UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TEMA

"EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL Y BALANCE HÍDRICO, A TRAVÉS DEL MÉTODO DEL TANQUE EVAPORÍMETRO EN LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA PUYO"

AUTORES

MAYERLING KIRINA TOSCANO GUATATOCA

BRIGITTE TATYANA PEREZ TUTI

DIRECTOR DEL PROYECTO

Dr. RICARDO VINICIO ABRIL SANTOS Ph. D.

PUYO -ECUADOR

Julio2021

DECLARATORIA DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quienes suscriben Pérez Tuti Brigitte Tatyana con C.I. 1600705329 y Toscano Guatatoca Mayerling Kirina con C.I. 1600476749, hacemos constar que somos autores del Trabajo de Integración Curricular titulado: Evapotranspiración Potencial y Balance Hídrico, a través del método del Tanque Evaporímetro en la Estación Meteorológica Puyo, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Dr. Ricardo Abril Santos. En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En El Cantón Pastaza, a los 16 días del mes de julio del 2021.

Pérez Tuti Brigitte	Toscano Guatatoca Mayerling
C.I. 1600705329	C.I. 1600476749

CERTIFICADO DE APROVACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de investigación titulado “Evapotranspiración potencial y balance hídrico, a través del método del tanque evaporímetro en la estación meteorológica Puyo”.

Firmado electrónicamente por:
CHICAIZA REISANCHO EDGAR RUBÈN

M.sc. Chicaiza Reisancho Edgar Rubén

Presidente del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
MIGUEL ANGEL ENRIQUEZ ESTRELLA

M.sc. Enriquez Estrella Miguel Ángel

Miembro Del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
SANTIAGO HOMAR CUICHAN PAUCR

M.sc. Cuichan Paucar Santiago Homero

Miembro del Tribunal

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTIPLAGIO

Quien suscribe el presente Dr. Abril Santos Ricardo Vinicio con C.I. 1600475550, certifica que el Trabajo de Integración curricular titulado: **"Evapotranspiración potencial y balance hídrico, a través del método del tanque evaporímetro en la estación meteorológica Puyo**", ha sido examinado a través del sistema Antiplagio URKUND y presenta un porcentaje de similitud del 6%.

En el cantón Pastaza, a los 07 días del mes de julio del 2021.

Firmado electrónicamente por:

RICARDO VINICIO 7ABRIL SALTOS

Dr. Abril Santos Ricardo Ph. D.

Director del Trabajo de Integración Curricular

Derechos de Autor Copyright

©2021, Pérez Tuti Brigitte Tatyana y Toscano Guatatoca Mayerling Kirina

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

DECLARACIÒN DE AUTENTICIDAD

Yo, Pérez Tuti Brigitte Tatyana y Toscano Guatatoca Mayerling Kirina, declaramos que el presente proyecto de investigación, es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.

Pérez Tuti Brigitte Tatyana No. C.I. 1600705329	Toscano Guatatoca Mayerling Kirina No C.I. 1600476749

DEDICATORIA

Con todo mi amor y cariño a mis Padres en especial a mi maravillosa madre por el esfuerzo y sacrifico de darme todo lo que he necesitado, por forjar en mí el aprender a superar los obstáculos que se me presenten en la vida y recordar que Dios siempre estará conmigo.

Tatyana Pérez

Por la paciencia, amor, dedicación y un sin fin de cualidades que conforman tu hermosa alma; por ser un pilar fundamental en mi vida y apoyarme incondicionalmente este trabajo te dedico a ti madre mía Sra. Yolanda Guatatoca Yazacama.

Mayerling Toscano

AGRADECIMIENTO

Queremos extender nuestros más profundos agradecimientos a la Universidad Estatal Amazónica Alma Mater por abrirnos las puertas para prepararnos profesionalmente en el campo de la Ingeniería Ambiental-Ciencias de la Vida.

Agradecer a todos los docentes que estuvieron presentes dentro de nuestra formación académica y en especial a nuestro Director de Proyecto el Dr. Ricardo Abril gracias a su capacidad para transmitir sus conocimientos, por su dedicación, apoyo y tiempo aportado en nosotros para culminar con éxito la elaboración de este proyecto de titulación, además dar las gracias al representante del INAMHI encargado de la estación meteorológica de la ciudad de Puyo por facilitarnos la información requerida para el desarrollo del estudio.

Agradecemos también a nuestros padres por proporcionarnos los recursos necesarios para nuestra educación, así también a nuestras hermanas por estar presentes siempre que lo necesitamos.

Finalmente, un agradecimiento mutuo de parte de Srta. Pérez Tatyana a Srta. Toscano Mayerling y viceversa por el ánimo y compañerismo brindados en esta etapa de nuestras vidas, demostrándonos así mismas que el trabajo en equipo se logra con personas enfocadas en cumplir una meta, arrimando el hombro por conseguir un objetivo y sobre todo por el apoyo moral que solo un amigo puede ofrecer.

RESUMEN

El propósito de esta investigación documental y descriptiva es generar información climática e hidrológica a través de la estimación de la Evapotranspiración potencial y Balance hídrico por medio del Tanque Evaporímetro, dicha información no se encuentra gestionada mediante el método que se aplicará en este estudio, la información que se obtenga podrá ser aplicada en programas sociales, ambientales y económicas, ya que estos están relacionados con los factores climáticos y la disponibilidad de agua, Por ello se estima el Balance hídrico de Thornthwaite mediante la recopilación de datos climáticos de la estación meteorológica y anuarios meteorológicos del INAMHI Puyo (M0008), como son la humedad relativa, temperaturas máximas, medias, mínimas, precipitación ,evaporación y velocidad del viento a 2 metros, de un periodo de 30 años específicamente desde 1990 hasta el 2020 estas variables son procesadas mensualmente y anualmente a través de un sistema estadístico paramétrico, que permite conocer el comportamiento mediante diferentes curvas o líneas de tendencia así también para conocer su ciclo hidrológico y su clasificación climática por medio de la aplicación del Tanque Evaporímetro tipo A y el método de Thornthwaite. Dando como resultado más relevante que en la ciudad de Puyo la humedad relativa media histórica es de 88,32%, en cuanto a las temperaturas máxima, media y mínima mensual en los meses de mayo, junio, julio y agosto se presentan climas extremos fríos; para las temperaturas máxima, media y mínima anual se eleva un 0.2ºC, 0.5ºC y 1ºC correspondientemente; la precipitación histórica aumentado un promedio de 400mm y la evaporación histórica ha disminuido 100mm la evapotranspiración se mantiene contante. Como conclusión los comportamientos según los parámetros climáticos no tienen variaciones significativas en los 30 años de estudio, además que su clima es (A, r,B´$_2$,a`) Perhúmedo-Segundo Mesotermal sin ningún déficit de agua en el suelo durante ninguna de las estaciones.

Palabras claves: evapotranspiración, precipitación, Puyo (M0008), Thornthwaite, tanque evaporímetro tipo A.

ABSTRACT

The purpose of this documentary and descriptive research is to generate climatic and hydrological information through the estimation of potential Evapotranspiration and Water Balance through the Evaporimeter Tank, this information is not managed by the method that will be applied in this study, the information obtained may be applied in social, environmental and economic programs, because these are related to climatic factors and water availability. Therefore, the Thornthwaite Water Balance is estimated by collecting climatic data from the meteorological station and yearbooks. INAMHI Puyo (M0008) meteorological data such as relative humidity, maximum, average and minimum temperatures, precipitation, evaporation and wind speed at 2 meters, for a period of 30 years specifically from 1990 to 2020, these variables are processed monthly and annually through a parametric statistical system, which allows to know the behavior through different curves or trend lines as well as its hydrological cycle and its climatic classification, thanks to the application of the Evaporimeter Tank type A and the Thornthwaite method. Resulting the historical average relative humidity in 88.32%, in terms of maximum, average and minimum monthly temperatures in the months of May, June, July and August, we can say that cold extreme climates are present; for the annual maximum, average and minimum temperatures, it rises by 0.2ºC, 0.5ºC and 1ºC correspondingly; historical precipitation increased an average of 400mm and historical evaporation has decreased 100mm evapotranspiration remains constant. In conclusion, the behaviors according to the climatic parameters do not have significant variations in the 30 years of study, in addition to the fact that its climate is (A, r, B´2, a`) Perhumid-Second Mesothermal without any deficit of water in the soil during none of the stations.

Keywords: evapotranspiration, precipitation, Puyo (0008), Thornthwaite, tank type A evaporimeter.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN ..... **viii**

ABSTRACT ..... **ix**

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN **1**

1.1 Planteamiento del Problema **2**

1.2 Formulación del Problema **3**

1.3 Objetivos **3**

1.3.1 *Objetivo general* **3**

1.3.2 *Objetivo específico* **3**

1.4 Justificación **3**

CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA **6**

2.1 Marco Teórico **6**

2.1.1 *Meteorología* **6**

2.1.2 *Variables climáticas* **6**

2.1.3 *Precipitación* **6**

2.1.4 *Humedad Relativa* **9**

2.1.4.1 *Medición y registro* **10**

2.1.5 *Evaporación* **10**

2.1.6 *Evapotranspiración* **10**

2.1.7 *Temperatura* **11**

2.1.8 *Velocidad del viento* **11**

2.1.9 *Balance hídrico* **11**

2.1.10 *Clasificación de Thornthwaite* **12**

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN **14**

3.1 Localización **14**

3.2 Tipo de investigación **15**

3.2.1 *Investigación documenta* **15**

3.2.2 *Investigación descriptiva* **15**

3.3 Método de investigación Deductivo **15**

3.4 Obtención de la información **15**

3.5 Determinación de la Evapotranspiración de Referencia (ETo) **16**

3.5.1 *Método Tanque Evaporímetro* **16**

3.5.2 *Coeficiente del tanque evaporímetro (Kp)* **17**

3.5.3 *En caso de datos faltantes* **17**

3.6 Determinación del Balance Hídrico según Thornthwaite **18**

3.6.1 *Parámetros usados para el Balance Hídrico según Thornthwaite* **18**

3.7 Determinación de la Clasificación Climática según Thornthwaite **22**

3.7.1 *Evapotranspiración Potencial o Eficacia Térmica (ETP)* **22**

3.7.2 *Índice de Aridez (Ia)* **23**

3.7.3 *Índice de Humedad Global (Im)* **24**

3.7.4 *Índice de Eficiencia Térmica (ETPv%)* **25**

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN **27**

4.1 Comportamiento de la Humedad Relativa **27**

4.2 Comportamiento de la Velocidad del Viento a 2 Metros **28**

4.3 Comportamientos de las Temperaturas Mensuales Máxima-Media-Mínima **29**

4.4 Comportamiento de Temperaturas Anuales Medias-Máximas –Mínimas **30**

4.5 Comportamiento Evaporación, Evapotranspiración Potencial y Precipitaciones Anuales **31**

4.6 Balance Hídrico Climático Anual y General de Puyo (BHC) **34**

4.6.1 *Balance Hídrico Climático Anual* **34**

4.6.2 ***Balance Hídrico Climático General*** **.....36**
4.7 Sistema de Clasificación Climática General Thornthwaite 37
4.7.1 ***Clasificación Climática Thornthwaite Anual y General*** **.....37**
4.8 DISCUSIÓN 39
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 42
5.1 CONCLUSIONES 42
5.2 RECOMENDACIONES 43
CAPITULO VI BIBLIOGRAFIA 44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3. Valores para corregir en función de la latitud y duración del mes. 19
Tabla 2-3. Descripción del valor de ETP. 23
Tabla 3-3. Descripción de la variación estacional de la humedad. 24
Tabla 4-3. Descripción del índice de humedad global. 25
Tabla 5-3. Descripción del valor de la eficiencia térmica. 26
Tabla 6-4. Comportamiento de la Evaporación, Evapotranspiración Potencial y Precipitaciones Anuales. 31
Tabla 7-4. Balance Hídrico Climático Anual de Puyo Periodo 1990-2020. 35
Tabla 8-4. Balance Hídrico General de Puyo año 1990-2020**.** 36
Tabla 9-4. Tipo de Humedad según las condiciones. 37
Tabla 10-4. Tipo de humedad según la variación estacional solo para tipos de humedad A, B, C2 (per húmedo, húmedo y subhúmedo). 37
Tabla 11-4. Tipo según la Evapotranspiración Potencial. 38
Tabla 12-4. Tipo de concentración Estival según la Eficacia Térmica. 38
Tabla 13-4. Resumen de la Clasificación de Thornthwaite basándose en los parámetros obtenidos del Balance Hídrico General de Puyo. 38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-3. Localización y área de representatividad. 14
Figura 2-4. Comportamiento de la Humedad Relativa en la ciudad de Puyo (%) periodo 1990-2021. 27
Figura 4-4. Comportamiento de las Temperaturas Mensuales (º C) de la ciudad de Puyo periodo 1990-2021. 29
Figura 5-4. Comportamiento de las Temperaturas Máxima-Media-Mínima anuales de la ciudad de Puyo (º C), periodo 1990-2021. 30
Figura 6-4. Comportamiento de la Evaporación Precipitación y Evapotranspiración Potencial (mm) Anuales, Periodo 1990-2021. 33

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

La región amazónica se caracteriza por tener una gran extensión de cobertura vegetal que con otros elementos forman condiciones idóneas para la evapotranspiración que provoca humedad en los ecosistemas. La evapotranspiración es la suma de la transpiración de las plantas con la evaporación del agua del suelo, esta se eleva y crea humedad ayudando a la generación de lluvia que permite a las plantas desarrollarse (Sánchez, 2020), por lo que es necesario conocer y entender este fenómeno.

La importancia del estudio del comportamiento de la evapotranspiración radica en la influencia que este fenómeno tiene sobre campos de aplicación como la meteorología y la edafología, estos últimos son de gran relevancia ya que se hace imprescindible conocer las alteraciones climáticas que están ocurriendo en los regímenes de precipitación y su predicción, además de la influencia de la medida de evapotranspiración sobre el desarrollo de la agricultura en la región. Según Villafañe *et al.*, (2016) mencionan que la finalidad de gestionar de mejor manera los recursos hidrometeorológicos y estrategias enfocadas a estos factores para su aplicación.

La evapotranspiración al estar relacionada con variables climáticas que establecen su formación, permite la recolección de datos meteorológicos que serán analizados y utilizados posteriormente. Según Núñez *et al.*, (2019) mencionan que los cambios o alteraciones que suceden en los parámetros climáticos que determinan la evapotranspiración, afectan la disponibilidad del agua en los cultivos, mientras que, según Ruiz *et al.*, (2000) determinan que el aumento de la tasa de evapotranspiración, la humedad relativamente baja presente en el suelo y la alteración de la distribución de las precipitaciones están afectando los ciclos en los cultivos.

Con el transcurso del tiempo de ha visto la importancia de conocer este fenómeno, por ello se han desarrollado varios métodos de identificación empíricas, que se han ido perfeccionando según las necesidades de los investigadores, en este estudio se considera al tanque evaporímetro tipo A, como instrumento para establecer la medida de la evapotranspiración de referencia. (Randon *et al.*, 2018) y para el balance hidrológico el método de Thornthwaite, C. W & Matter, J. Ren (Almorox, 2003), la información que se

tomara para la determinación de la evapotranspiración y balance hidrológico son desde el año de 1990 hasta el año 2020 que se encuentran registrados en la base de datos de la estación meteorológica de la ciudad de Puyo perteneciente a la provincia de Pastaza, además de usar otras fuentes como el anuario meteorológico del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador.

1.1 Planteamiento del Problema

En la actualidad existe una crisis mundial por los cambios climáticos como el aumento del nivel del mar por el deshielo de los polos, olas de calor, extensión de temporadas sequias, aumento de enfermedades, crisis de agua, tormentas eléctricas, etc., además las variaciones en el comportamiento de los ciclos de lluvia, la temperatura, la humedad, los vientos, entre otros factores que generan una incertidumbre climática en la población. Cada vez son más impredecibles y abruptos, por ende, la necesidad de estudiarlos, ya que estos factores influyen en la vida diaria de las personas y son parte de nuestro entorno, es preciso la predicción de la conducta del clima. Las distintas estaciones meteorológicas a nivel nacional trabajan en la recolección de datos y los recaban en registros o libretas de observación diaria, por cuestiones de disponibilidad de personal estos datos permaneces almacenados, por lo general se requiere de un año de información para la aplicación de metodologías matemáticas de índole climática e hidrológica, se debe enfatizar que estas referencias con la metodología adecuada se pueden transformar en información de aplicación práctica.

La estación meteorológica de Puyo dispone de datos cuantitativos climáticos registrados diariamente, sin embargo, no se encuentran procesados mediante métodos estadísticos o matemáticos meteorológicos e hidrológicos, como consecuencia de ello se desconoce el comportamiento o tendencia de las variables climáticas y las características hídricas de la ciudad, impidiendo el uso y aplicación de dicha información para tomar decisiones de manera práctica en programas de desarrollo social, económico y ambiental. Además, la aplicación del método debe ir acorde a la información que se pretende obtener.

1.2 Formulación del Problema

¿La escasa aplicación de metodologías matemáticas meteorológicas e hidrológicas en las variables climáticas para el cálculo de la evapotranspiración y balance hidrológico en la estación meteorológica de Puyo influye en la falta de información práctica?

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general*

- Estimar los balances hidrológicos climáticos del periodo de tiempo comprendido entre 1990-2020 con la información disponible de la estación meteorológica de la ciudad de Puyo utilizando el método de Thornthwaite, C. M y J. Ren para aportar información que sirva de referencia en futuros proyectos de investigaciones climáticas.

1.3.2 *Objetivo específico*

- Identificar mediante la información estadística obtenida, la relación entre los valores que presentan variaciones significativas en su comportamiento hídrico a través del tiempo.
- Desarrollar el cálculo de la evapotranspiración potencial mediante el método del tanque evaporímetro tipo A.
- Calcular el balance hidrológico climático del área de influencia de la estación meteorológica de Puyo con el método de Thornthwaite C. W.
- Determinar la clasificación climática con los índices de Thornthwaite C. W. del área de influencia de la estación meteorológica de Puyo.

1.4 Justificación

La humedad es un factor que influye en el régimen de precipitación y su distribución espacial dentro de una localidad independientemente de donde se encuentre ubicado, se considera que la evapotranspiración lo opuesto a la precipitación, representa la evaporación del suelo y la transpiración de plantas, mientras que la evapotranspiración potencial es la perdida de agua de una superficie que está completamente cubierta de vegetación. Que exista gua en todo momento que las plantas lo requieran depende mucho del clima, cuando se produce una precipitación excesiva esta es infiltrada hacia fuentes de agua subterránea y a lo que se da la

escorrentía, cuando existe una alteración en el ciclo, la precipitación no iguala la necesidad, provocando sequias. (Thornthwaite & Matter, 1951). En la actualidad no saber cómo es el funcionamiento de los ciclos de lluvia puede tener como consecuencia el déficit de agua, para el consumo humano, para riego o ganadería, los individuos que se dedican a estas actividades productivas corren el riesgo de perder capital. También representa una crisis de carácter natural ya que puede producirse desbordes en los ríos.

A nivel nacional el INAMHI es la institución que recolecta y gestiona toda la información que se genera en las 1969 estaciones meteorológicas automáticas y convencionales que existen en el país (Lema, 2018), esta información es validada y se garantiza para su aplicación en diferentes campos, para el uso de las personas que consideren. Mientras más datos sobre variables climáticas más puntuales es la información que se tiene a disposición. Esta a su vez debe ser analizada para el desarrollo de modelos prácticos estadísticos de hidrología o meteorológico que beneficien al progreso de los sectores productivos mediante personal técnico especializado distribuido en las estaciones meteorológicas.

La provincia de Pastaza cuenta con una red hidrográfica extensa, conformado de varias cuencas y microcuencas; con una superficie de 18683.76 ha; mientras que su extensión de bosque comprende un aproximado de 1875541.63 ha. (PDOT, 2020). Es una localidad que produce altas tasas de precipitación, ocasionando alteraciones en los cuerpos de agua e inundando áreas bajas. La ciudad de Puyo se sitúa en medio de varios afluentes, estos a su vez cambian su comportamiento al estar expuestos a lluvias torrenciales, por ello la necesidad de realizar modelos de predicción basados en estadística y probabilidad para disminuir los riesgos y daños causados por fenómenos naturales hídricos.

La información que se encuentra disponible en la estación meteorológica de Puyo es limitada, en cuanto a datos de evapotranspiración potencial o balance hidrológico, lo que representa un inconveniente para el desarrollo de planes de crecimiento demográfico, planes de producción agrícola o agropecuario, proyectos de turismo y proyectos ambientales como sistemas hidrosanitarios, la caracterización del comportamiento de estos factores permite conocer los regímenes de lluvia, humedad y disponibilidad de agua en el área, este estudio aporta a la base de datos e incrementa y precisa la referencia ya disponible. Permitiendo a las

autoridades competentes tomar decisiones para mejorar la respuesta a ciertos tipos de crisis de consumo producción y sanidad. Posteriormente estas referencias serán utilizadas para la planificación y elaboración de estrategias con fines de predicción climática, de esta manera se conocerá el impacto, alteraciones o cambios producidos a través del tiempo en los ecosistemas, específicamente a los componentes bióticos como animales, plantas y seres humanos y abióticos como el suelo, temperatura, precipitaciones, etc.

CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La conceptualización y definiciones de los términos, además del método que se empleara para el desarrollo del trabajo permitirán comprender de manera clara y precisa el tema que se estudia.

2.1 Marco Teórico

2.1.1 *Meteorología*

(Galarza, 2017) Define como una rama de la física, que estudia los fenómenos que ocurren en la atmósfera, litosfera e hidrosfera las cuales se relacionan entre sí, lo cual lleva al tiempo cambiante a cada zona del mundo, su importancia enmarca actividades: sociales, industriales, agrícolas, comerciales, de transporte, etc.

La vida de los seres humanos está afectando directa o indirectamente por esta ciencia e influye en la toma de decisiones desde el principio del tiempo, en conjunto con otros factores determina la vida tal como la percibimos. Existe también una estrecha relación con la ubicación altitudinal, formando ecosistemas de estratigrafía altitudinal ya sea ecológica, vegetal o agrícola.

2.1.2 *Variables climáticas*

(Rivas, 2018) define que son todos aquellos parámetros que componen el clima, estos a su vez permite conocer la características u comportamiento de los fenómenos relacionados con la lluvia, vientos, temperatura, humedad, entre otros.

2.1.3 *Precipitación*

Como menciona (Rivas, 2018) la precipitación es un hidrometeoro que cae en conjunto con otras partículas. Además, estas presentan un diámetro que va desde los 10 a 30 micras de diámetro las que al unirse entre sí conforman otras de mayor tamaño aproximadamente de 2000 micras de diámetros la cuales sobrepasan la resistencia del aire y caen. También describe que la precipitación es muy necesaria en el desarrollo cotidiano de la humanidad ya que se usan en múltiples actividades ya sean de producción, domesticas, industriales, comerciales etc.

Existen varias formas de precipitación como:

- **Llovizna**

Es una precipitación que se encuentra en estado líquido formado gotas inferiores a 0.5mm las que por su diámetro no sobrepasan la resistencia del aire y permanecen levitando en dirección del viento.

- **Lluvia**

Es una precipitación que se encuentra en estado líquido la que forma gotas de un diámetro mayor a 0.5mm las que vencen la resistencia al aire y caen por acción de la gravedad, las precipitaciones más representativas se encuentran en regiones con climas tropicales.

- **Nieve**

Se define como la precipitación que se encuentra en estado sólido específicamente formando cristales de hielo con aire entre ellos, las que caen en agrupaciones formando copos de hielo y son movilizados fácilmente con el viento, al llegar al suelo se acumulan y no son liquidas este fenómeno se da cuanto la temperatura es baja a unos 0°C.

- **Granizo**

Precipitación que se encuentra en estado sólido con una semitransparencia, envuelta por varias capas de hielo, estas se forman en nubes llamadas cumulonimbos, las corrientes de aire ascendente como descendente que arrastran agua congela que sirven como núcleos condensados las que adquieren las capas y caen por su peso.

2.1.3.1 *Clasificación de la precipitación según su origen.*

- **Precipitaciones Frontales**

Se forman de la unión de masas de aire a diferentes temperaturas, este fenómeno provoca lluvias intensas.

- **Precipitaciones Convectivas**

Estas precipitaciones son intensas pero cortas en el tiempo se las denominan chaparrones o chubascos, se dan por el acenso vertical de las masas de aire caliente a medida que se va enfriando estas se condesan y forman nubes y lluvias.

- **Precipitaciones Orográficas**

Esta precipitación es influenciada por la presencia de barreras orográficas como cordilleras ocasiona que las masas de aire asciendan se enfríe y condesen provocando altas pluviosidades.

- **Precipitaciones Advectivas**

Son aquellas que se generan por rápido enfriamiento de las masas de aire ocasionado por otra corriente fría.

2.1.3.2 *Medición y Registro*

Arriaga (2015) menciona que las unidades de media de la precipitación son los milímetros (mm) unidad de longitud, es el resultado de la división entre el volumen de agua apartado de la superficie sobre los litros, por metro cuadrado, los equipos que habitualmente miden los niveles de precipitación son los pluviómetros utilizados por su fácil manipulación midiendo los litros que han sido recolectados en un lugar y tiempo determinado realizado por un técnico u observador meteorológico. Los pluvímetros Hellmann son los equipos más utilizados por que cumplen con las normas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) cuya espacio de recepción es de 200 cm2 y la boca de recepción del pluviómetro que se encuentra a una altura de 1.2m, mientras que el pluviografo es un equipo que registra en una lámina de papel la gráfica de la precipitación con líneas verticales (que registra la escala temporal) y horizontales la (cantidad de precipitación) a lo largo del tiempo, estas lecturas son tomadas en horas fijas 7am ;13 am ;19pm hora local.

2.1.3.3 *Datos pluviométricos de un punto.*

Como menciona Sánchez (2017) según las medidas realizadas en cualquier estación meteorológica se computan precipitaciones diarias, mensuales y anuales, la información de lluvias puede ser de forma de hietograma y pluviograma.

- **Hietograma**

Arriaga (2015) menciona que es un gráfico en donde se expresa la cantidad de agua recogida en intervalos de tiempo que pueden ser horarios diarios mensuales anuales. En donde su

representación graficas es de tipo barras en ocasiones se las puede representar como un gráfico de líneas.

En el eje de las abscisas (X) se registran los periodos de tiempo, en el eje de las ordenadas (Y) la intensidad de precipitación (mm/h).

- **Pluviograma**

Sánchez (2017) define como una representación gráfica que refleja la curva de precipitación acumulada en función directa del tiempo. En donde el eje de las abscisas (X) se dispondrá los periodos de tiempo y en el eje de las ordenadas (Y) precipitación acumulada en milímetros (mm).

- **Módulo pluviométrico anual medio**

Es la media aritmética de las precipitaciones anuales en una serie de años. La OMM (2017) indico un periodo de 30 años para captar el posible rango de variación.

- **Precipitación media mensual**

Se define como el promedio aritmético de las precipitaciones mensuales a los largos de una serie de años.

2.1.4 *Humedad Relativa*

Rivas (2018) menciona que la humedad relativa es uno de los parámetros climáticos más importantes ya que se encuentran relacionados estrictamente con el ciclo hidrológico del agua además tiene varios derivados que se forman de su condensación y está estrictamente asociado a las precipitaciones. Uno de los derivados de la humedad son las nubes que son un conjunto de partículas en estado líquido o solido lo que constituye una concentración de vapor de consistencia acuosa presente en la atmosfera. Existen tres formas básicas de nubes: estratos, nimbos y cúmulos su formación depende de cómo ascienda el aire. Las más representativas son las que se forman cuando la atmosfera esta inestable llamadas cumulonimbos que son responsables de intensas precipitaciones.

2.1.4.1 *Medición y registro*

Tejada *et al,* (2018) mencionan que el psicómetro es uno de los instrumentos clásicos para medir la humedad relativa el cual indica el porcentaje de vapor disuelto en un volumen de aire a medida que el vapor sea saturado, la humedad relativa no tiene unidad se expresa en porcentaje (%).

2.1.5 ***Evaporación***

De acuerdo a la definición menciona por FAO (2006) define a la evaporación como un proceso físico en donde el agua es evaporada desde una superficie de agua descubierta, ríos, caminos o desde el suelo.

2.1.5.1 *Medición y unidades*

La evaporación se mide con instrumentos llamados evaporímetros, los cuales pueden ser atmómetros evaporímetros de cubeta y tanques evaporímetros. Según INAMHI (2011) específicamente en Ecuador el tanque más empleado es el tanque evaporímetro clase A el cual su parte superior es abierta, cuyas dimensiones de profundidad 25,54cm y de diámetro 120,7.

La unidad de medida es profundidad linear m^2de agua evaporada en mm de una superficie m^2en una unidad de tiempo ($mm.m^{-2}$. día) para la precipitación solida ($mm.m^{-2}$.kg).

2.1.6 ***Evapotranspiración***

Como menciona Mellado (2017) es la combinación de (Evaporación + Transpiración), que hace referencia a la evaporación del agua en la superficie terrestre y la transpiración de la vegetación, es decir, es un proceso a través del cual el agua se pierde de una determinada superficie.

LA FAO (2006) incluye tres definiciones distintas:

a) Evapotranspiración de referencia (ETo).
b) Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar (ETc).
c) Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones no estándar (ETcaj).

2.1.7 *Temperatura*

Se define como el calentamiento o enfriamiento del aire que intercambia la atmosfera y la tierra indicando el nivel de energía interna de un lugar.

2.1.7.1 *Temperatura del aire*

La radiación absorbida por la atmosfera y la energía geotérmica incrementa la temperatura del aire, el calor del aire se trasfiere a los cultivos provocando el control en la tasa de evapotranspiración, en climas soleados y tropicales la perdida de agua por evapotranspiración será mayor a un clima fresco o nublado.

2.1.7.2 *Temperatura Máxima*

(IDEAM, 2019) determina que la temperatura máxima es la temperatura más alta lograda en un intervalo de tiempo.

2.1.7.3 *Temperatura Media*

(IDEAM, 2019) menciona a la temperatura que se encuentra ente la temperatura máxima y mínima.

2.1.7.4 *Temperatura Mínima*

Define como la temperatura más baja en una serie de años.

2.1.7.5 *Medición y registro*

Las temperaturas son medidas por un Psicrómetro ubicadas en una garita con una altura de 2 m sobre el nivel del suelo, el cual contiene dos termómetros normales de mercurio, que son un termómetro seco y el siguiente húmedo y estos valores son anotados en un registro diario del técnico meteorológico encargado.

2.1.8 ***Velocidad del viento***

(Barry y Chorley, 2003) define que el vapor de agua dependerá del bajo o alto grado del viento y la turbulencia del aire el cual transfiere cantidades altas de aire hacia superficies evaporantes, donde el aire saturado con vapor de agua es sustituido por un aire más seco al realizarse tal efecto la remoción de vapor de agua y la taza de evapotranspiración disminuye.

2.1.9 ***Balance hídrico***

Para Pladeyra (2003), la evaluación de los recursos hídricos de una cuenca requiere de una estimación correcta del balance hidrológico, es decir, comprender el ciclo en sus diferentes fases, la forma en que el agua que se recibe por precipitación y se reparte entre el proceso de evapotranspiración, escorrentía e infiltración.

La ecuación de continuidad se hace referencia a balance hidrológico es una expresión muy simple, aunque la cuantificación de sus términos es normalmente complicada por la falta de medidas directas y por la variación espacial de la evapotranspiración, de las pérdidas profundas (en acuíferos) y de las variaciones del agua almacenada en la cuenca (Llorens, 2003).

2.1.9.1 *Tipos de balance hídrico*

Dependiendo su finalidad pueden ser:

- Balance hídrico climático
- Balance hídrico agroclimático
- Balance hídrico de embalse
- Balance hídrico hidrológico

2.1.9.2 *Balance hídrico agroclimático*

Cleves, Toro y Martínez (2016) define al balance hídrico agroclimático (BHA) como la suficiente agua necesaria para los cultivos que puede ser empleado para especificar las fechas óptimas para el cultivo.

2.1.9.3 *Balance hídrico climático*

El Balance Hídrico Climático (BHC) se define como la disponibilidad de agua para especificar las épocas de exceso o déficit de agua, la metodología más usada es de Thornthwaite se construye a partir de la evapotranspiración potencial (ETo) y la precipitación (P) medias mensuales para un período de años.

2.1.10 ***Clasificación de Thornthwaite***

J. Almorox. (s.f.).menciona que Thornthwaite propuso en 1948, una clasificación climática que se caracteriza por la utilización de la evapotranspiración potencial como principal

parámetro para la delimitación de los distintos tipos de climáticos, como también fue necesario emplear variables, que permitieran reducir las acciones recíprocas entre la vegetación y la atmosfera, considerando la evapotranspiración como el proceso principal de intercambio de energía, humedad, superficie terrestre y la atmosfera.

2.1.10.1 *Sistema de clasificación Thornthwaite*

Del sistema de clasificación de Thornthwaite que ofrece Rodríguez (2017), menciona que para la elaboración de criterios de clasificación se utiliza cuatro criterios básicos los cuales son:

- Índice global de humedad
- Variación estacional térmica
- Índice de eficiencia térmica
- Concentración estival de la eficacia térmica

2.1.10.2 *Índice global de humedad*

Es un porcentaje que relaciona dos parámetros independientes (P-EPT) que puede tomarse valores superiores a 100, para su tipo climático.

2.1.10.3 *Variación estacional térmica*

Es un índice que nos permite determina si en los climas húmedos existen periodos secos, y si en los climas secos existen periodos húmedos, como también establecer estaciones que se presenten intensidad de sequía y humedad.

2.1.10.4 *Índice de eficiencia térmica*

Es un índice que está formada por la suma de la ETP medias mensuales, que nos proporciona el tipo climático como puede ser helada permanente, tundra, microtérmico, mesotérmico, megatérmico.

2.1.10.5 *Concentración estival de la eficacia térmica*

Es un tipo climático que se define como la ETP durante los meses de verano con relación a la ETP anual expresada en porcentaje.

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización

El área de estudio está ubicada en el cantón y provincia de Pastaza, dentro de la parroquia rural de Veracruz en el kilómetro 5 vía Puyo – Macas, sus coordenadas UTM son X: 170783; Y: 9833364, Zona 18 S, red de estación M0008, abarca un área representativa de 10 kilómetros de radio tomando como origen la estación meteorológica INAMHI–Puyo.

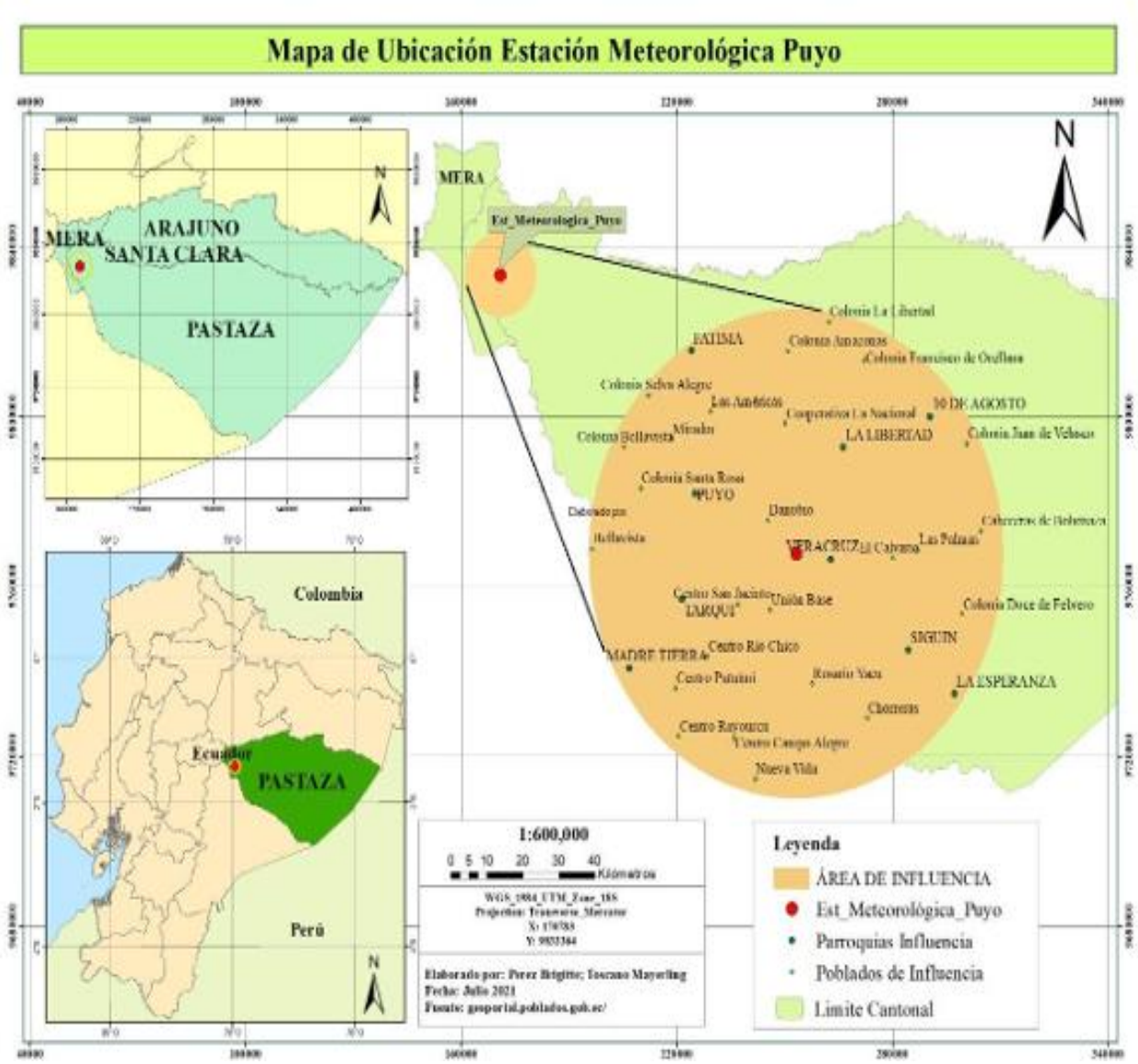

Figura 1-3. Localización y área de representatividad
Fuente: Geoportal.poblados.gob.ec/. Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

3.2 Tipo de investigación

De acuerdo a la línea de investigación del proyecto pertenece a la gestión y conservación ambiental. Con dos tipos de investigación las cuales se detallan a continuación:

3.2.1 *Investigación documenta*

Según Alfonso (1995), la investigación documental es un procedimiento científico, un proceso sistemático de indagación, recolección, organización, análisis e interpretación de información o datos en torno a un determinado tema el cual lleva a la construcción de conocimientos.

3.2.2 *Investigación descriptiva*

Es aquella que nos proporciona información general de una zona específica, el cual fue la descripción de análisis, registros e interpretación de datos obtenidos de la estación meteorológica Puyo, de igual manera con los datos proporcionados del INAMHI.

3.3 Método de investigación Deductivo

Se aplica el método deductivo ya que se va de lo general que serían los parámetros climáticos a lo especifico que es el análisis del comportamiento de dichos parámetros el balance hídrico y clasificación climática a la que pertenece la ciudad de Puyo.

3.4 Obtención de la información

Para la obtención de la información de esta investigación se detallan a continuación:

1. Primero se recopilo variables climáticas como la temperatura media, máxima y mínima, humedad relativa, taza de evaporación medida en el tanque evaporímetro, velocidad del viento a 2 metros y precipitación con un periodo de 30 años, desde 1990 a 2020.
2. La información obtenida de los años 1990-2013 fueron recopilados de los anuarios meteorológicos INAMHI de la estación de Puyo (M0008).
3. La información obtenida de los años 2014-2020 fueron recopilados de las libretas de observaciones proporcionados por la estación Puyo (M0008) digitalizados en Excel.
4. Con los datos recopilados ya en un solo Excel se procedió a realizar la aplicación de medias aritméticas mensuales en los parámetros de temperatura máxima, media y

mínima lo que se usará para el análisis del comportamiento de la temperatura mensual.

5. Seguidamente se realizó la aplicación de una media aritmética para cada año en el intervalo de 1990 a 2020 a los parámetros climáticos como: las temperaturas máximas, medias y mínimas; la humedad relativa; la velocidad del viento a 2 metros; la evaporación, evapotranspiración de referencia, la precipitación las que se usaran para determinar el comportamiento de las temperaturas en los 30 años según los registros históricos.
6. Para el Balance Hídrico Climático se considera la variable de precipitación y se calculará la Evapotranspiración Potencial Mensual corregida (ETP) el que tiene como parámetro climático fundamental la Temperatura media y se aplicará el método propuesto por Thornthwaite para cada año dentro de los 30 años de estudio.
7. El Sistema de Clasificación Climática de Thornthwaite se enfocó en los datos de Índice de humedad Global, Índice de aridez, suma de la Evapotranspiración potencial mensual corregida y Eficiencia Térmica obtenidos del Balance Hídrico Climático para determinar su clasificación esto se desarrollará para cada año dentro de los 30 años de estudio.
8. Se realizará un Balance Hídrico Climático General Histórico de Puyo aplicando una media aritmética a los valores de los balances hídricos anuales obtenidos en el inciso 6, finalmente de identificar su respectivo Sistema de Clasificación Climática de Thornthwaite replicando el fundamento del inciso 7.

3.5 Determinación de la Evapotranspiración de Referencia (ETo)

3.5.1 *Método Tanque Evaporímetro*

Es el método empleado debido a su valor práctico el cual permite estimar la evapotranspiración de referencia observando la pérdida por evaporación de una superficie de agua y aplicando coeficientes empíricos para relacionar la evaporación del tanque con ETo estos tanques siempre tienen un anemómetro y un pluviómetro. (Allen R, 2006)

El tanque evaporímetro de la estación meteorológica Puyo corresponde a un tanque Tipo A caso B su forma es circular tiene un diámetro de 121 cm, una profundidad de 25.5cm y el

nivel del agua se mantiene 6 a 8 cm debajo del borde, su estructura es de hierro galvanizado, mientras que el tanque enterrado su forma es un cuadrado de 92 cm de ambos lados ,su profundidad de 46 cm, el cual se encuentra enterrado, estos tipos de tanque permite estimar la evapotranspiración de referencia y obtener valores reales de necesidades hídricas de los cultivos, la diferencia que existe entre estos dos tanques es que el de tipo colorado al estar enterrado el agua lluvia salpica mientras que el tanque tipo A . Para el cálculo se aplicó la siguiente ecuación:

$$ETO = Kp * Epan \quad \textbf{(1)}$$

Donde

ETo= evapotranspiración de referencia ($mm\ /día^{-1}$).

Kp= coeficiente del tanque evaporímetro el cual depende de la humedad relativa mínima de la velocidad promedio del viento en 24 horas y el tipo de cobertura que se encuentra alrededor.

Epan= evaporación medida en el tanque evaporímetro ($mm\ /dia$).

3.5.2 *Coeficiente del tanque evaporímetro (Kp)*

Para la determinación del coeficiente Kp se determinó que es el caso B al encontrarse el tanque sobre suelo desnudo, distancia al cultivo más cercano de 1m, humedad relativa que en todos los meses fue superior al 70% y velocidad del viento inferior a 2 m/s, utilizando un valor de Kp de 0,85. (Allen R, 2006).

3.5.3 *En caso de datos faltantes*

En caso de que no se pueda obtener datos como la velocidad del viento y humedad relativa se obtiene la siguiente ecuación y un valor global se aplica la siguiente ecuación:

$$U_2 = 2\ \mathrm{m}s^{-1} \quad \textbf{(2)}$$

$$HR_{media} = 50\ \mathrm{e}^{\circ}\ (T_{\min})/e^{\circ}(T_{\max})+50 \quad \textbf{(3)}$$

Donde:

HR_{media}: Humedad relativa media

Tmin: temperatura mínima

Tmax: temperatura máxima

3.6 Determinación del Balance Hídrico según Thornthwaite

Para la obtención del balance hídrico según Thornthwaite se trabaja con dos parámetros meteorológicos que son: precipitación media mensual de la estación meteorológica Puyo y la evapotranspiración de referencia obtenida a través del método del tanque evaporímetro que se utilizaron para obtener el balance hídrico de Puyo.

3.6.1 *Parámetros usados para el Balance Hídrico según Thornthwaite*

Precipitación

Precipitación media mensual de cada año que se va a trabajar.

Evapotranspiración potencial (ETP)

Según Montaner, (1988) para el cálculo del índice de calor mensual (i) se calcula mediante las temperaturas medias diarias del aire con la siguiente ecuación:

$$i=(t/5) \quad \textbf{(4)}$$

Previo a la obtención del índice de calor mensual, se procede a obtener el índice de calor anual (I) con la suma de los doce valores del índice de calor mensual para meses teóricos de 30 días y 12 horas diarias del sol, con los datos previos obtenidos se plantea la siguiente ecuación.

$$ETP=1{,}6(10t/I)^{a} \quad \textbf{(5)}$$

Donde:

ETP= Evapotranspiración potencial mensual no corregida en mm/día

t= Temperatura media mensual en °C

I= Índice de calor anual

a= Función compleja de I igual a

$$675*10^{-9}\ I^3\text{-}771*10^{-7}I^2\text{+}1.972\ 10^{-5}\ \text{I+}0.49239^3$$

Lo valores de ETP obtenidos se corregirán considerando la duración del mes y el número de horas de insolación teórica, estas variables están en función de la latitud:

Tabla 1-3. Valores para corregir en función de la latitud y duración del mes

LATITUD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1.04	0.94	1.04	1.01	1.04	1.01	1.04	1.04	1.01	1.04	1.01	1.01
DIAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31

Fuente: *Tomado de* estudio FAO riego drenaje (2006)
Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

Reserva (R).

J. Almorox. (s.f.). Si la precipitación es mayor que la evapotranspiración (P > EP) el agua que sobra pasara como reservas para el suelo, sin embargo, cuando el suelo alcanza la capacidad de retención el agua añadida en exceso se escurre superficialmente o en profundidad esto quiere decir que la reserva es la capacidad del suelo para almacenar el agua.

La reserva en el balance hídrico se calcula la reserva del mes actual (i) en función del mes anterior (i -1), las igualdades condicionadas que se emplearon fueron las siguientes:

$$Ri\text{-}1+ (Pi- ETi) \text{ si } 0 < Ri\text{-}1+ (Pi\text{-}ETi) < Rmax. \quad \textbf{(6)}$$

$$Ri=Rmax \text{ si } Ri\ \text{-}1+ (Pi\text{-}ETi) > R\ máx. \quad \textbf{(7)}$$

$$0 \text{ si } 0> Ri\text{-}1+ (Pi\text{-}ETi) \quad \textbf{(8)}$$

Donde:

Rmax reserva máxima (mm)

Ri: reserva de mes (mm)

Pi: precipitación del mes (mm)

Pi-ETi: evapotranspiración del mes (mm)

Se debe tomar en consideración que los valores de reserva se irán acumulado mes a mes en el periodo húmedo según la incrementación P-ET>O y en los periodos secos se ira decreciendo mes a mes según los valores mensuales P-ET<O.

$$R=R_{i-1+(P-ETP)} \quad \textbf{(9)}$$

Variación de la reserva (VR)

J. Almorox. (s.f.). Menciona que es la diferencia que existe entre la reserva del mes actual y la reserva del mes anterior.

La ecuación que se aplico es la siguiente:

$$VRi=Ri-Ri-1 \quad \textbf{(10)}$$

Donde:

VRi: variación de la reserva (mm)
Ri: reserva del mes (mm)
Ri-1: reserva del mes anterior (mm)

Evapotranspiración real (ETR)

J. Almorox. (s.f.) indicó que es el volumen del agua que se evapotranspira en el mes, dependiendo si existe agua suficiente para evaporar y poder llegar o no a la evapotranspiración de referencia, el agua disponible para evaporar es considerada precipitación, con este parámetro podemos identificar si en los diferentes meses existe suficiente agua disponible para ellos existen dos periodos.

Periodo húmedo: evapotranspiración real es igual a la evapotranspiración inicial esto quiere decir ETRi=ETi.

Periodo seco: el agua evaporada será el agua de precipitación más la reserva que nos queda menos la del mes anterior esto quiere decir:

$$ETRi = Pi + VRi \quad \textbf{(11)}$$

Donde:

ETRi: evapotranspiración real (mm)

Pi: precipitación(mm)

VRi variación de la reserva (mm)

Faltante (F)

Es el volumen de agua que se necesita para poder evapotranspira, la ecuación que se utilizo es la siguiente:

$$Fi = ET - ETR \quad \textbf{(12)}$$

Donde:

Fi: faltante

ET: evapotranspiración potencial del mes (mm)

ETR: evapotranspiración real del mes (mm)

Exceso (Ex)

Es el exceso de agua de la reserva máxima que se ha perdido por escorrentía superficial o profunda, es decir:

$$Exi = [Pi - ETi - VRi] \text{ si } (Pi - ETi) > 0 \quad \textbf{(13)}$$

$$Exi = 0 \text{ si } (Pi\text{-}ETi) \leq 0 \quad (14)$$

Donde:

Exi: exceso (mm)

P: precipitación media o mensual (mm)

ETi: evapotranspiración potencial(mm)

Solo puede haber exceso si la precipitación en los meses húmedos

$$Ex = P\text{-}ETP\text{-}VR \quad (15)$$

Drenaje (D)

J. Almorox. (s.f.). Indicó que el exceso de agua se dirigirá hacia los cauces naturales y una parte engrosará el manto freático. Thornthwaite señaló que el 50% del excedente de agua de un mes en cuestión escurre hacia los ríos, mientras que el resto se infiltra se aplicó la siguiente ecuación:

$$D = 0.5(D_{i-1} + Ex) \quad (16)$$

Donde:

D: drenaje

D_{i-1}: drenaje del mes anterior(mm)

Ex: exceso

3.7 Determinación de la Clasificación Climática según Thornthwaite

Almorox, (s/f). Plantea el uso del método de Thornthwaite por emplear datos previamente calculados en el balance hídrico climático donde se consideran parámetros como:

3.7.1 *Evapotranspiración Potencial o Eficacia Térmica (ETP)*

Se obtiene mediante el sumatorio total de los 12 meses del año de los valores corregidos del ETP.

Entonces:

$$\mathbf{\Sigma ETP} = \left(\boldsymbol{ETP}_{\boldsymbol{ENE+FEB+MAR+ABR+MAY+JUN+JUL+AGO+SEP+OCT+NOV+DIC}}\right) \quad \textbf{(17)}$$

Donde:

El valor de ETP se compara con la siguiente tabla:

Tabla 2-3. Descripción del valor de ETP.

Tipo	Descripción	Condición
E`	Helada Permanente	142≥ETP
D`	Tundra	285≥ETP>142
C`1	Microtérmico	427≥ETP>285
C`2		570≥ETP>427
B`1		712≥ETP>570
B`2	Mesotérmico	855≥ETP>712
B`3		997≥ETP>855
B`4		1140≥ETP>997
A`	Megatérmico	ETP>1140

Fuente. *Tomado de:* Almorox, J. (s.f.)
Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

3.7.2 *Índice de Aridez (Ia)*

Se calcula mediante el sumatorio total de los valores de 12 meses del año del Faltante.

$$\mathbf{\Sigma FALTANTE} = \left(\boldsymbol{Faltante}_{\boldsymbol{ENE+FEB+MAR+ABR+MAY+JUN+JUL+AGO+SEP+OCT+NOV+DIC}}\right) \quad \textbf{(18)}$$

Entonces:

$$\mathbf{Ia} = \left(\frac{\mathbf{\Sigma Faltante}}{\mathbf{\Sigma ETP}}\right) \quad \textbf{(19)}$$

El valor de (Ia) se compara en la siguiente tabla:

Tabla 3-3. Descripción de la variación estacional de la humedad.

Tipo	Descripción	Condición
Solo para los tipos de humedad A, B, C_2 (perhúmedo, húmedo y subhúmedo)		
r	Falta de agua pequeña o nula	16,7>Ia≥0
s	Falta de agua estival moderada	33,3>Ia≥16,7Falta estival
w	Falta de agua invernal moderada	33,3>Ia≥16,7 Falta invernal
s_2	Falta de agua estival grande	Ia>33,3 Falta estival
w_2	Falta de agua grande	Ia>33,3 Falta invernal

Fuente. *Tomado de:* Almorox, J. (s.f.)
Elaborado por: Perez y Toscano (2021).

3.7.3 *Índice de Humedad Global (Im)*

Se calcula basándose en obtener el Índice de Humedad (Ih) se obtiene de la siguiente formula:

$$\mathbf{\Sigma EXCEDENTE} = \left(\boldsymbol{Excedente}_{\boldsymbol{ENE+FEB+MAR+ABR+MAY+JUN+JUL+AGO+SEP+OCT+NOV+DIC}}\right) \quad \textbf{(20)}$$

$$\textbf{Índice de humedad}(\mathbf{Ih}) = \left(\frac{\Sigma Excedente}{\Sigma ETP} \times 100\right) \quad \textbf{(21)}$$

Entonces:

$$\textbf{Índice de humedad Global } (\textbf{Im}) = (\text{Ih} - 0{,}6 \times \text{Ia}) \quad \textbf{(22)}$$

El valor (Im) compara en la siguiente tabla:

Tabla 4-3. Descripción del índice de humedad global

Tipo	Descripción	Condición
E	Árido	-40≥Im>-60
D	Semiárido	-20≥Im>-40
C_1	Seco subhúmedo	0≥Im>-20
C_2	Subhúmedo	20≥Im>0
B_1	Húmedo	40≥Im>20
B_2		60≥Im>40
B_3		80≥Im>60
B_4		100≥Im>80
A	Perhúmedo	Im>100

Fuente: *Tomado de* Almorox, J. (s.f.)
Elaborado por: Perez y Toscano (2021).

3.7.4 *Índice de Eficiencia Térmica (ETPv%)*

Se basa en los siguientes parámetros:

Se realiza la Sumatoria de las precipitaciones de los meses más secos es decir julio-agosto-septiembre.

$$\textbf{ΣPRECIPITACIONES} = \left(\boldsymbol{Precipitaciones_{JUL+AGO+SEP}}\right) \quad \textbf{(23)}$$

Se considera el valor de la sumatoria de evapotranspiración.

Entonces:

El valor de ΣPRECIPITACIONES se remplaza en:

$$\text{Eficiencia Térmica (ETPv\%)} = \left(\frac{\boldsymbol{\Sigma}\text{PRECIPITACIONES}}{\Sigma\text{ETP}}\right) \times \mathbf{100} \quad \textbf{(24)}$$

Donde:

El valor que se obtiene de la eficiencia térmica (ETPv%) se compara en la siguiente tabla:

Tabla 5-3. Descripción del valor de la eficiencia térmica.

Tipo	Condición
a`	48,0> ETPv%
b`$_4$	51,9>ETPv%≥ 48,0
b`$_2$	56,3>ETPv%≥ 51,9
b`$_2$	61,6>ETPv%≥ 56,3
b`$_1$	68,0>ETPv%≥ 61,6
c`$_2$	76,3>ETPv%≥ 68,0
c`$_1$	88,0>ETPv%≥ 76,3
d`	ETPv%≥ 88,0

Fuente. *Tomado de:* Almorox, J. (s.f.)
Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Comportamiento de la Humedad Relativa

En la figura 2 se presenta los datos de la humedad relativa de los últimos 30 años registrados por la estación meteorológica Puyo, dando un promedio histórico de 88.32 %, con valores que oscilan entre los 86 y 89 %, teniendo que en el año de 1990 hasta el año 2003, se consideran máximas ya que alcanzan valores de 89.33 % al 89.83 %, sin embargo al transcurrir los años se ha ido descendiendo, en los años 2004 hasta el 2020 con valores de 88% a 86.92 %, esto quiere decir que al pasar los 30 años la si ha sufrido ciertos cambios en su comportamiento.

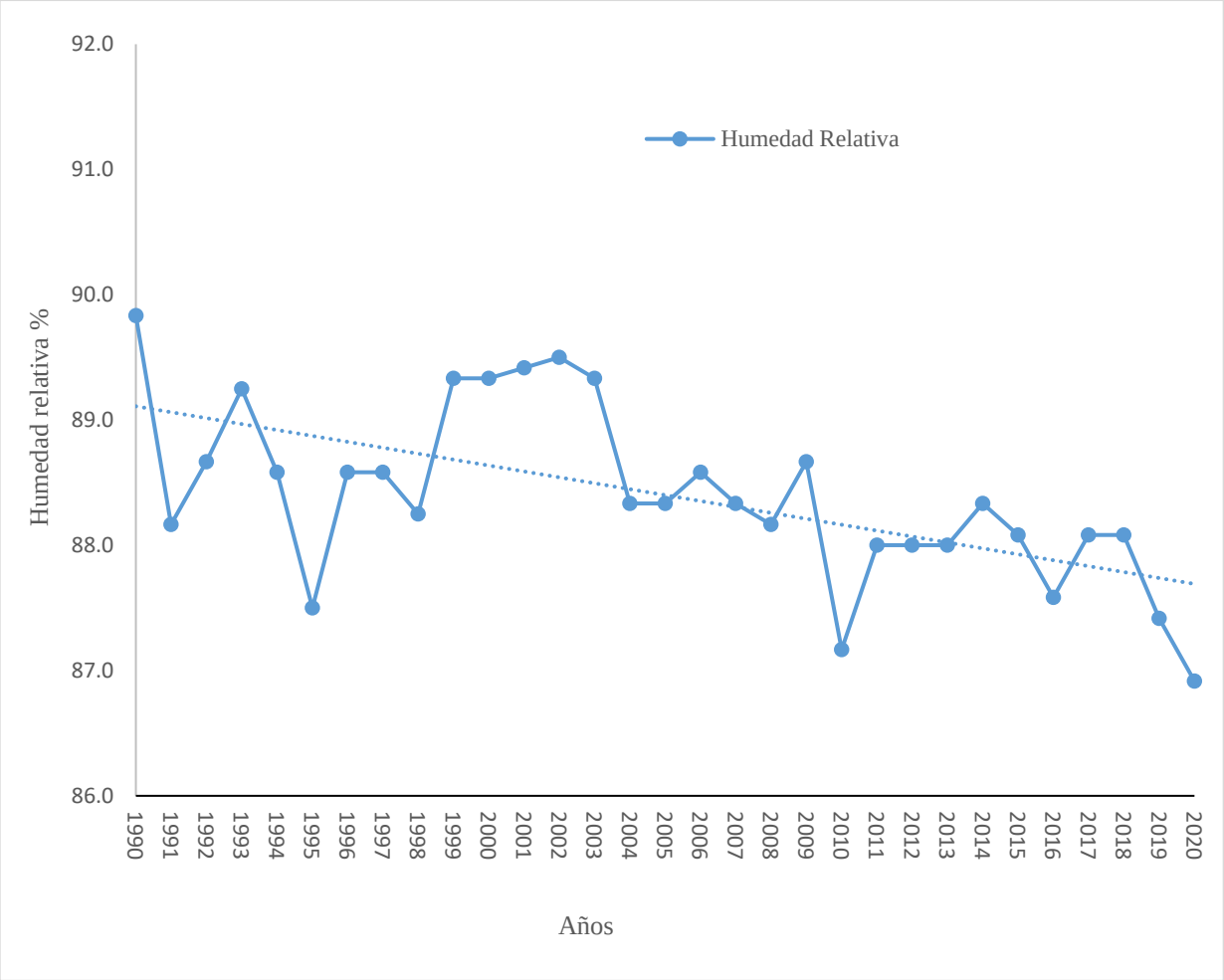

Figura 2-4. Comportamiento de la Humedad Relativa en la ciudad de Puyo (%) periodo 1990-2021
Elaborado por: Perez y Toscano 2021

4.2 Comportamiento de la Velocidad del Viento a 2 Metros

En la figura 3 se presentan los datos sobre la velocidad del viento a 2 metros de altura sobre el nivel del suelo, de los últimos 30 años que fueron registrados diariamente facilitados por la Estación Meteorológica Puyo.

Los datos de la velocidad del viento fueron primero obtenidos por una media aritmética del recorrido del viento, posteriormente se realizó la conversión de longitud y tiempo que son: de kilómetros sobre día a metros sobre segundo, resultando valores que se encuentran entre los 0.1 a 0.6 m/s, siendo los años de 1994-1995-1996-2002-2003 con vientos menores con valores de 0.1 m/s y en el año de 1992 se registra en el mes de enero un solo valor considerado fuerte de 0.6 m/s.

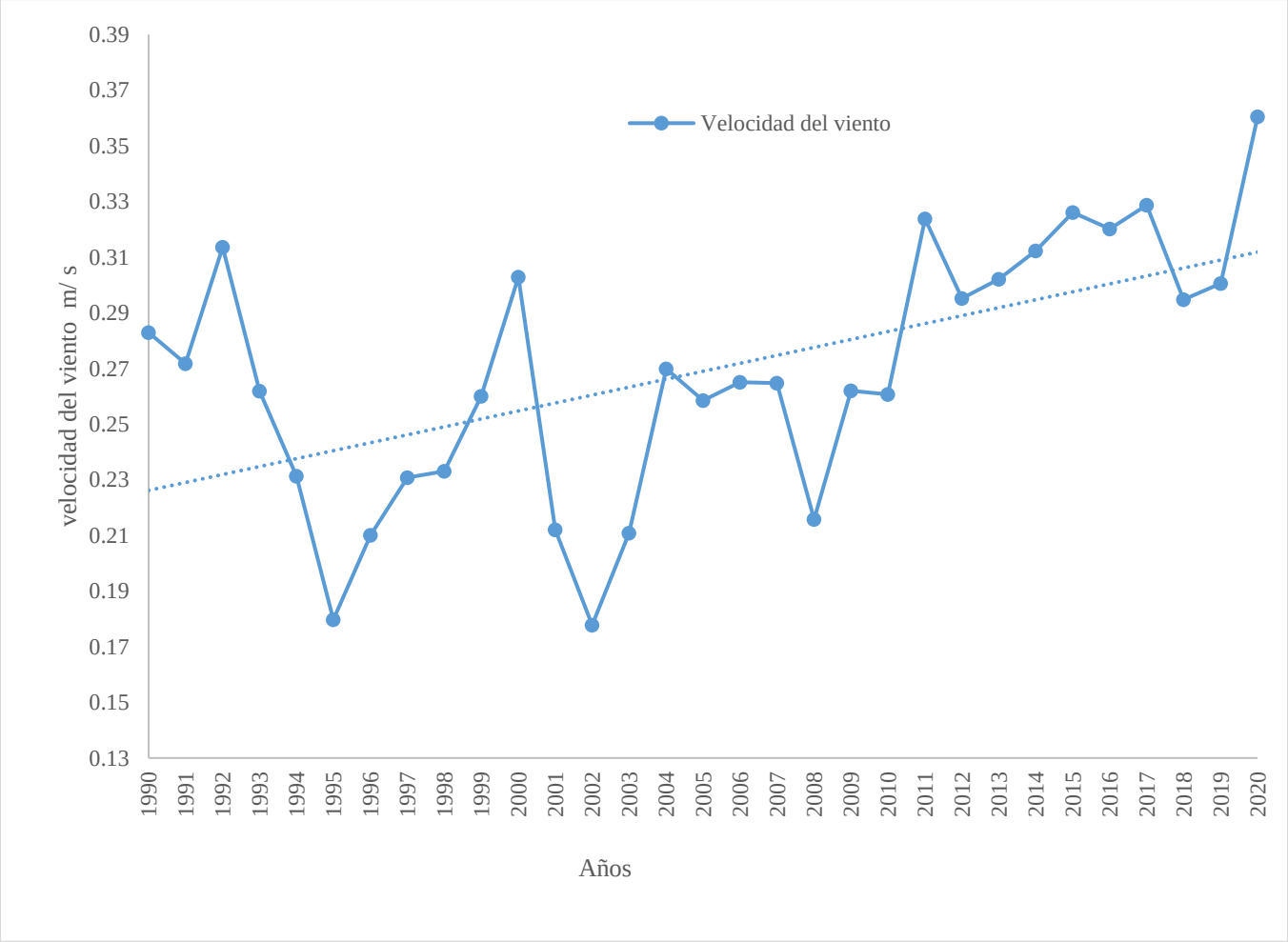

Figura 3-4. Comportamiento de la Velocidad del Viento en la ciudad de Puyo (m/s) período 1990-2021
Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

4.3 Comportamientos de las Temperaturas Mensuales Máxima-Media-Mínima

En la Figura 4 se observa el comportamiento de las Temperaturas Mensuales en orden cronologico en función del año hidrologico.

El Comportamiento de las Temperaturas obtenidas del cálculo de máximas, media y mínimas de los valores de temperaturas mensuales de un periodo de 30 años a partir del 1990 hasta el 2020, determinó que en su Máxima específicamente los meses de enero y noviembre se registran las temperaturas más altas mientras que los meses de mayo, junio y julio presentan las temperaturas más bajas que van entre los valores de 32ºC a 29.8 º C, mientras que la Media resultó que las temperaturas más altas se registran en octubre y noviembre con un valor de 21.8ºC y 21.9 º C, y las temperaturas más bajas se presentan en los meses de junio y julio con valores de 20.9ºC y 20.5ºC respectivamente, en cuanto a temperaturas Mínimas se determinó valores que van desde 13.5ºC la más alta en el mes de marzo y las temperaturas más bajas arrojan un valor de 9.5 ºC, 10ºC y 10.5ºC en los meses de julio agosto y septiembre correspondientemente.

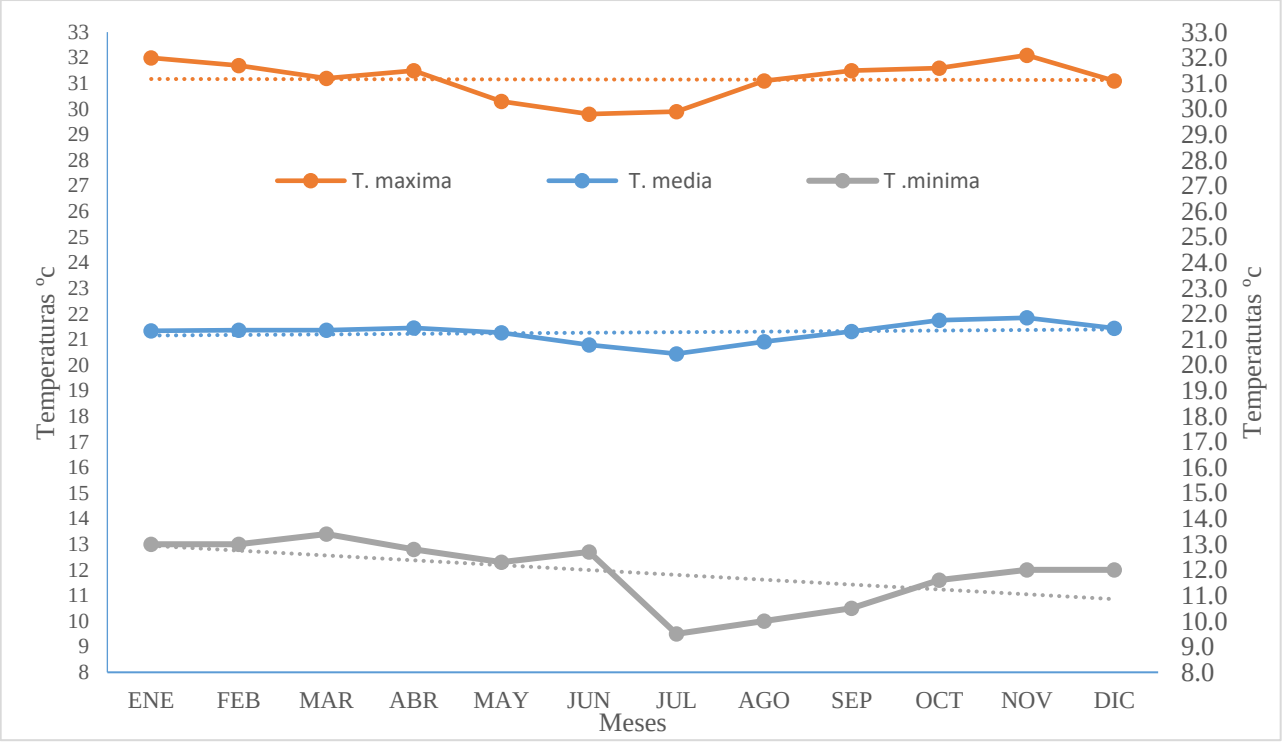

Figura 3-4. Comportamiento de las Temperaturas Mensuales (º C) de la ciudad de Puyo periodo 1990-2021
Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

4.4 Comportamiento de Temperaturas Anuales Medias-Máximas –Mínimas

En la figura 5 se presenta los datos de las temperaturas anuales Medias- Máximas-Mínimas de los últimos 30 años registrados por la estación meteorológica Puyo.

El Comportamiento de las temperaturas anuales obtenidas de 1990 hasta el 2020, se determinó en las temperaturas Máxima una tendencia levemente ascendente con un valor aproximado de 0.2 ºC, mientras que las temperaturas media presentan una tendencia ligeramente ascendente desde el comienzo hasta el final del año hidrológico lo que quiere decir que existe un aumento de 0.5 º C de temperatura, en cuanto a las temperaturas Mínimas muestran una tendencia ascendente bien notable, lo que muestra un aumento de aproximadamente 1º C desde enero hasta diciembre siendo que en los años de 2017-2018-2019-2020 se presenta un aumento de temperatura.

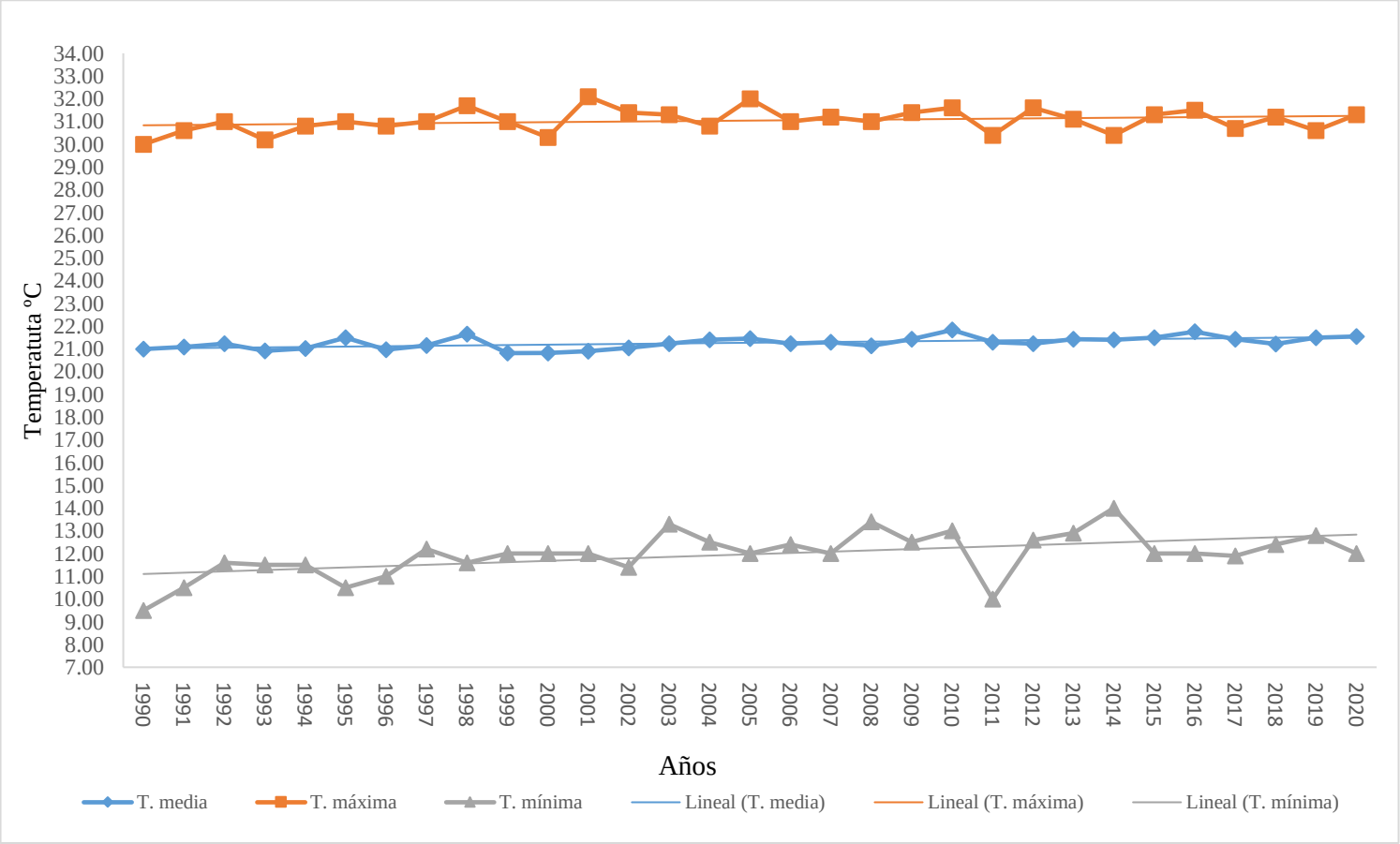

Figura 4-4. Comportamiento de las Temperaturas Máxima-Media-Mínima anuales de la ciudad de Puyo (º C), periodo 1990-2021
Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

4.5 Comportamiento Evaporación, Evapotranspiración Potencial y Precipitaciones Anuales

Los valores anuales registrados en la tabla 1, fueron calculadas sumando todas las precipitaciones, evapotranspiración potencial, precipitación de cada año y cada mes de forma horizontal, realizado este cálculo se obtuvo los valores anuales para su ilustración y comportamiento.

Tabla 6-4. Comportamiento de la Evaporación, Evapotranspiración Potencial y Precipitaciones Anuales

Años	Evaporación	ETo	Precipitación
1990	809,5	688,075	4779,7
1991	947,1	805,035	4486,1
1992	844,1	717,485	3865,4
1993	809,9	688,415	4786
1994	858,5	729,725	4560,8
1995	960,6	816,51	4119,7
1996	866,1	736,185	4351,2
1997	879,2	747,32	4104,7
1998	947,1	805,035	4131,9
1999	854,6	726,41	5025,6
2000	906,2	770,27	4881
2001	851,9	724,115	4621,3
2002	756,7	643,195	4340,7
2003	829,8	705,33	4609,7
2004	832,7	707,795	4728,1
2005	912,9	775,965	4619,2
2006	912,9	722,67	4881,3
2007	929,5	790,075	4507,6
2008	859,1	730,235	4733,9
2009	834,2	709,07	4734,1
2010	953,2	810,22	4031,2
2011	877,4	745,79	4158,8
2012	865,4	735,59	4470,3
2013	783,7	666,145	5120,2
2014	756,2	642,77	4451,6
2015	761,6	647,36	5054,5
2016	792,9	673,965	4868
2017	931	791,35	5268,4
2018	825,6	701,76	4831,2
2019	846,8	719,78	4369,1
2020	851,7	723,945	4949,8

Fuente: Tomado de Anuarios INAMHI (2013)
Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

El Comportamiento de la Evaporación-Precipitación- Evapotranspiración de Referencia se obtuvo mediante el método del tanque evaporímetro tipo A donde utilizamos la evaporación, velocidad del viento, humedad relativa y valores de kp del caso B, estos datos obtenidos fueron de los registros de la estación meteorológica Puyo, en cuanto al comportamiento de la Evaporación se observa que su tendencia lineal es descendente que nos muestra la disminución de evaporación de agua en los 30 años, mientras que la línea de tendencia de la precipitación nos muestra un ascenso muy significativo en la cantidad de precipitación distribuida en los años de estudio, para la Evapotranspiración su línea de tendencia es continua y lineal que no muestra mayor variación durante los años.

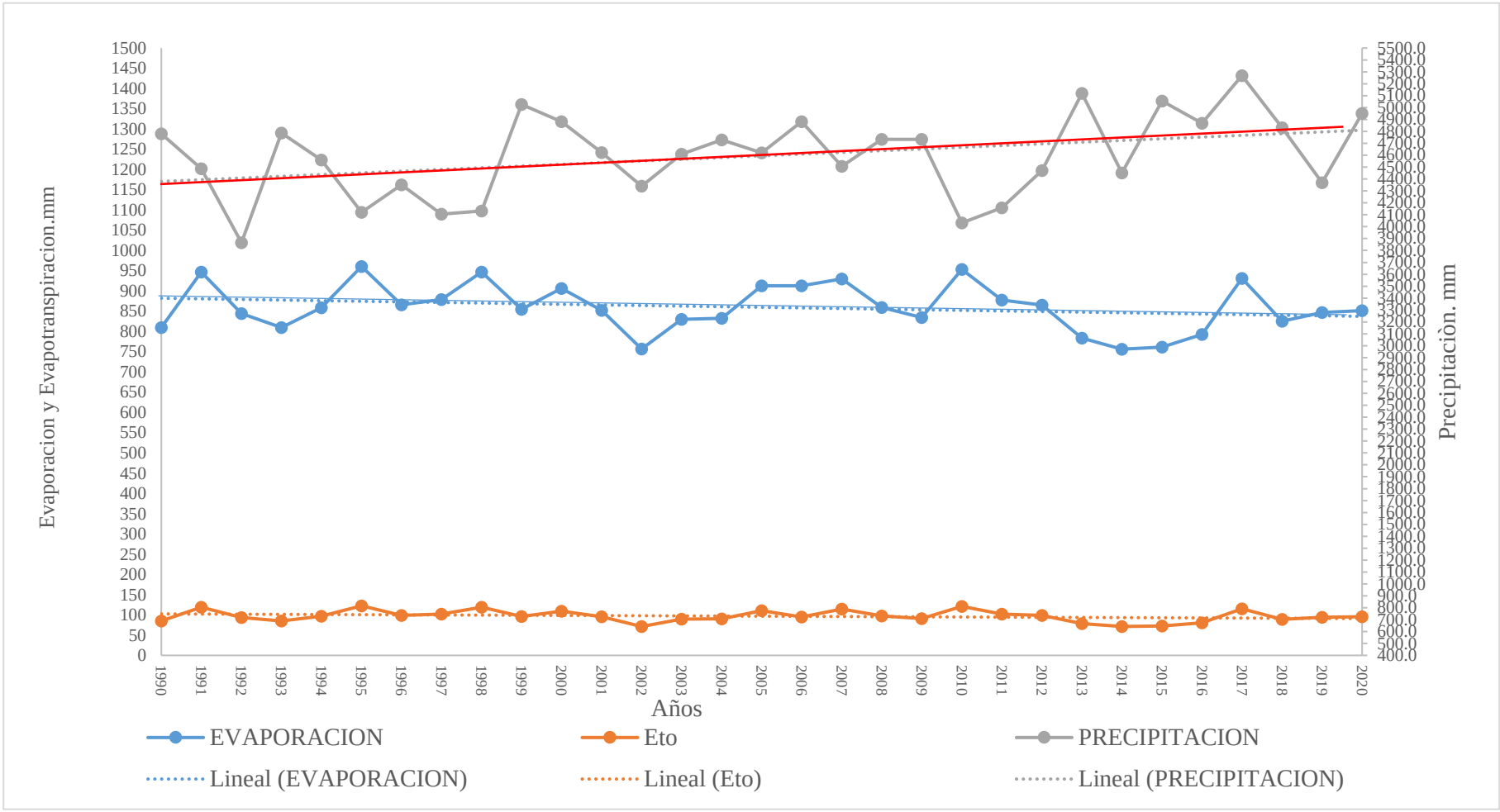

Figura 5-4. Comportamiento de la Evaporación Precipitación y Evapotranspiración Potencial (mm) Anuales, Periodo 1990-2021
Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

4.6 Balance Hídrico Climático Anual y General de Puyo (BHC)

4.6.1 *Balance Hídrico Climático Anual*

En la Tabla 2 se puede apreciar los resultados obtenidos del Balance Hídrico de los 30 años registrados en la estación meteorológica Puyo

Para el cálculo del BHC, se trabajó con una sola estación meteorológica ubicada en Pastaza, donde se recopilo datos de los anuarios meteorológicos como en las libretas de observación diaria proporcionados por el responsable de la estación, para el cálculo del BHC se trabajó con datos de periodo de retorno de por lo menos 30 años los cuales fueron precipitación y evapotranspiración potencial, y otros datos de variables climáticas, dichos valores mencionados fueron promediados para cada mes con el fin de obtener un valor representativo como se muestra en la tabla 2.

El balance hídrico para los años de 1990 y 2020 se determinó que ETP durante todos los años se ha mantenido entre los 796,96 mm en el año 1999 que se considera el más bajo y 822,97 mm en el 2019 con el valor más alto , mientras que el excedente se encuentra con valores de 2961.06 mm en el año 1992 como el valor más bajo, mientras que el valor más alto en el año 2013 con 4211, 66 mm .en cambio el déficit e índice de aridez se mantienen en 0 durante todo los años de estudio en cuanto al índice de humedad en el año de 1992 se registra un valor más bajo de 368,14 mm y en el año de 2017 un valor de 539,14 mm considerado el más alto .

Se aplicó el sistema de clasificación climática de Thornthwaite para cada año que conforma el registro histórico de 30 años, considerando los valores que se obtuvieron de los índices de humedad global, índice de aridez, evapotranspiración potencial y la concentración estival de la eficiencia térmica, lo que dio como resultado una clasificación de A,r,B´$_2$,a’.

Tabla 7-4. Balance Hídrico Climático Anual de Puyo Periodo 1990-2020

Años	Excedentes	Déficit	ETP	Índice de Aridez	Índice de Humedad Global	Clasificación climática
1990	3879,80	0	799,90	0	485,033	A,r, B´$_2$,a`
1991	3584,52	0	801,57	0	447,188	A,r, B´$_2$,a`
1992	2961,06	0	804,34	0	368,137	A,r, B´$_2$,a`
1993	3887,36	0	798,64	0	486,747	A,r, B´$_2$,a`
1994	3660,37	0	800,43	0	457,298	A,r, B´$_2$,a`
1995	3209,68	0	810,02	0	396,248	A,r, B´$_2$,a`
1996	3451,72	0	799,48	0	431,749	A,r, B´$_2$,a`
1997	3201,49	0	803,21	0	398,584	A,r, B´$_2$,a`
1998	3218,34	0	813,56	0	395,586	A,r, B´$_2$,a`
1999	4128,64	0	796,96	0	518,051	A,r, B´$_2$,a`
2000	3983,95	0	797,05	0	499,838	A,r, B´$_2$,a`
2001	3722,75	0	798,55	0	466,187	A,r, B´$_2$,a`
2002	3439,80	0	800,90	0	429,490	A,r, B´$_2$,a`
2003	3705,47	0	804,23	0	460,746	A,r, B´$_2$,a`
2004	3820,21	0	807,89	0	472,859	A,r, B´$_2$,a`
2005	3710,04	0	809,16	0	458,508	A,r, B´$_2$,a`
2006	3976,96	0	804,34	0	494,436	A,r, B´$_2$,a`
2007	3602,00	0	805,60	0	447,120	A,r, B´$_2$,a`
2008	3831,23	0	802,67	0	477,312	A,r, B´$_2$,a`
2009	3825,28	0	808,82	0	472,946	A,r, B´$_2$,a`
2010	3113,31	0	817,89	0	380,653	A,r, B´$_2$,a`
2011	3253,04	0	805,76	0	403,724	A,r, B´$_2$,a`
2012	3565,70	0	804,60	0	443,161	A,r, B´$_2$,a`
2013	4211,66	0	808,54	0	520,899	A,r, B´$_2$,a`
2014	3543,45	0	808,15	0	438,465	A,r, B´$_2$,a`
2015	4144,43	0	810,07	0	511,611	A,r, B´$_2$,a`
2016	3951,83	0	816,17	0	484,190	A,r, B´$_2$,a`
2017	4359,76	0	808,64	0	539,144	A,r, B´$_2$,a`
2018	3927,05	0	804,15	0	488,345	A,r, B´$_2$,a`
2019	3446,13	0	822,97	0	418,741	A,r, B´$_2$,a`
2020	4038,62	0	811,18	0	497,870	A,r, B´$_2$,a`

Fuente: Adaptado de: Almorox, J. (s.f.)
Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

4.6.2 *Balance Hídrico Climático General*

De este balance general se obtienen parámetros como la Evapotranspiración Potencial; ETP con un valor histórico de 729 mm ; una Reserva de 100 mm en todos los meses; Ex; un excedente total de 3806,5 mm; F: faltante con valores 0 mm en todos los meses ; Gd: un gasto drenaje que no sobrepasa los 392,9 mm en el mes de junio y no es menor de 105 mm en el mes de enero ; Ia: índice de aridez con valores de cero ; Ih: índice de humedad con un valor de 522,2 ; Im: índice de humedad global con una valor de 522,2., los índices más seco con una ETP es de 199,5 mm y eficiencia térmica de 27,4 % , que se utilizaron para la clasificación mencionada por Thornthwaite, todos los valores obtenidos se encuentran en unidades de mm a excepción de la eficiencia térmica . Que los meses con menor precipitación son febrero-agosto-septiembre.

Tabla 8-4. Balance Hídrico General de Puyo año 1990-2020

	Balance Hídrico Climático												
	ENE	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	
Precipitación	366,1	343,9	391,5	485,1	473,2	454,2	372,6	300,4	301,9	377,3	391,0	378,3	
ETP	56,2	52,0	55,4	56,9	54,6	51,5	57,0	67,6	74,9	77,5	66,7	58,7	
P-ETP	309,9	291,9	336,1	428,2	418,6	402,7	315,7	232,8	227,0	299,8	324,2	319,6	
Reserva	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Excedente	209,9	291,9	336,1	428,2	418,6	402,7	315,7	232,8	227,0	299,8	324,2	319,6	3806,5
Faltante	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasto drenaje	105,0	198,4	267,3	347,7	383,2	392,9	354,3	293,6	260,3	280,0	302,1	310,9	
Ia	0	**r**											
Ih	522,2												
Im	522,2	**A**											
Etp Jl-Ag-Se	199,5												
Eficiencia Térmica	27,4	**a`**											
Suma General ETP	729,0	B´$_2$											

Fuente: Adaptado de: Almorox, J. (s.f.)
Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

4.7 Sistema de Clasificación Climática General Thornthwaite

Para la clasificación climática general de Thornthwaite de los 30 años de estudio se identificó los índices relevantes, los que se compararon con los valores obtenidos del balance hídrico y se categorizo.

4.7.1 *Clasificación Climática Thornthwaite Anual y General*

La aplicación del sistema de clasificación de Thornthwaite al balance hídrico general histórico desde el año 1990 al 2020 nos determinó que el índice de humedad global se encuentra en el tipo A, su descripción es perhúmedo ya que la condición se encuentra en un rango de mayor a 100; en cuanto al índice de aridez un tipo r, descripción es falta de agua pequeña o nula, en un rango de mayor o igual a 0 hasta 16.7; para la Evapotranspiración Potencial su tipo es B´2 con la descripción de segundo mesotermal porque su condición se encuentra entre mayor o igual a 712 y menor o igual a 855; mientras que para el parámetro de Concentración Estival de la Eficiencia Térmica dio un tipo a´ que se encuentra en una condición menor a 48,0%.

Tabla 9-4. Tipo de Humedad según las condiciones

Índice de Humedad Global		
Tipo	Descripción	Condición
A	**Perhúmedo**	**Im (522,22) > 100**

Fuente: Tomado de: Almorox, J. (s.f.).
Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

Tabla 10-4. Tipo de humedad según la variación estacional solo para tipos de humedad A, B, C2 (per húmedo, húmedo y subhúmedo)

Índice de Aridez		
Tipo	Descripción	Condición
r	**Falta de agua pequeña o nula**	**16,7 > Ia (0) ≥ 0**

Fuente: Tomado de: Almorox, J. (s.f.).
Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

Tabla 11-4. Tipo según la Evapotranspiración Potencial

Evapotranspiración Potencial		
Tipo	Descripción	Condición
B´2	**Segundo Mesotérmico**	**855 ≥ ETP (729,0) ≥ 712**

Fuente. Tomado de: Almorox, J. (s.f.**)**
Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

Tabla 12-4. Tipo de concentración Estival según la Eficacia Térmica

Eficacia Térmica	
TIPO	CONDICIÓN
a´	**48,0 > ETP% (27.4)**

Fuente: Tomado de: Almorox, J. (s.f.)
Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

Tabla 13-4. Resumen de la Clasificación de Thornthwaite basándose en los parámetros obtenidos del Balance Hídrico General de Puyo

Sistema de Clasificación Climática Thornthwaite			
Índice de Humedad Global(Im)	A	522,2	
Índice de Aridez(Ia)	r	0,0	
Evapotranspiración Potencial(ETP)	$B´_2$	729,0	**A,r,$B´_2$,a`**
Concentración Estival de la Eficiencia Térmica (ETPv%)	a´	27,4	

Fuente. Tomado de: Almorox, J. (s.f.)
Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

4.8 DISCUSIÓN

Se determinó que la humedad relativa dentro de los treinta años de estudio demuestra una tendencia a disminuir con el pasar de los años, el promedio anual inicial de HR fue 89.83 % en 1990 y en el 2020 fue de 86.92%, esto se atribuye al incremento de la Temperatura Máxima que fue de 0.2 º C (figura 3) y además al incremento de la velocidad de los vientos de convergencia orográfica que arrastran el vapor de agua del ambiente reduciendo la presencia de humedad. Según Serrano *et al.*, (2012) el efecto Foehn describe que las masas de aire provenientes del océano Pacifico cargadas de humedad se enfrían y chocan al pie de monte del barlovento de la cordillera lo que ocasiona la retención de vapor de agua, quedando así una masa de aire seco que baja por el sotavento acumulando la humedad del entorno y causando la reducción de la humedad relativa, además el incremento de la temperatura ocasiona que los vientos se calienten y se eleven, al llegar a un punto dicho viento se enfría creando nubes, esto influye en la formación de precipitaciones torrenciales en poco tiempo, por lo tanto la cantidad de precipitación en la ciudad de Puyo no muestra una reducción, está a su vez va en aumento, según estudios realizados por Naizaque *et al.*, (2014), afirma que la traspiración de las plantas influyen en el incremento del agua disponible en el ambiente ya que a menor humedad relativa y mayor temperatura, mayor transpiración de las plantas, mientras que el análisis de las Temperaturas Mensuales Máximas- Medias- Mínimas demuestran que no existe mayor variabilidad en los meses analizados por ende las temperaturas máximas y medias se mantienen, sin embargo, las temperaturas mínimas tienen un descenso considerable desde el comienzo del año, según los estudios e investigaciones meteorológicos INAMHI, (2007) menciona un descenso en las temperatura extremas mínimas con un valor de 15ºC en Puyo y Macas, considerando también que el cambio climático puede estar influenciado por las condiciones atmosféricas y la presencia del fenómeno de la niña siendo así el descenso de la temperatura mínima, como menciona, Transmonte et al. (2010), que la tendencia negativa de la temperatura minina está relacionada en un 50% de probabilidad analizada con el fenómeno de la niña que suele ir acompañada con sus bajas temperaturas, sin embargo para Palme *et al*., (2016), el incremento de la temperatura se debe al fenómeno conocido como “isla de calor” el cual puede intensificar los comportamientos en las temperaturas que depende también de las condiciones del lugar, este

fenómeno tiene relación con las complejas estructuras urbanas que se ha diseñado y fuentes de calor antropogénico. Además, según estudios realizados por Jiménez (2012) las proyecciones de escenarios futuros a 100 años en la Región Amazónica y específicamente en las provincias de Orellana y Pastaza se prevén un aumento de 5 º C en la temperatura. Con respecto a la precipitación, evaporación y evapotranspiración dentro de los 30 años que se estudiaron se analizó que el comportamiento tiene un notable incremento, lo que se afirma según el estudio de Jiménez (2012) que hay una tendencia creciente en la pluviosidad en la región Amazónica de aproximadamente + 4.8% en la provincia de Pastaza, además, de la influencia que tiene la zona de convergencia intertropical como también el aire húmedo de la cuenca amazónica y su extensa vegetación que suma vapor de agua mediante la transpiración de las plantas, que son parámetros que se relacionan con el aumento de la precipitación (García *et al*,.1998). Para el comportamiento de la evaporación se evidencia una leve tendencia a disminuir, lo que confirma el estudio realizado por Carlosama *et al*., (2019) menciona que las variables climáticas como la evaporación y la humedad están disminuyendo mientras que las temperaturas están incrementando y esto se da por el crecimiento constante de la población, la isla de calor y según Serrano *et al*., (2012) al cambio de uso de suelo de las urbanizaciones que con el pasar de los años incrementan su extensión (INEN 2010). Así mismo la evapotranspiración no presenta ningún tipo de variación en su comportamiento, lo que se visualiza en la figura 5 teniendo una tendencia constante. Según Costa *et al.,* (1999) menciona que parámetros climatológicos como la precipitación, evapotranspiración y la escorrentía se han mantenido casi constantes dentro de la región Amazónica.

Por otra parte, según el Balance hídrico dentro de los 30 años determino que el excedente muestra que las reservas han permanecido saturadas durante todo el año hidrológico, en cuanto a la evapotranspiración corregida mensual, no han superado las precipitaciones cumpliendo así su cuota de proveer vapor de agua a la atmosfera manteniendo el índice de humedad global. INAMHI (2013) menciona que a pesar que se ve una variabilidad en el comportamiento de la precipitación en ciertos años ha permitido el incremento sin ningún sesgo de las reservas de agua, dando un superávit hídrico, siendo así la evapotranspiración menor que la precipitación presente en la ciudad Puyo (Almorox, 2003). Para el balance

hídrico general histórico se muestra que al basarse en los balances hídricos individuales hechos para cada año no generan mayor variación, más bien se replica, según Almorox, (2003) contrasta que la evapotranspiración al ser menor que la precipitación, las reservas del suelo se mantienen y hasta existen excedentes, en cuanto a los meses considerados secos como son julio junio y agosto la eficiencia térmica es baja y tampoco muestra un déficit de agua.

Por último el análisis de la clasificación climatológica de Thornthwaite anual según Almorox, (s/f) indica que la clasificación climática para cada año dio los siguientes índices (A,r,B´2,a`) que pertenece a un tipo de clima Perhúmedo-Segundo Mesotermal y para la clasificación climatológica de Histórica se replicó los índices (A,r,B´2,a`) que al igual pertenece a un tipo de clima Perhúmedo-Segundo Geotermal.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos dan a conocer los comportamientos meteorológicos que se generan en un radio de 10 km alrededor de la estación meteorológica Puyo (M0008), por consiguiente en la ciudad de Puyo el comportamiento de la Humedad Relativa presentó una leve tendencia a disminuir; una reducción no muy significativa, lo que está relacionado estrechamente con el comportamiento del Viento y con las Temperaturas Máximas, Medias y Mínimas ya que mostraron un incremento según la conducta analizada de treinta años, para el comportamiento de las temperaturas promediadas mínima mensual se observó una disminución lo que indica un clima extremo específicamente frio que se desarrolló en el año de 1990, además para el parámetro de precipitación se obtuvo un aumento significativo mientras que la evaporación mostro un ligero descenso.
- En cuanto al comportamiento de la evapotranspiración potencial, que fue obtenida mediante el tanque evaporímetro tipo A caso B describe una conducta continua sin ninguna variación significativa dentro del estudio de datos históricos.
- Por otro lado el balance hídrico climático general de la ciudad de Puyo mediante la aplicación de una media aritmética en los valores anuales de los balances hídricos individuales calculados por cada año de estudio, se aplicó el método directo de Thornthwaite que determina la diferencia entre la precipitación y evapotranspiración potencial, en el cual todos los meses fueron húmedo ya que dichas diferencias (P-Et) fueron mayores a 0 lo que quiere decir que las entradas superaron considerablemente a las salidas, en cuanto a las reservas (R) durante todos los meses se mantuvieron en 100 mm y sobrepasaron la capacidad de reserva máxima del suelo entonces el agua en exceso comenzó a escurrir; además, la suma de la evapotranspiración potencial durante todos los meses se mantuvieron engrosadas y no hubo desequilibrio; al no existir faltantes (F) las necesidades potenciales para evaporar y transpirar se cumplieron; con respecto a los valores de exceso (E) fueron altos y lo que no entro a la reserva se perdió por escorrentía superficial.

- Finalmente la aplicación del método de clasificación de Thornthwaite, los Índices relevantes que consideraron son Índice de Humedad Global donde se obtuvo un valor de 522,2 que es el tipo A(húmedo), para el Índice de Aridez un valor de 0 que es tipo r (Falta de agua pequeña o nula), mientras que la Evapotranspiración Potencial se determinó un valor de 729,0 mm que pertenece al tipo B´2 (segundo mesotermal), para la Concentración Estival de la Eficiencia Térmica se dedujo un valor de 27.4 % que representa un valor bajo por ende tiene un tipo a´ dentro de la clasificación todo esto quiere decir que la ciudad de Puyo tiene un clima Perhúmedo-Segundo Geotermal y no tiene déficit de agua en el suelo durante ninguna de las estaciones.

5.2 RECOMENDACIONES

- Es recomendable realizar estudios con otras instituciones tanto públicas como privadas que generen información climática necesaria para que no exista carencia de información en el país.
- Se sugiere aumenta el número de estaciones en la región oriente con el propósito de generar información climática e hidrológica, y con ello la optimización de información histórica para el uso de estudiantes e investigadores.
- Es necesario actualizar y dar mantenimiento tanto para la estación como para los equipos meteorológico, con el objetivo de obtener datos eficientes específicamente del comportamiento de la precipitación en la ciudad de Puyo.
- Promover a la institución rectora de meteorología e hidrología la oportunidad de empleo a estudiantes, como también dos técnicos meteorólogos para los registros de las variables climáticas para disminuir la pérdida de información que son registradas diariamente.

CAPITULO VI BIBLIOGRAFIA

Alfonzo, I. (1994). Técnicas de investigación bibliografías. Contexto Editores, Caracas, pp.217.

Almorox, J. (2003) *Climatología aplicada el medio ambiente y agricultura*. (201pp.) Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Recuperado de: file:///C:/Users/USER/Downloads/Balancehidricodirecto.pdf en diciembre 2020

Almorox, J. (s.f.). Métodos de estimación de la evapotranspiración ETp y ETr. Recuperado de:http://ocw.upm.es/pluginfile.php/675/mod_label/intro/Thornthwaiteclasificacion climatica.pdf en 1 de junio 2021.

Allen, R., Pereira, D. y Smith, M. (1998). Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de requerimientos de agua de los cultivos. FAO. Roma. Recuperado de file:///C:/Users/USER/Downloads/idp56s.pdf en enero2021.

Aparicio, F. (1992). Fundamentos de hidrología y superficie primera reimpresión editorial lima.

Arriaga, P. (2015,octubre). Medida de la precipitación. IAgua. Recuperado de https://www.iagua.es/user/login?destination=node/66169 en septiembre 2020.

Barry, R.G., y Chorley, R. J. (2003). *Atmosphere weather and climate*. Londres, Inglaterra: Routledge. Recuperado el 10/11/2020

Carlosama, L., & Herrera, M., (2019). Dendroclimatologia Tropical sobre la Región Amazónica: Mera, Pastaza. (Tesis de Posgrado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Quito, Ecuador). Recuperado de: https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17694/1/UPS%20-%20ST004287.pdf en junio 2021.

Costa, M., & Foley, J. (1999). *Trends in the hidrologyc cycle of the amazon basin*. Journal of geographysical. 104(D12) pg. 14,189-14,198. Recuperado de https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/1998JD200126 en junio 2021.

Del Toro, F. J., Kretzschmar, T., y Hinojosa, A. (2014) estimación del balance hídrico en una cuenca semiárida, El Mogor, Baja California, Mexico.Tecnologia y ciencias del agua, 5(6), 69-81. Recuperado el 13 de noviembre de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222014000600005&lng=es&tlng=es.

FAO (2006) *"*Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos" Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), ISBN 92-5-304219-2. Roma, Italia. Extraído de http://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf en noviembre 2020.

Flores, S. (1996). Diccionario de Términos Meteorológicos más usuales. Revistas Informativa de Ciencia * Cultura. Organización Mexicana de Meteorólogos A.C. 7(8). Recuperado en: http://urban.diau.buap.mx/sinopsis/diccionario-de-terminos-meteorologicos-mas-usados.pdf en junio 2021.

García, M., Villalba, F., Araguas-Araguas, L., y Rozanski, K. (1998). *The role of atmospheric circulation patterns in controlling the regional distribution of stable isotope contents in precipitation: Preliminary results from two transects in the Ecuadorian Andes*. 127-140 Internacional Atomice Energy Agency (IAEA): IAEA. Obtenido de https://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:29044418.

Galarza. (2017). *EVALUACIÓN METEOROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO MACHÁNGARA* (Tesis para la obtención de Ingeniero Ambiental, Cuenca, Ecuador). Recuperado de: http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/26301/1/Tesis.pdf en noviembre 2020.

GeoportalEcuador. (2013). Capas de información geográfica básica del IGM de libre acceso. Recuperado de http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/cartografia-de-libre-acceso-escala-50k/ en julio 2021.

INAMHI. (2011). *Manual de Observaciones Meteorológicas.* Quito, Pichincha, Ecuador: INAMHI. Recuperado en septiembre 2020 de https://issuu.com/inamhi/docs/instrumentos_met/21

INAMHI. (2013). Boletín agro meteorológico década. Recuperado de http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/bdecadal/diciembre/decada2/agro_dic_dec2.pdf en junio 2021.

IDEAM. (2019). Glosario Meteorológico. Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales. Subdirección de Meteorología. Bogotá- Colombia. Recuperado de: http://www.ideam.gov.co/documents/11769/72085840/Anexo+10.+Glosario+meteorol%C3%B3gico.pdf/6a90e554-6607-43cf-8845-9eb34eb0af8e en junio de 2021.

Jiménez, N., S. (2012). Impacto del Cambio Climático en la Agricultura de Subsistencia en el Ecuador. Serie Avance de Investigación. Nº 66. (28-29 pp.). Madrid. Recuperado de: https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2014/08/AI66.pdf

Lema, C. L. (2018). Analisis Geoespacial para la determinacion de vapor de agua Troposferico con datos de Gps en Ecuador.(Tesis de posgrado). Universidad Politecnica Salesiana Sede Quito.(pp.43) Recuperado de : https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16069/1/UPS%20-%20ST003734.pdf

López J. (2016) *Irrigación y drenaje* México. Recuperado de: dehttps://calificaciones.weebly.com/uploads/1/0/6/5/10652/evaporimetro.pdf en noviembre 2020.

Llorens, P. (2003). La evaluación y modelización del balance hidrológico a escala de cuenca. *Ecosistemas*, *12*(1). Recuperado a partir de https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/323 en enero 2021

Mellado M., Roblek. y Vásquez C. (2017). *Evapotranspiración del cultivo* Chile. Recuperado dehttps://www.studocu.com/cl/document/universidad-nacional-andres-bello/ingenieria-ambiental/trabajo-tutorial/evapotranspiracion-del-cultivo/4231963/view en nobiembre2020.

Montaner, M. & Sánchez, E. (1988). Aproximación, por el método de Thornthwaite, al cálculo de infiltraciones de Lluvia útil. Papeles Geografía Nº14 pp. 223-235. Recuperado de: file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-

AproximacionPorElMetodoDeThornthwaiteAlCalculoDeIn-105434%20(4).pdf en junio de 2021.

Naizaque, J., Garcia, G., Fisher, G. y Melgarejo, L. (2014, junio). Relación en la densidad estomática, la transpiración y las condiciones ambientales en Feijoa. Rev. U.D.C.A. Act. & Div. Cienti., 17(1), 115-121. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v17n1/v17n1a13.pdf julio, 2021.

Núñez-González, G., Velázquez-Pérez, D., Pelayo-Cortés, F. J. & Barboza-Jiménez, P. (2014). Análisis del comportamiento de la evapotranspiración de referencia durante el periodo de lluvias en cinco estaciones meteorológicas de la cuenca Lerma-Chapala. Ingeniería en Agrícola y Biosistemas. 11(2). 147-159. Doi: 10.5154/r.inagbi.2018.06.014

OMM, (2017) Directrices de la Organización Meteorológica Mundial sobre el cálculo de las normales climáticas. Geneva, Suiza: OMM-N° 1203.Recuperado el 16 de junio 2021 https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4167.

Ortiz, R., Tamayo, C., Chile, Maritza, A. y Méndez, A., (2018). Coeficiente del Tanque Evaporímetro Clase A para estimar la evapotranspiración de referencia para el Valle de Tumbaco. *Revista Siembra.* Universidad Central del Ecuador.5 (1). Doi: https://doi.org/10.29166/siembra.v5i1.1424

Pladeyra 2003. Paisajes hidrológicos y balance hídrico de la cuenca Lerma Chapala, México. Recuperado de https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/balance_hidrico.pdf en enero 2020.

Palme, M., Lobato, A., y Carrasco, C. (2016). Global Warmning and Urband Heat island I South – America. Estimating the impact on the Thermal demand of residential buildings in the Pacific coastal cities by simulations studies in Chile-Peru-Ecuador. Ponencia Presentada en PLEA 2016-Los Angeles -32th International Conference on Passive and Low Energy Architecture Cities Buildings, people: Towards Regenerative Environments: 11-13 july, 2016. Recuperado de:repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/15805/1/REXTN-Ci1-09-Guillen.pdf en julio 2021.

PCE Ibérica S. L. (2014). Que es una estación meteorológica. Recuperado de: https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/que-estacion-meteorologica.htm en noviembre 2020.

PDOT. (2020). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Recuperado de https://puyo.gob.ec/wp-content/uploads/documentos/departamentos/planificacion/pdot/pdot-pastaza-2020-2030.pdf en julio 2021.

Randon, C. y Chile, M. (2020, mayo). Método de cálculo para estimar la evapotranspiración de referencia para el Valle de Tumbaco. Siembra, 7(1), 70-79. Recuperado de https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/1450/2200 en septiembre 2020.

Rivas, D. (2018). El clima, caracteres, causas, clasificación, fenómenos y alteraciones. (Tesis de posgrado, universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Lima-Perú) Recuperado de:https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/4103/El%20clima%2C%20caracteres%2C%20causas%2C%20clasificaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y en junio 2021.

Rodríguez, M. (2017). Trabajo practico de climatología aplicaciones de índices y clasificaciones climáticas, Ecuador. Universidad de la Rioja, 74(1), 28-29. Recuperado de file:///C:/Users/Invitado/Downloads/Dialnet-TrabajoPracticoDeClimatologia-699751.pdf en julio 2021.

Ruiz-Corral, J. A., Ramírez-Díaz, J. L., Flores-Mendoza, F. J. & Sánchez-Gonzales, J. J. (2000). Cambio climático y efectos sobre las áreas potenciales para maíz en Jalisco, México. Revista Fitotecnia Mexicana. 23(2). 183-194. Doi: https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/23-2/2a.pdf

Sánchez, J. (2020). Evapotranspiración. Concepto de evapotranspiración, utilidad unidades. Recuperado de https://hidrologia.usal.es/temas/Evapotransp.pdf en septiembre 2020.

Serrano, S., Moscoso, Z., Jácome, V., Palacios, E., Villacís, M. (2012). ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS METEOROLÓGICOS MENSUALES Y DIARIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO. La Granja. Revista de Ciencias de la Vida. 16(2), 23-47[fecha de Consulta 14 de junio de 2021]. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476047400004

Tejada, A., Méndez, I., Rodríguez, C. y Tejada, E. (2018). La humedad en la atmosfera bases físicas, instrumentos y aplicación. Universidad de Colima, Colima-México. Recuperado de http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/La-humedad-en-la-atmosfera_466.pdf en septiembre 2020.

Thortnthwaite, CW, Mather, JR. El Papel d ela evapotranspiracion en el clima. ARch. Met. Geoph. Biocl. B. 3,16-39(1951). Doi: https://doi.org/10.1007/BFO2242588

Thornthwaite, C. W., & Mather, J. R. (1955). The Water Balance. Publications in Climatology, VIII(1), 101. Recuperado el 14 de 11de 2020, de https://oregondigital.org/downloads/oregondigital:df70pr001

Villafañe, G., Basso, Carmen, Villafane, R. (2016). Evapotranspiración y coeficiente de cultivo de stevia (*Stevia rebaudiana(*Bertoni*)-Bertoni).* Bajo Condiciones Parcialmente Protegidas. *Revista Biagro.* 28(2). Pag. 131-136. Doi: http://ve.scielo.org/pdf/ba/v28n2/art08.pdf.

ANEXOS

Anexo 1. Datos Humedad Relativa mensual de Puyo, periodo 1990-2020

N°Datos	Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1990	91	91	92	91	92	92	90	86	86	87	90	90
2	1991	87	87	91	91	92	90	89	84	85	85	88	89
3	1992	89	89	89	90	89	90	88	86	88	87	88	91
4	1993	90	90	90	90	89	90	89	88	88	89	89	89
5	1994	89	90	89	90	91	89	89	85	86	87	88	90
6	1995	88	86	89	89	90	89	87	84	85	86	89	88
7	1996	92	89	91	89	89	89	89	87	85	88	86	89
8	1997	89	91	90	89	92	88	87	85	86	86	90	90
9	1998	88	89	91	91	90	90	89	85	85	86	87	88
10	1999	91	91	88	92	91	91	89	85	87	88	89	90
11	2000	90	88	89	91	91	92	91	89	87	86	88	90
12	2001	89	89	90	91	90	91	90	87	88	89	89	90
13	2002	89	92	92	90	91	89	91	86	86	88	88	92
14	2003	91	89	91	90	91	90	88	90	88	85	89	90
15	2004	87	87	90	88	88	91	90	86	87	88	89	89
16	2005	88	90	89	90	89	90	88	85	85	88	89	89
17	2006	90	90	90	88	89	90	87	86	86	87	89	91
18	2007	92	86	90	90	89	90	88	85	86	87	89	88
19	2008	89	90	89	89	91	90	89	85	85	86	87	88
20	2009	92	92	89	90	89	90	88	87	85	87	87	88
21	2010	86	86	87	89	89	89	87	84	85	86	88	90
22	2011	88	90	89	87	89	89	89	84	87	87	88	89
23	2012	89	89	91	89	90	88	87	85	86	86	87	89
24	2013	89	90	89	88	90	90	88	87	85	86	87	87
25	2014	89	90	90	89	89	89	89	85	86	87	89	88
26	2015	91	90	91	90	90	89	89	84	83	84	87	89
27	2016	87	90	89	88	89	89	88	85	86	85	87	88
28	2017	89	89	89	88	89	89	89	86	85	88	88	88
29	2018	89	88	89	89	90	89	88	86	84	87	89	89
30	2019	88	89	89	87	87	89	89	86	83	86	87	89
31	2020	88	87	88	88	89	87	88	83	85	86	84	90

***Elaborado por**: Perez y Toscano (2021)*

Anexo 2. Velocidad del viento a 2 metros mensual de Puyo, periodo 1990-2020

Datos	Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1990	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
2	1991	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
3	1992	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
4	1993	0,3	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
5	1994	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,4
6	1995	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
7	1996	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2
8	1997	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
9	1998	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
10	1999	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
11	2000	0,4	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
12	2001	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
13	2002	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
14	2003	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
15	2004	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
16	2005	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
17	2006	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
18	2007	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
19	2008	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2
20	2009	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3
21	2010	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2
22	2011	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
23	2012	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
24	2013	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3
25	2014	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3
26	2015	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
27	2016	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
28	2017	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3
29	2018	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
30	2019	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
31	2020	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3

Elaborado por: *Perez y Toscano (2021)*

Anexo 3. Temperatura Media °C de Puyo, periodo 1990-2021

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	21,0	21,2	21,2	21,5	21,0	20,6	19,6	20,6	20,9	21,7	21,4	21,2
1991	21,7	21,4	21,5	20,9	21,2	21,2	20,2	20,0	20,9	21,2	21,5	21,3
1992	21,8	21,5	21,7	21,6	21,7	20,8	20,2	20,7	20,9	21,2	21,5	21,1
1993	20,8	20,9	20,7	21,2	21,5	20,6	20,1	20,4	20,8	20,9	21,7	21,4
1994	21,3	21,0	21,2	21,1	20,8	20,5	20,1	20,5	21,2	21,6	21,6	21,3
1995	21,5	22,0	21,5	21,8	21,0	21,2	21,0	21,4	21,6	21,8	21,7	21,5
1996	20,4	20,8	20,9	21,5	21,2	20,5	20,0	20,5	21,4	21,3	21,9	21,2
1997	21,4	20,4	21,2	21,1	20,6	21,1	20,3	20,9	21,6	22,3	21,5	21,5
1998	22,1	22,5	22,0	22,2	21,8	20,8	20,6	21,2	21,4	21,7	22,0	21,6
1999	20,9	20,8	21,4	20,5	20,5	20,5	19,8	20,4	21,2	20,8	21,6	21,4
2000	20,9	21,0	20,8	20,7	20,8	20,4	19,8	20,2	20,9	21,5	21,9	21,0
2001	20,7	20,8	20,9	20,8	21,1	19,8	20,2	20,4	20,8	21,8	21,9	21,7
2002	21,2	21,1	20,9	21,3	21,2	20,5	20,3	20,9	21,3	21,4	21,3	21,1
2003	21,3	21,7	21,2	21,5	20,8	20,8	20,3	20,6	21,2	22,3	21,7	21,3
2004	22,3	21,8	21,6	21,7	21,6	20,5	20,6	20,5	20,9	21,7	22,0	21,6
2005	22,0	21,7	21,6	21,6	21,9	21,3	20,4	20,8	21,3	21,5	21,9	21,5
2006	21,0	21,4	21,1	21,5	20,8	20,6	20,6	21,1	21,2	22,3	21,6	21,5
2007	21,5	22,2	21,5	21,6	21,5	20,3	20,8	21,2	20,7	21,5	21,3	21,4
2008	21,0	20,7	21,0	21,2	20,7	20,7	20,5	21,2	21,3	21,8	22,0	21,5
2009	20,7	20,6	21,4	21,4	21,5	20,8	21,0	21,2	21,8	22,4	22,5	21,9
2010	22,2	22,6	22,4	22,1	21,7	21,2	21,0	21,6	21,7	22,1	22,0	21,4
2011	21,4	21,1	21,0	21,7	21,2	21,0	20,5	21,4	21,1	22,0	21,8	21,3
2012	21,0	20,7	20,8	21,6	21,0	21,0	20,7	21,1	21,1	22,0	22,2	21,6
2013	21,6	21,1	21,9	21,7	21,5	20,8	20,4	20,7	21,4	21,9	22,3	21,8
2014	21,5	21,5	21,4	21,4	21,8	21,0	20,7	21,0	21,4	21,7	21,8	21,7
2015	20,8	21,5	21,2	21,3	21,2	21,0	20,8	21,6	22,3	22,6	22,2	21,5
2016	22,6	21,8	22,1	22,1	21,7	20,8	20,6	21,3	21,4	22,4	22,5	21,8
2017	20,9	21,3	21,2	21,8	21,6	21,4	20,7	21,4	21,8	21,5	21,8	21,8
2018	20,9	21,4	21,3	21,2	21,1	20,4	20,5	20,9	21,7	22,2	21,9	21,1
2019	21,4	21,6	21,5	21,9	21,7	21,0	20,4	20,9	22,1	21,8	22,1	21,6
2020	21,7	22,0	22,0	21,6	21,6	21,1	20,9	21,7	21,5	21,3	22,1	21,1
$\overline{X}$	21,3	21,4	21,4	21,5	21,3	20,8	20,4	20,9	21,3	21,7	21,8	21,4

***Elaborado por**: Perez y Toscano (2021)*

Anexo 4. Temperatura máxima °C de Puyo, periodo 1990-2021

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	29,1	29,7	29,0	29,8	28,8	28,0	28,2	29,3	29,4	30,0	29,7	29,8
1991	29,2	30,0	29,6	29,9	29,2	29,8	27,7	28,8	29,5	30,6	30,0	29,3
1992	30,2	30,5	30,8	30,1	29,6	29,0	28,5	30,0	30,0	31,0	30,2	29,2
1993	29,8	29,5	28,8	28,8	30,2	28,8	28,2	30,0	30,1	30,2	30,2	30,0
1994	29,5	29,9	29,2	29,5	28,7	29,3	29,0	29,1	30,8	30,2	30,7	30,2
1995	29,7	30,6	30,0	30,5	29,2	29,2	29,8	30,5	31,0	31,0	29,8	30,2
1996	29,0	29,8	29,8	29,8	29,4	29,5	29,5	30,1	30,5	30,8	30,6	29,6
1997	29,2	29,0	29,8	29,8	28,6	29,6	29,8	30,1	31,0	30,5	29,5	29,6
1998	31,3	31,7	29,4	29,8	29,7	29,5	29,0	29,7	31,2	30,8	30,2	31,1
1999	29,5	29,2	29,6	28,5	29,2	29,1	29,2	30,0	30,5	30,2	31,0	29,8
2000	29,1	29,4	29,4	29,0	28,0	28,2	29,0	29,5	29,8	29,7	30,3	29,3
2001	29,6	30,2	30,7	30,1	29,8	28,7	28,8	29,8	30,1	31,0	32,1	30,1
2002	30,0	30,2	29,8	29,6	29,6	29,8	28,6	30,6	31,4	30,6	30,6	29,3
2003	30,2	30,3	30,7	29,8	29,2	29,0	29,4	30,2	30,8	31,3	31,2	29,5
2004	29,6	30,0	29,7	30,2	29,7	28,8	28,0	29,5	30,8	30,5	29,5	29,6
2005	32,0	29,5	29,6	29,2	30,0	29,0	29,0	29,5	30,5	31,0	29,5	30,0
2006	29,5	29,5	30,0	30,0	29,2	28,7	29,5	30,6	31,0	30,5	29,5	29,4
2007	29,6	31,2	30,2	29,2	30,3	28,0	29,5	30,2	30,8	31,2	30,4	29,2
2008	29,4	29,5	30,2	29,5	29,0	28,0	27,7	27,1	30,8	31,0	30,5	29,9
2009	28,3	29,0	29,5	29,6	29,8	25,8	29,5	30,1	30,9	31,4	31,0	29,6
2010	30,7	31,6	31,2	30,2	30,0	28,2	29,0	31,1	31,5	31,2	27,4	30,5
2011	29,6	28,8	28,6	29,2	28,5	28,8	28,2	29,7	29,6	30,0	30,4	29,4
2012	29,4	28,4	30,1	29,5	28,9	28,9	29,2	30,2	30,8	31,6	30,3	29,6
2013	30,0	29,0	29,6	29,8	29,5	28,4	28,2	29,3	31,1	30,0	29,5	29,6
2014	29,4	29,0	29,3	28,8	29,1	28,1	27,9	29,8	30,4	30,2	30,0	29,5
2015	29,0	29,4	29,4	28,4	29,7	28,6	28,5	30,1	31,3	30,4	30,8	30,6
2016	30,8	29,7	30,7	31,5	29,1	28,3	28,8	30,7	30,7	31,1	30,8	29,8
2017	30,2	29,0	30,2	29,8	29,1	29,4	29,9	30,2	30,3	30,7	29,8	30,2
2018	30,2	29,9	30,0	29,8	28,3	28,9	28,7	29,1	31,2	30,9	29,7	28,9
2019	29,0	29,6	29,2	30,1	30,0	28,7	28,3	30,6	31,7	29,6	30,2	29,8
2020	30,5	31,3	30,0	29,5	28,8	29,6	28,4	29,9	30,5	29,8	30,8	28,4
Max	32,0	31,7	31,2	31,5	30,3	29,8	29,9	31,1	31,7	31,6	32,1	31,1

Elaborado por*: Perez y Toscano (2021)*

Anexo 5.- Tabla 5 Temperatura mínima °C de Puyo, periodo 1990-2021

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
1990	15,0	14,2	15,0	13,8	14,2	14,6	9,5	10,3	13,5	14,6	13,5	14,0	9,5
1991	15,0	14,5	14,6	14,0	15,0	15,7	14,2	12,0	10,5	12,2	13,7	14,2	10,5
1992	15,5	14,5	16,0	14,5	14,5	12,7	14,5	12,4	13,0	11,6	14,5	13,0	11,6
1993	13,6	14,5	15,7	15,8	13,6	14,4	11,5	12,3	12,8	13,9	15,1	14,7	11,5
1994	14,8	14,2	14,3	12,8	12,3	13,8	13,1	11,5	12,0	12,4	14,2	13,7	11.5
1995	14,5	13,5	13,4	15,5	13,8	15,0	10,7	10,5	12,4	13,0	15,0	13,0	10,5
1996	13,0	13,0	15,0	14,5	12,5	14,0	11,0	13,0	13,0	13,5	14,0	13,0	11,0
1997	14,0	14,0	14,0	15,0	15,3	12,7	13,0	12,2	13,7	14,0	14,6	15,0	12,2
1998	14,8	16,2	16,0	16,0	16,3	15,2	14,6	14,2	11,6	14,0	15,2	13,0	11,6
1999	15,0	13,5	14,0	13,5	14,9	14,5	12,2	12,0	14,2	14,0	14,6	13,8	12,0
2000	14,1	15,0	14,0	15,8	16,5	13,5	14,2	12,4	13,2	14,0	12,0	15,2	12,0
2001	14,2	15,0	14,5	14,0	13,9	13,2	12,9	12,0	12,5	14,0	14,2	15,6	12,0
2002	14,9	16,6	15,4	14,0	15,8	13,4	13,5	12,4	11,4	14,8	14,6	16,0	11,4
2003	14,4	16,4	15,2	16,0	15,6	15,0	13,3	14,0	14,0	14,4	14,8	15,2	13,3
2004	15,6	15,8	16,4	16,0	16,0	15,5	14,0	12,5	12,5	14,8	16,0	13,5	12,5
2005	14,5	15,5	14,5	15,6	15,6	15,5	12,0	13,0	15,0	15,4	16,0	14,0	12,0
2006	14,5	16,4	15,5	15,0	14,0	13,0	12,4	12,6	13,0	15,8	15,9	15,5	12,4
2007	14,0	15,0	15,0	16,6	16,0	14,5	12,0	13,5	12,4	14,0	13,5	15,0	12,0
2008	14,6	16,0	15,0	14,6	14,6	16,0	13,8	13,4	13,5	13,5	14,5	14,4	13,4
2009	16,0	15,2	15,0	16,0	14,6	16,2	12,5	14,5	12,5	15,4	15,2	15,8	12,5
2010	14,5	15,5	15,5	15,2	15,4	17,0	14,2	13,0	14,0	14,0	15,8	15,6	13,0
2011	13,4	16,0	15,0	16,0	14,5	14,2	12,5	10,0	10,5	15,2	14,4	14,5	10,0
2012	14,0	14,0	15,6	15,4	15,0	14,7	13,6	12,6	12,9	14,0	15,6	15,0	12,6
2013	15,5	16,6	15,8	13,3	16,9	14,6	14,1	12,9	14,3	15,0	14,9	15,6	12,9
2014	15,5	16,2	16,4	15,1	16,8	15,3	14,4	14,2	14,0	14,4	15,3	15,0	14,0
2015	16,0	17,6	16,1	14,6	14,5	14,9	13,5	14,4	14,4	15,8	17,2	12,0	12,0
2016	16,0	16,5	16,6	16,9	16,4	16,7	14,2	13,7	13,5	12,0	15,1	14,0	11,9
2017	14,9	15,5	14,8	14,6	14,0	13,4	11,9	13,3	12,2	13,3	14,1	13,9	12,4
2018	15,1	14,3	14,1	14,2	14,7	14,2	13,5	12,9	12,4	16,3	14,2	16,7	12,4
2019	16,2	15,7	14,2	15,6	15,0	14,2	12,8	13,2	12,4	13,4	14,7	14,7	12,4
2020	12,4	12,0	14,2	13,7	15,0	14,2	13,9	13,6	14,0	*	14,1	14,3	12,0
MIN	12,4	12,0	13,4	12,8	12,3	12,7	9,5	10,0	10,5	11,6	12,0	12,0	

Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

Anexo 6.- Tabla 6 Evaporación (mm) de Puyo, periodo 1990-2021

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Suma
1990	53,4	49,6	55	75,1	64,5	46	65,9	77,9	89	95,5	68,9	68,7	809,5
1991	72,2	78,0	75,4	68,3	68,1	57,9	61,2	94,4	98,4	94,1	85,9	93,2	947,1
1992	67,1	60,0	65,7	69,6	78,7	68,1	66,9	65,7	79,7	82,6	76,5	63,5	844,1
1993	69,2	57,8	61,0	61,3	67,6	57,8	67,3	83,9	77,9	71,2	71,0	63,9	809,9
1994	65,8	55,7	74,8	70,4	58,1	64,6	69,0	85,6	78,4	96,3	77,1	62,7	858,5
1995	76,6	78,5	79,9	65,7	67,5	68,7	85,9	98,9	96,3	91,3	77,0	74,3	960,6
1996	48,3	60,3	58,6	80,7	73,6	61,8	65,3	73,6	92,0	91,8	87,8	72,3	866,1
1997	75,6	45,5	68,3	69,8	49,7	73,7	67,2	87,5	88,9	114,9	69,3	68,8	879,2
1998	72,2	78,0	75,4	68,3	68,1	57,9	61,2	94,4	98,4	94,1	85,9	93,2	947,1
1999	63,0	51,6	70,2	48,7	65,5	58,3	63,0	90,8	88,7	82,7	87,7	84,4	854,6
2000	73,1	72,0	75,3	75,7	55,7	56,2	65,2	78,6	93,3	100,7	85,2	75,2	906,2
2001	73,2	54,8	77,0	50,0	68,6	61,4	60,6	73,0	88,5	86,6	83,9	74,3	851,9
2002	79,2	59,9	59,7	72,8	*	63,2	49,7	77,9	92,3	84,0	70,6	47,4	756,7
2003	54,2	57,9	59,5	75,9	56,2	62,3	61,6	70,4	83,0	101,5	82,0	65,3	829,8
2004	83,3	62,9	69,2	79,2	76,8	58,3	61,0	*	80,1	88,5	86,7	86,7	832,7
2005	88,0	118,5	84,4	*	73,9	74,3	77,6	88,3	92,8	83,4	72,6	59,1	912,9
2006	59,8	52,1	62,5	70	72,0	54,5	65,1	82,9	86,9	93,1	78,4	72,9	850,2
2007	59,3	81,4	68,6	66,9	66,7	48,3	140,4	85,3	72,8	86,4	76,3	77,1	929,5
2008	63,4	57,5	79,7	76,9	61,1	57,1	56,0	78,7	84,4	96,2	75,8	72,3	859,1
2009	46,9	51,7	68,9	58,7	78,5	55,7	64,8	74,2	94,6	95,6	80,5	64,1	834,2
2010	79,5	69,5	86,9	75,3	64,8	60,0	75,0	87,9	103,3	100,2	80,1	70,7	953,2
2011	71,4	59,7	71,2	85,1	59,0	61,0	56,7	90,5	79,0	91,7	83,6	68,5	877,4
2012	60,4	53,6	53,2	78,3	59,0	74,2	63,0	94,6	85,4	91,7	82,1	69,9	865,4
2013	52,0	43,3	65,7	61,4	60,2	54,5	57,9	65,5	78,4	92,7	79,3	72,8	783,7
2014	57,5	53,9	47,0	56,4	54,2	57,1	63,9	70,4	80,5	78,6	73,1	63,6	756,2
2015	43,1	46,8	52,3	51,9	52,6	47,8	54,1	74,3	102,6	95,0	78,9	62,2	761,6
2016	79,5	54,7	*	72,4	63,8	68,0	63,7	91,3	68,0	110,4	68,0	53,1	792,9
2017	63,8	53,1	63,2	76,1	88,2	76,1	78,7	94,5	94,9	88,2	73,9	80,3	931
2018	75,5	54,5	66,6	70,3	58,9	47,2	63,0	77,2	91,6	97,4	64,1	59,3	825,6
2019	61,7	51,7	66,2	67,6	80,3	59,0	59,4	73,7	87,2	82,5	87,7	69,8	846,8
2020	62,4	70,4	58,6	77,0	79,5	66,8	67,7	82,6	104,9	66,7	84,3	*30,8*	851,7
$\overline{X}$	66,1	61,1	67,3	69,2	66,4	60,6	67,0	82,2	88,1	91,1	78,5	69,0	

Elaborado por: *Perez y Toscano (2021)*

Anexo 7.- Tabla Precipitación (mm) de Puyo, periodo 1990-2021

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
1990	330,1	493,6	376,4	470,2	296,7	597,2	407,8	262,9	394,2	460,6	343,9	346,1	4779,7
1991	324,6	284,1	336,2	516,3	477,2	835,7	269,3	114,7	363,5	350,4	316,7	297,4	4486,1
1992	303,8	327,9	272,3	393,2	306,4	275,8	294,4	350,9	332,2	295,8	394,1	318,6	3865,4
1993	436,5	272,9	583,7	364,9	561,2	395,5	534,0	428,4	307,7	253,8	326,3	321,1	4786
1994	263,8	256,9	476,6	414,4	575,1	338,0	290,7	290,9	337,9	518,8	374,7	423,0	4560,8
1995	222,5	205,2	484,9	254,1	522,7	375,0	578,4	230,3	343,2	192,9	369,2	341,3	4119,7
1996	396,9	277,1	274,0	451,1	382,3	490,4	295,8	182,5	386,9	518,1	387,5	308,6	4351,2
1997	305,0	516,2	323,4	394,6	490,1	307,5	210,4	277,3	380,3	217,3	388,8	293,8	4104,7
1998	181,6	232,8	316,2	727,1	509,8	502,5	334,2	239,3	115,0	453,8	297,0	222,6	4131,9
1999	476,3	334,8	300,3	496,6	464,0	465,1	347,9	328,2	444,1	379,7	388,9	599,7	5025,6
2000	333,1	250,5	324,5	497,4	782,3	634,8	442,4	353,6	277,5	328,7	362,2	294,0	4881
2001	257,8	400,5	242,6	489,4	426,2	495,7	449,3	227,0	385,7	584,5	208,8	453,8	4621,3
2002	319,2	367,2	443,5	494,6		392,2	624,8	335,4	269,7	388,3	330,0	375,8	4340,7
2003	346,9	280,7	371,0	562,1	529,7	454,7	363,4	230,3	335,7	275,3	398,1	461,8	4609,7
2004	246,4	144,7	440,7	408,6	738,7	432,4	347,1	*	398,6	522,3	642,7	405,9	4728,1
2005	395,9	557,3	431,2	*	384,9	595,1	276,7	202,2	261,5	332,0	635,6	546,8	4619,2
2006	360,7	167,0	453,0	555,0	518,3	499,1	280,5	436,8	182,3	387,5	582,6	458,5	4881,3
2007	255,7	381,0	248,4	430,4	574,6	432,2	452,5	368,4	361,1	346,1	362,1	295,1	4507,6
2008	660,7	369,1	275,8	560,2	350,0	462,0	331,1	385,2	283,7	483,5	241,0	331,6	4733,9
2009	660,7	369,1	275,8	560,2	350	462	331,3	385,2	283,7	483,5	241	331,6	4734,1
2010	252,7	370	384,3	461	625,9	340,8	358,2	125,4	145	244,4	292,8	430,7	4031,2
2011	409,2	423,3	409,2	452,7	307,5	205	342,9	148,8	221,2	383,2	491	364,8	4158,8
2012	433,9	482,5	567,6	383,8	339,5	389,5	372,7	300,5	125,8	406,5	389,1	278,9	4470,3
2013	255,8	374,3	524,1	474,6	404,8	508,8	498,4	464,7	366,5	493,7	421,6	332,9	5120,2
2014	262,4	370	480,9	444,2	356,8	266,8	333	364,5	269,7	306,5	411,3	585,5	4451,6
2015	464,1	300,2	471,2	739,5	471,1	338,2	485,1	358,3	215,7	362,7	410,4	438	5054,5
2016	190,7	469	539,4	646,3	564,1	568,7	259,1	238,5	424,4	300,9	419	247,9	4868,0
2017	721,7	338,3	575,9	419,1	389	533,9	308,6	320,3	386	376,2	445,2	454,2	5268,4
2018	406,4	227,8	332,5	430,9	514,4	399,5	374,7	544,6	262,8	383,7	562,3	391,6	4831,2
2019	435,1	418,8	326,5	469,1	488,4	418,3	303	233,5	199,9	379,1	351,7	345,7	4369,1
2020	440	397,2	274	591,7	495,1	667,1	454	283,9	297,2	285,5	335	429,1	4949,8
$\overline{X}$	366,1	343,9	391,5	485,1	473,2	454,2	372,6	300,4	301,9	377,3	391,0	378,3	

***Elaborado por**:* Perez y Toscano (2021)

Anexo 8.-Evapotraspiraciòn sin corregir (mm/dia-1) periodo 1990-2021

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Anual
1990	45,39	42,16	46,75	63,84	54,83	39,1	56,02	66,22	75,65	81,18	58,57	58,4	688,0
1991	61,37	66,3	64,09	58,1	57,89	49,2	52,02	80,2	83,64	80,0	73,02	79,2	805,0
1992	57,0	51,0	55,8	59,2	66,9	57,9	56,9	55,8	67,7	70,2	65,0	54,0	717,4
1993	58,8	49,1	51,9	52,1	57,5	49,1	57,2	71,3	66,2	60,5	60,4	54,3	688,4
1994	55,9	47,3	63,6	59,8	49,4	54,9	58,7	72,8	66,6	81,9	65,5	53,3	729,7
1995	65,1	66,7	67,9	55,8	57,4	58,4	73,0	84,1	81,9	77,6	65,5	63,2	816,5
1996	41,1	51,3	49,8	68,6	62,6	52,5	55,5	62,6	78,2	78,0	74,6	61,5	736,2
1997	64,3	38,7	58,1	59,3	42,2	62,6	57,1	74,4	75,6	97,7	58,9	58,5	747,3
1998	61,4	66,3	64,1	58,1	57,9	49,2	52,0	80,2	83,6	80,0	73,0	79,2	805,0
1999	53,6	43,9	59,7	41,4	55,7	49,6	53,6	77,2	75,4	70,3	74,5	71,7	726,4
2000	62,1	61,2	64,0	64,3	47,3	47,8	55,4	66,8	79,3	85,6	72,4	63,9	770,2
2001	62,2	46,6	65,5	42,5	58,3	52,2	51,5	62,1	75,2	73,6	71,3	63,2	724,1
2002	67,3	50,9	50,7	61,9	0	53,7	42,2	66,2	78,5	71,4	60,0	40,3	643,1
2003	46,1	49,2	50,6	64,5	47,8	53,0	52,4	59,8	70,6	86,3	69,7	55,5	705,3
2004	70,8	53,5	58,8	67,3	65,3	49,6	51,9	0	68,1	75,2	73,7	73,7	707,7
2005	74,8	100,7	71,7	0	62,8	63,2	66,0	75,1	78,9	70,9	61,7	50,2	775,9
2006	50,8	44,3	53,1	59,5	61,2	46,3	55,3	70,5	73,9	79,1	66,6	62,0	722,6
2007	50,4	69,2	58,3	56,9	56,7	41,1	119,3	72,5	61,9	73,4	64,9	65,5	790,0
2008	53,9	48,9	67,7	65,4	51,9	48,5	47,6	66,9	71,7	81,8	64,4	61,5	730,2
2009	39,865	43,95	58,57	49,9	66,73	47,35	55,08	63,07	80,41	81,26	68,43	54,49	709,0
2010	67,575	59,08	73,87	64,01	55,08	51	63,75	74,72	87,805	85,17	68,09	60,1	810,2
2011	60,69	50,75	60,52	72,34	50,15	51,85	48,2	76,93	67,15	77,95	71,06	58,23	745,7
2012	51,34	45,56	45,22	66,56	50,15	63,07	53,55	80,41	72,59	77,95	69,79	59,42	735,5
2013	44,2	36,8	55,8	52,2	51,2	46,3	49,2	55,7	66,6	78,8	67,4	61,9	666,1
2014	48,875	45,82	39,95	47,94	46,07	48,54	54,32	59,84	68,425	66,81	62,14	54,06	642,8
2015	36,635	39,78	44,46	44,12	44,71	40,63	45,99	63,16	87,21	80,75	67,07	52,87	647,4
2016	67,575	46,5	0	61,54	54,23	57,8	54,15	77,61	57,8	93,84	57,8	45,14	674,0
2017	54,23	45,14	53,72	64,69	74,97	64,69	66,9	80,33	80,665	74,97	62,82	68,26	791,4
2018	64,175	46,33	56,61	59,76	50,07	40,12	53,55	65,62	77,86	82,79	54,49	50,41	701,8
2019	52,445	43,95	56,27	57,46	68,26	50,15	50,49	62,65	74,12	70,13	74,55	59,33	719,8
2020	53,04	59,84	49,81	65,45	67,58	56,78	57,55	70,21	89,165	56,7	71,66	26,18	723,9
$\overline{X}$	56,2	52,0	55,4	56,9	54,6	51,5	57,0	67,6	74,9	77,5	66,7	58,69	

Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

Anexo 8. Evapotranspiración (mm/dia) datos corregidos en función de la duración del mes

Años	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1990	69,3	56,8	69,6	65,8	69,3	64,6	67,3	68,7	65,0	70,3	65,7	67,6
1991	70,3	57,1	70,0	65,0	69,6	65,4	68,2	67,9	65,0	69,6	65,8	67,7
1992	70,5	57,2	70,3	66,0	70,3	64,9	68,2	68,9	65,0	69,6	65,8	67,5
1993	69,0	56,5	68,9	65,4	70,0	64,6	68,0	68,4	64,9	69,2	66,0	67,8
1994	69,7	56,6	69,6	65,3	69,0	64,5	68,0	68,6	65,4	70,1	65,9	67,7
1995	70,2	57,9	70,2	66,4	69,4	65,5	69,4	70,0	66,1	70,6	66,2	68,1
1996	68,4	56,3	69,2	65,8	69,6	64,5	67,9	68,6	65,7	69,7	66,3	67,6
1997	69,9	55,9	69,6	65,3	68,7	65,3	68,3	69,2	66,0	71,2	65,8	68,0
1998	71,1	58,6	71,0	67,0	70,7	65,0	68,9	69,8	65,9	70,5	66,7	68,4
1999	69,1	56,3	69,8	64,5	68,6	64,5	67,6	68,4	65,4	69,0	65,9	67,8
2000	69,1	56,6	69,0	64,7	69,0	64,3	67,6	68,2	65,0	70,0	66,3	67,3
2001	68,9	56,3	69,2	64,9	69,4	63,5	68,2	68,4	64,9	70,4	66,3	68,2
2002	69,6	56,7	69,2	65,5	69,6	64,5	68,3	69,2	65,5	69,9	65,5	67,4
2003	69,8	57,4	69,6	65,8	69,1	64,9	68,3	68,8	65,4	71,2	66,1	67,8
2004	71,3	57,6	70,3	66,2	70,3	64,5	68,8	68,6	65,1	70,4	66,6	68,2
2005	70,9	57,5	70,3	66,1	70,7	65,7	68,5	69,1	65,7	70,1	66,5	68,1
2006	69,3	57,1	69,5	65,8	69,1	64,6	68,8	69,5	65,4	71,2	66,0	68,0
2007	70,1	58,0	70,1	66,0	70,1	64,2	69,1	69,7	64,8	70,1	65,6	67,9
2008	69,3	56,2	69,3	65,4	68,9	64,7	68,6	69,6	65,6	70,5	66,5	68,0
2009	69,0	56,2	70,0	65,8	70,1	64,9	69,4	69,7	66,3	71,4	67,3	68,7
2010	71,4	58,8	71,7	67,0	70,6	65,7	69,6	70,5	66,4	71,3	66,8	68,2
2011	69,9	56,7	69,4	66,1	69,7	65,2	68,6	69,9	65,3	70,8	66,3	67,8
2012	69,3	56,3	69,1	66,0	69,3	65,2	68,9	69,5	65,3	70,8	66,8	68,2
2013	70,3	56,8	70,7	66,2	70,1	64,9	68,5	68,9	65,8	70,7	67,0	68,5
2014	70,1	57,3	70,0	65,8	70,6	65,2	68,9	69,4	65,8	70,4	66,3	68,4
2015	69,1	57,3	69,7	65,7	69,7	65,2	69,1	70,3	67,0	71,8	66,9	68,1
2016	72,0	57,8	71,2	66,9	70,6	65,0	68,9	70,0	65,9	71,7	67,5	68,7
2017	69,2	57,0	69,7	66,3	70,3	65,8	69,0	70,0	66,3	70,1	66,3	68,5
2018	69,2	57,1	69,8	65,4	69,5	64,3	68,6	69,2	66,1	71,1	66,4	67,5
2019	70,3	57,7	70,5	66,8	70,8	65,5	68,7	69,5	67,1	80,3	67,1	68,6
2020	70,5	57,9	70,9	66,1	70,3	65,4	69,3	70,5	66,0	69,9	66,8	67,6

***Elaborado por**:* Perez y Toscano (2021*)*

Anexo9.Comportamiento de temperaturas anuales medias-máximas –mínimas (°C) de Puyo, periodo 1990-2021

AÑO	MEDIA	MAXIMA	MINIMA
1990	20,99	30,0	9,5
1991	21,08	30,6	10,5
1992	21,23	31,0	11,6
1993	20,92	30,2	11,5
1994	21,02	30,8	11,5
1995	21,50	31,0	10,5
1996	20,97	30,8	11,0
1997	21,16	31,0	12,2
1998	21,66	31,7	11,6
1999	20,82	31.0	12,0
2000	20,83	30,3	12,0
2001	20,91	32,1	12,0
2002	21,04	31,4	11,4
2003	21,23	31,3	13,3
2004	21,40	30,8	12,5
2005	21,46	32,0	12,0
2006	21,23	31,0	12,4
2007	21,29	31,2	12,0
2008	21,13	31,0	13,4
2009	21,43	31,4	12,5
2010	21,83	31,6	13,0
2011	21,29	30,4	10,0
2012	21,23	31,6	12,6
2013	21,43	31,1	12,9
2014	21,41	30,4	14,0
2015	21,50	31,3	12,0
2016	21,76	31,5	12,0
2017	21,43	30,7	11,9
2018	21,22	31,2	12,4
2019	21,50	30,6	12,8
2020	21,55	31,3	12,0

***Elaborado por**:* Perez y Toscano (2021)

Anexo 10.-Comportamiento de temperaturas mensuales medias-máximas –mínimas (°C) de Puyo, periodo 1990-2021

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Me	21,3	21,3	21,3	21,4	21,2	20,7	20,4	20,9	21,3	21,7	21,8	21,4
Máx	32,0	31,7	31,2	31,5	30,3	29,8	29,9	31,1	31,5	31,6	32,1	31,1
Mini	13,0	13,0	13,4	12,8	12,3	12,7	9,5	10,0	10,5	11,6	12,0	12,0

Elaborado por: Perez y Toscano (2021)

Anexo 11. Comportamiento de la precipitación –evaporación –evapotranspiración (mm) de Puyo, periodo 1990-2021

	Evaporación	Eto	Precipitación
1990	809,5	688,075	4779,7
1991	947,1	805,035	4486,1
1992	844,1	717,485	3865,4
1993	809,9	688,415	4786,0
1994	858,5	729,725	4560,8
1995	960,6	816,51	4119,7
1996	866,1	736,185	4351,2
1997	879,2	747,32	4104,7
1998	947,1	805,035	4131,9
1999	854,6	726,41	5025,6
2000	906,2	770,27	4881,0
2001	851,9	724,115	4621,3
2002	756,7	643,195	4340,7
2003	829,8	705,33	4609,7
2004	832,7	707,795	4728,1
2005	912,9	775,965	4619,2
2006	912,9	722,67	4881,3
2007	929,5	790,075	4507,6
2008	859,1	730,235	4733,9
2009	834,2	709,07	4734,1
2010	953,2	810,22	4031,2
2011	877,4	745,79	4158,8
2012	865,4	735,59	4470,3
2013	783,7	666,145	5120,2
2014	756,2	642,77	4451,6
2015	761,6	647,36	5054,5
2016	792,9	673,965	4868,0
2017	931,0	791,35	5268,4
2018	825,6	701,76	4831,2
2019	846,8	719,78	4369,1
2020	851,7	723,945	4949,8

***Elaborado por**:* Perez y Toscano (2021)