenido de <https://dar.org.pe/wp-content/uploads/2021/03/Estrategia-Cambio-Climatico-Ucayali.pdf>



- Fernández, P., & Díaz, S. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. *Unidad de Epidemiología Clínica y Bioestadística*, 1-4. Obtenido de <http://homepage.cem.itesm.mx/amaya.arribas/diferenciascualti-cuant.pdf>
- Fuente, F. M. (2010). *Cambio Climático en el Perú. Amazonía*. Fundación Manuel J. Bustamante de la Fuente. Lima: Apus Graph Ediciones.
- García, G. (2006). *Investigación comercial*. ESIC Editorial.
- Gulcebi, M., Bartolini, E., Lee, O., Panagiotis, C., Onat, F., Striano, P., . . . Foley, A. (2021). Climate change and epilepsy: Insights from clinical and basic science studies. *Epilepsy & Behavior*, 116, 1-12. doi:<https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2021.107791>
- Hamed, K. (2009). Exact distribution of the Mann–Kendall trend test statistic for persistent data. *Journal of Hydrology*, 36(1-5), 86-94. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.11.024>
- Hawkins, E., Ortega, P., Suckling, E., Schurer, A., Hegerl, G., Jones, P., . . . Jan, G. (2017). Estimating Changes in Global Temperature since the Preindustrial Period. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1841-1856. doi:<https://doi.org/10.1175/BAMS-D-16-0007.1>
- Imfeld, N., Ssedlmeier, K., Gubler, S., Correa, K., Dávila, C., Huerta, A., . . . Schwierz, C. (2020). A combined view on precipitation and temperature climatology and trends in the southern Andes of Peru. *RESEARCH ARTICLE*, 41(1), 679-698. doi:<https://doi.org/10.1002/joc.6645>
- IPCC (b). (2007). *Cambio climático 2007: impactos, adaptación y vulnerabilidad*. EE.UU: Cambridge University Press.
- IPCC. (2014). *Cambio climático Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. 58.
- IPCC. (2021). *Cambio Climático 2021: la Base de la Ciencia Física*. EE.UU.
- IPCC, P. I. (2007). *Impactos del Cambio Climático. Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático*. Paris.
- Javaherian, M., Ebrahimi, H., & Aminnejad, B. (2021). Prediction of changes in climatic parameters using CanESM2 model based on Rcp scenarios (case study): Lar dam basin. *Ain Shams Engineering Journal*, 12(1), 445-454. doi:<https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.04.012>
- Lahoz, R., Escobar, J., & Fernandez, C. (1994). *Métodos estadísticos en biología del comportamiento*. Editorial Complutense.
- Levin, R., & Rubin, D. (2004). *ESTADISTICA PARA ADMINISTRACION Y ECONOMIA*. Pearson Educación.
- Lopes, R., da Silva, D., Monteiro, P., Goncalves, R., Wanzeler, P., & Barreiros, E. (2020). Evaluation of extreme rainfall indices from CHIRPS precipitation estimates over the Brazilian Amazonia. *Atmospheric Research*, 238, 1-12. doi:<https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.104879>



- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciAmerica*, 3(1), 47-50. doi:ISSN-e 1390-9592
- Malas, N., & Sankarasubramanian, A. (2003). Effect of persistence on trend detection via regression. *Water Resources Research*, 39(12). doi:https://doi.org/10.1029/2003WR002292
- Moncada, J. (1970). *Estadística, ciencias del movimiento humano*. Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Moya, L. (1986). *Introducción a la estadística de la salud*. Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica.
- Mu, Y., & Jones, C. (2022). An observational analysis of precipitation and deforestation age in the Brazilian Legal Amazon. *Atmospheric Research*, 6, 1-28. doi:https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2022.106122
- Munirrah, N., Zuarni, R., Mohamed, H., Mat, N., Rosdi, F., & Mat, N. D. (2022). Identifying and validating game design elements in serious game guideline for climate change. *HELIYON*, 8(1). doi:https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08773
- Murali, J., & Afifi, D. (2013). Rainfall variability, food security and human mobility in the Janjgir-Champa district of Chhattisgarh state, India. *Climate and Development*, 28-37. doi:https://doi.org/10.1080/17565529.2013.867248
- Oh, S., Son, S., & Min, S. (2021). Possible impact of urbanization on extreme precipitation–temperature relationship in East Asian megacities. *Weather and Climate Extremes*, 34, 1-12. doi:https://doi.org/10.1016/j.wace.2021.100401
- Olmo, M., Bettolli, M., & Rusticucci, M. (2020). Atmospheric circulation influence on temperature and precipitation individual and compound daily extreme events: Spatial variability and trends over southern South America. *Weather and Climate Extremes*, 29, 1-12. doi:https://doi.org/10.1016/j.wace.2020.100267
- Pauca, A., Ramos, C., Luque, C., Talavera, C., Villasante, J., Quispe, J., & Villegas, L. (2020). Análisis espacio temporal y climático del humedal altoandino. *REVISTA DE TELEDETECCIÓN*, 55, 105-118. doi:https://doi.org/10.4995/raet.2020.13325
- Pendergrass, A., Knutti, R., Lhener, F., Desierto, C., & Sanderson, B. (2017). Precipitation variability increases in a warmer climate. *SScientific Report*. doi:https://doi.org/10.1038/s41598-017-17966-y
- Pepió, M. (2009). *Series Temporales*. Catalunya.
- Puertas, O., Carvajal, Y., & Quintero, M. (2011). STUDY OF MONTHLY RAINFALL TRENDS IN THE UPPER AND MIDDLE CAUCA RIVER BASIN, COLOMBIA. *Dynas*, 78(169), 1-12. doi:ISSN 0012-7353
- Ramírez, E., Acosta, M., & Vélez, J. (2017). Análisis de condiciones climatológicas de precipitaciones de corto plazo en zonas urbanas: caso de estudio Barranquilla, Colombia. *Idesia (Arica)*, 35(2). doi:http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292017005000023



- Rojas, E., Arce, B., Peña, A., Boshell, F., & Ayarza, M. (2010). Quantization and interpolation of local trends in temperature and precipitation in the high Andean areas of Cundinamarca and Boyaca (Colombia). *Revista Corpoica-Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(2), 173-182. doi:ISSN: 0122-8706
- Rothenberg, M. (2022). The climate change hypothesis for the allergy epidemic. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jaci.2022.02.006>
- Satgé, F., Piloto, B., Roig, H., & Paule, G. (2021). Are gridded precipitation datasets a good option for streamflow simulation across the Juruá river basin, Amazon? *Journal of Hydrology*, 602. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126773>
- Satish, G., Tajia, P., & Abhijeet, P. (2021). Drought identification and analysis of precipitation trends in Beed District, Maharashtra. *Materials Today Proceedings*, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.09.523>
- Seneshaw, Y., Hsu, M., & Pun, I. (2021). Trend and change-point detection analyses of rainfall and temperature over the Awash River basin of Ethiopia. *Heliyon*, 7(9), 1-12. doi:<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08024>
- Siddiqui, A., Kushwaha, G., Nikam, B., Srivastav, S., Shelar, A., & Kumar, P. (2021). Analysing the day/night seasonal and annual changes and trends in land surface temperature and surface urban heat island intensity (SUHI) for Indian cities. *Sustainable Cities and Society*, 75, 1-12. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103374>
- Siegel, A., & Wagner, M. (2022). Chapter 10 - Hypothesis Testing: Deciding Between Reality and Coincidence. *Practical Business Statistics (Eighth Edition)*, 267-309. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820025-4.00010-5>
- Surminski, S., Barnes, J., & Vicente, K. (2022). Can insurance catalyse government planning on climate? Emergent evidence from Sub-Saharan Africa. *World Development*, 153, 1-10. doi:<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2022.105830>
- Termosistemas. (2022). *Termosistemas*. Obtenido de Temperatura: <http://www.termosistemas.com.ar/sitio/vernota.php?nota=247&cat=1>
- Trenberth, K., Zhang, Y., & Gehne, M. (2017). Intermittency in Precipitation: Duration, Frequency, Intensity, and Amounts Using Hourly Data. *Journal of Hydrometeorology*, 18(5), 1393-1412. doi:<https://doi.org/10.1175/JHM-D-16-0263.1>
- Umar, D., Firuz, M., Zaharin, A., Rohaizad, N., & Abel, A. (2018). Evidence of climate variability from rainfall and temperature fluctuations in semi-arid region of the tropics. *Atmospheric Research*, 24, 52-64. doi:<https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2019.03.023>
- Villón, M. (2006). *Hidrología estadística*. Instituto tecnológico de costa rica.
- Wu, P., Christidis, N., & Stott, P. (2013). Anthropogenic impact on Earth's hydrological cycle. *Nature Climate Change*, 3, 807-810. doi:<https://doi.org/10.1038/nclimate1932>
- Yue, S., & Yuan, C. (2004). The Mann-Kendall Test Modified by Effective Sample Size to Detect Trend in Serially Correlated Hydrological Series. *Water Resources Management*, 201-218. doi:<https://doi.org/10.1023/B:WARM.0000043140.61082.60>



- Yue, S., Pílon, P., & Cavadías, J. (2002). Power of the Mann–Kendall and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. *Journal of Hydrology*, 259(1-4), 254-271. doi:[https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(01\)00594-7](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(01)00594-7)
- Zambrano, F., Wardlow, T., Tadesse, T., Saavedra, M., & Lagos, O. (2017). Evaluating satellite-derived long-term historical precipitation datasets for drought monitoring in Chile. *Atmospheric Research*, 186, 26-42. doi:<https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2016.11.006>



IX. ANEXO

| | | | | | |
|---|--|---|---|--|-----------------------|
| PROBLEMA: | DESCONOCIMIENTO DE LA TENDENCIA ESPACIO-TEMPORAL DE LAS VARIABLES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION EN EL PERIODO 1985-2021, DEL DEPARTAMENTO DE UCAYALI, 2022 | | | | |
| TITULO: | ANALISIS DE LA TENDENCIA ESPACIO-TEMPORAL DE LAS VARIABLES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION EN EL PERIODO 1985-2021, DEL DEPARTAMENTO DE UCAYALI, 2022 | | | | |
| PREGUNTA PROBLEMA: | OBJETIVO: | HIPOTESIS: | VARIABLE: | DIMENSION: | INDICADOR: |
| ¿Cómo es la tendencia espacio-temporal de las variables de temperatura y precipitación? | Análisis de la tendencia espacio-temporal de las variables de temperatura y precipitación | La tendencia espacio-temporal de las variables de temperatura y precipitación se manifiesta de manera ascendente. | Tendencia de espacio temporal de las variables de temperatura y precipitación | - Temperatura de las 7 estaciones meteorológicas | ° C |
| | | | | - Precipitación de las 7 estaciones meteorológicas | mm/año |
| | | | | - Tendencia de temperatura y precipitación | Curva de Mann Kendall |
| ¿Cuál es el promedio de la T° max, med y min registrado de las 7 estaciones meteorológicas? | Determinar el promedio de T° max, med y min registrado de las 7 estaciones meteorológicas | La T° que registra las 7 estaciones meteorológicas presenta una variación significativa. | Temperatura que registra las 7 estaciones meteorológicas | T° Max, Med y Min en EE Santa Ana | ° C |
| | | | | T° Max, Med y Min en EE Calleria | |
| | | | | T° Max, Med y Min en EE Pucallpa | |
| | | | | T° Max, Med y Min en EE El Boquerón | |
| | | | | T° Max, Med y Min en EE El Maronal | |
| | | | | T° Max, Med y Min en EE San Alejandro | |
| ¿Cuál es la precipitación registrada de las 7 estaciones meteorológicas? | Determinar la precipitación registrada de las 7 estaciones meteorológicas | Precipitación registrada de las 7 estaciones meteorológicas asciende de manera significativa. | Precipitación que registra las 7 estaciones meteorológicas | T° Max, Med y Min en EE Aguayá | mm/año |
| | | | | PP en EE Santa Ana | |
| | | | | PP en EE Calleria | |
| | | | | PP en EE Pucallpa | |
| | | | | PP en EE El Boquerón | |
| | | | | PP en EE El Maronal | |
| ¿Cómo es la tendencia de temperatura y precipitación (promedio)? | Analizar la tendencia de temperatura y precipitación (promedio) | La tendencia de temperatura y precipitación (promedio) asciende de manera significativa. | - Tendencia de temperatura y precipitación (promedio) | PP en EE San Alejandro | Curva de Mann Kendall |
| | | | | PP en EE Aguayá | |
| | | | | Curva de la ° T Mâx | |
| | | | | Curva de la ° T Med | |
| | | | | Curva de la ° T Min | |
| | | | | Curva de la PP | |