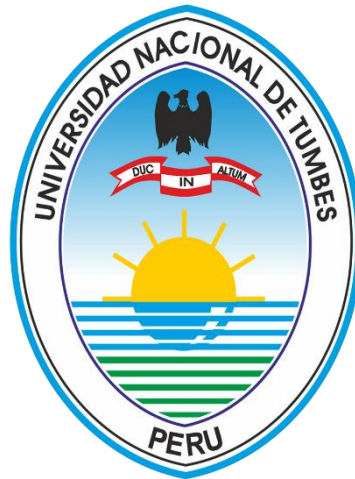


UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**Comparación de las datas de precipitación del producto pisco v2,1
y estaciones meteorológicas en la cuenca tumbes. (1981-2016)**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

PRESENTADA POR:

ruben anthony roque quiroz

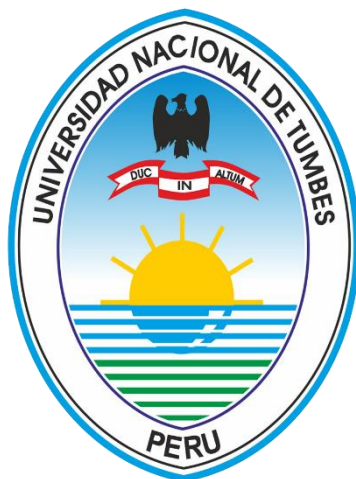
TUMBES-PERU

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

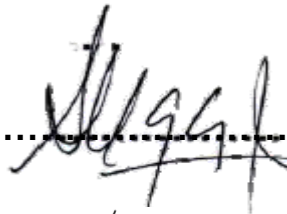


comparación de las datas de precipitación del producto pisco v2,1
y estaciones meteorológicas en la cuenca tumbes. (1981-2016)

Tesis aprobada en forma y estilo por:

dr.napoleón puño lecarneau (Presidente).....

 ORCID: [0000-0002-5008-8085](https://orcid.org/0000-0002-5008-8085)

dr.francisco alburqueque viera (Secretario).....

 ORCID: [0000-0002-7468-5386](https://orcid.org/0000-0002-7468-5386)

dr. enrique antonio maceda nicolini (Vocal)

 ORCID: [0000-0002-2275-9937](https://orcid.org/0000-0002-2275-9937)

TUMBES-PERU

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**comparación de las datas de precipitación del producto pisco v2,1
y estaciones meteorológicas en la cuenca tumbes. (1981-2016)**

TESIS

**Los suscritos declaramos que la tesis es original en su
contenido y forma:**

ruben anthony roque quiroz(autor).....

[ID 0000-0003-3399-1325](#)

dr. jose modesto carrillo sarango (asesor)

[ID 0000-0003-0841-3064](#)

.....

TUMBES-PERU

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
EX FUNDO FISCAL LA CRUZ-CAMPUS UNIVERSITARIO
SECRETARIA ACADÉMICA



ANEXO VIII

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL

En Tumbes, a los veinte días del mes de diciembre del dos mil veintitrés, siendo las diecinueve horas con treinta minutos de la noche, en el ambiente del aula 2, de la Ciudad Universitaria, se reunieron el Jurado Calificador, designado por Resolución N° 099-2022/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D. Dr. Napoleón Puño Lecarnaque (**Presidente**), Dr. Francisco Alburquerque Viera (**Secretario**), Dr. Enrique Antonio Maceda Nicolini (**Vocal**), reconociendo en la misma resolución además, al Dr. José Modesto Carrillo Sarango, como asesor, se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, titulada: "Comparación de las datas de precipitación del producto PISCO V2,1 y estaciones meteorológicas en la cuenca Tumbes.(1981-2016)", para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrícola, presentado por el Br. Roque Quiroz, Rubén Anthony, Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 65 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara al: Br. Roque Quiroz, Rubén Anthony, por APROBADO, por UNANIMIDAD, con el calificativo Muy BUENO,

Se hace conocer al sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda APTO para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del título profesional de Ingeniero Agrícola, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las 08:00 horas y 30 minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, 20 de diciembre del 2023

<p align="center"><i>[Signature]</i></p> <p>Dr. Napoleon Puño Lecarnaque DNI N° <u>80725904</u> CODIGO ORCID <u>0000-0002-5008-8085</u> Presidente</p>	<p align="center"><i>[Signature]</i></p> <p>Dr. Francisco Alburquerque Viera DNI N° <u>83005784</u> CODIGO ORCID <u>0000-0002-7468-5386</u> Secretario</p>
<p align="center"><i>[Signature]</i></p> <p>Dr. Enrique Antonio Maceda Nicolini DNI N° <u>87780936</u> CODIGO ORCID <u>0000-0002-2724-9937</u> Vocal</p>	

C.C. - JURADOS (03) -ASESOR Y(CO)-INTERESADO-ARCHIVO (Decanato) s.acad.

Comparación de las datas de precipitación del producto pisco v2,1 y estaciones meteorológicas en la cuenca tumbes. (1981-2016)

原创性报告

26%
相似指数

26%
网际网络来源

1%
出版物

1%
学生文稿

主要来源

1 www.scielo.org.pe 网际网络来源 **20%**

2 repositorio.unap.edu.pe 网际网络来源 **4%**

3 hdl.handle.net 网际网络来源 **2%**

4 qdoc.tips 网际网络来源 **1%**

不含引文

开

不含相符结果

< 1%

排除参考书目

开

dr. jose modesto carrillo sarango (asesor)

 [0000-0003-0841-3064](https://orcid.org/0000-0003-0841-3064)



ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	12
II.	ESTADO DEL ARTE	13
2.1.	Situación Problemática.....	13
2.2.	Planteamiento del Problema	14
2.3.	Justificación de la Investigación	14
2.4.	Objetivos de la Investigación	16
2.4.1.	Objetivo General	16
2.4.2.	Objetivos Específicos.....	16
2.5.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	17
2.5.1.	Hipótesis General	17
2.5.2.	Hipótesis Especificas.....	17
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	18
3.1.	ANTECEDENTES	18
3.2.	Marco Teórico	22
3.2.1.	Hidrología.....	22
3.2.2.	Hidrología en la Ingeniería.....	23
3.2.3.	Ciclo Hidrológico	24
3.2.4.	Cuenca Hidrográfica	25
3.2.5.	Parte de una Cuenca Hidrográfica.....	26
3.2.6.	División de una Cuenca Hidrográfica.....	27
3.2.7.	Precipitación	28
3.2.8.	Origen de la Precipitación.....	28
3.2.9.	Formas de Precipitación	29
3.2.10.	Clasificación de la Precipitación	30
3.2.11.	Medición y Registro de la Precipitación	32
3.2.12.	Producto grillado PISCO (Peruvian Interpolated Data of the SENAMHI's Climatological and Hydrological Observations).....	39
3.2.13.	Validación de producto grillado PISCO.....	41
3.2.14.	Análisis de serie de tiempo de datos hidrometeorológicos	41
3.2.15.	Diagrama de cajas (Boxplot)	44
3.2.16.	Medidas estadísticas de comparación.....	45
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	49
4.1.	Enfoque de la Investigación.....	49
4.1.1.	Tipo de Investigación.....	49
4.1.2.	Diseño de Investigación.....	49

4.1.3.	Población y Muestra.....	49
4.2.	Descripción de Área de Estudio.	50
4.2.1.	Ubicación Geopolítica.....	50
4.2.2.	Ubicación Geodésica	50
4.3.	Materiales.....	51
4.3.1.	Información Cartográfica.....	51
4.3.2.	Información Pluviométrica	52
4.3.3.	Información Climática.....	54
4.3.4.	Equipos y Software Empleados.....	56
4.4.	Metodología.....	57
4.4.1.	Preparativos y control de calidad de datos de precipitación.....	58
4.4.2.	Comprobación de la correlación entre el producto PISCOpm y la data observada en Estaciones Meteorológicas.....	60
4.4.3.	Medidas estadísticas de comparación.....	62
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
5.1.	Preparación y control de datos de precipitación	63
5.1.1.	Procesamiento de data estimada PISCOpm.	63
5.1.2.	Análisis exploratorio data observada en Estaciones Meteorológicas.....	63
5.2.	Comprobación de la correlación entre el producto PISCOpm y la data observada en Estaciones Meteorológica.....	65
5.2.1.	Comprobación por Estación Meteorológica.	65
5.2.2.	Comprobación por Elevación.....	69
5.2.3.	Comprobación Estacionalidad.....	72
5.2.4.	Comprobación Región Climática.....	80
VI.	DISCUSIONES.....	83
VII.	CONCLUSIONES.....	85
VIII.	RECOMENDACIONES	86
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	87
X.	ANEXOS	91
10.1.	Anexo A: Información Disponible Observada	91
10.2.	Anexo B: Script para extracción de Datos Estimados	100
10.3.	Anexo C: Información Disponible Estimada.....	102
10.4.	Anexo D: Box Plot – Histogramas - Correlación	111
10.5.	Anexo E: Matriz de Consistencia	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Inundaciones y sequías en Colombia.....	23
Figura 2. Ciclo Hidrológico.....	24
Figura 3. Cuenca Hidrográfica.....	25
Figura 4. Partes de una cuenca.....	26
Figura 5. Formas de precipitación.....	29
Figura 6. Precipitación Convectiva.....	30
Figura 7. Precipitación Orográfica.....	31
Figura 8. Precipitación Ciclónica.....	31
Figura 9. Pluviómetro.....	33
Figura 10. Pluviógrafo.....	34
Figura 11. Pluviograma.....	35
Figura 12. Pluviógrafo balancín.....	35
Figura 13. Pluviómetro Totalizador.....	36
Figura 14. Aparatos Telemétricos.....	37
Figura 15. Esquema general del desarrollo de PISCOp. V2,1.....	40
Figura 16. Análisis visual gráficos de datos hidrológicos.....	42
Figura 17. Análisis doble masa.....	42
Figura 18. Diagrama de cajas – Box Plot.....	44
Figura 19. Ubicación y distribución de la red de las estaciones pluviométricas.....	53
Figura 20. Mapa de Clasificación Climática del Perú (2020).....	55
Figura 21. Diagrama del proceso metodológico.....	57
Figura 22. Box Plot Estación El Tigre para precipitaciones 1981-2016.....	64
Figura 23. Coeficiente de Determinación por comprobación a nivel Estación.....	67
Figura 24. Sesgo Estadístico Porcentual por comprobación a nivel Estación.....	68
Figura 25. Coeficiente de Determinación por comprobación a nivel Elevación.....	70
Figura 26. Sesgo Estadístico Porcentual por comprobación a nivel Elevación.....	71
Figura 27. Coeficiente de Determinación por comprobación a nivel Estacional Verano. ...	73
Figura 28. Coeficiente de Determinación por comprobación a nivel Estacional Invierno. ..	75
Figura 29. Coeficiente de Determinación por comprobación a nivel Estacional Otoño.	77
Figura 30. Coeficiente de Determinación por comprobación a nivel Estacional Primavera.	79
Figura 31. Coeficiente de Determinación por comprobación a nivel Región Climática.	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. División de una cuenca hidrográfica.	27
Tabla 2. Error Absoluto Medio.	45
Tabla 3. Raíz del Error Medio Cuadrático.	46
Tabla 4. Rango e interpretación de la Coeficiente de Determinación (r^2).	47
Tabla 5. Rango e interpretación de la eficiencia de Nash Sutcliffe (NSE).	48
Tabla 6. Rango e interpretación del Sesgo Estadístico Porcentual (PBIAS).	48
Tabla 7. Estaciones meteorológicas cuenca del río Tumbes.	54
Tabla 8. Información de Software.	56
Tabla 9. Métricas Estadísticas Comprobación por Estación Meteorológica.	66
Tabla 10. Métricas Estadísticas Comprobación por Elevación.	69
Tabla 11. Métricas Estadísticas Comprobación por Estacionalidad (verano).	72
Tabla 12. Métricas Estadísticas Comprobación por Estacionalidad (invierno).	74
Tabla 13. Métricas Estadísticas Comprobación por Estacionalidad (otoño).	76
Tabla 14. Métricas Estadísticas Comprobación por Estacionalidad (primavera).	78
Tabla 15. Métricas Estadísticas Comprobación por Región Climática.	81

RESUMEN

La escasa información disponible y su importancia en los estudios hidrológicos que nos ayuda a comprender, simular, predecir eventos asociados al comportamiento del agua en la superficie. Creó la necesidad de comprobar la data grillada PISCOpm V.2.1 precipitaciones mensuales con las observaciones en la cuenca del río Tumbes. Para ello se realizó un estudio comparativo entre los valores observados y estimados de precipitaciones a nivel de estación meteorológica, elevación, estacionalidad del año y región climática. Se consideró indicadores como Coeficiente de Determinación(R), Índice de Eficiencia de Nash – Sutcliffe (NS) y Sesgo Estadístico Porcentual (PBIAS%). A nivel mensual se obtuvo buena correlación con valores mayores a 0.61, para el índice de eficiencia de Nash - Sutcliffe valores superiores a 0.60 y una mínima variación en el Sesgo Estadístico Porcentual. En cuanto a elevación respecto a la cuenca se obtuvieron datos con un mínimo ajuste en todos los indicadores.

A nivel de arreglo estacional, en el verano se presenta un ajuste promedio, luego le sigue otoño y primavera. En invierno de 9 estaciones 4 tienen un ajuste muy bueno, el resto de estaciones es nulo. Con respecto a las 3 regiones climáticas, la región D(i)A' tiene buen ajuste en los 3 indicadores, en comparación a las demás.

Se pudo comprobar el ajuste de los datos teniendo resultados diversos según el criterio evaluado. Con ello se respalda el uso de los datos observados y su utilidad para estudios en la cuenca del río Tumbes como son inundaciones, sequías, modelamiento hidrológico e hidráulico, completación de datos faltantes, etc. Se busca que su utilidad contribuya y motive para estudios e investigaciones futuras.

Palabras Claves: Precipitación, Comprobación, Cuenca del río Tumbes, PISCOpm

ABSTRACT

The limited information available and its importance in hydrological studies help us understand, simulate, and predict events associated with the behavior of water on the surface. I believe it is necessary to check the PISCOpm V.2.1 monthly rainfall grid data with the observations in the Tumbes river basin. For this, a comparative study was carried out between the observed and estimated values. It is considered according to weather season, elevation, seasonality of the year, and climatic region. Indicators such as Coefficient of Determination (R), Nash – Sutcliffe efficiency index (NS), and Percentage Statistical Bias (PBIAS%) were considered. At the monthly level, good correlation was obtained with values greater than 0.61, for the Nash-Sutcliffe efficiency index values greater than 0.60 and a minimum variation in the Percentage Statistical Bias. Regarding elevation concerning the basin, data was obtained with a minimum adjustment in all indicators.

At the level of seasonal arrangement, summer presents an average adjustment, then followed by autumn and spring, of 9 seasons 4 have a very good adjustment. Concerning the 3 climatic regions, region D(i)A' presents the best adjustment in the 3 indicators. The fit of the data could be verified, having diverse results depending on the evaluated criterion. This supports the use of the observed data and its usefulness for studies in the Tumbes basin such as floods, droughts, hydrological and hydraulic modeling, completion of missing data, etc. It is intended that its usefulness contributes to and motivates future studies and research.

Keywords: Precipitation, Verification, Tumbes River Basin, PISCOpm

I. INTRODUCCIÓN

La presencia del cambio en nuestro medio y el aprovechamiento de los recursos hídricos para gestiones hidrológicas e hidráulicas para fines que generen desarrollo en la comunidad por medio de proyectos. La información básica es vital para respaldar los estudios que requieren los proyectos, los estudios hidrológicos se realizan de acuerdo a la necesidad demandada por los proyectos de aprovechamientos de recurso hidráulicos.

La escasa información pluviométrica hace que zonas fuera de la influencia de los datos puntuales presenten desconfianza para la realización de proyectos o estudios que puedan ayudar al desarrollo de la investigación con ello conocer también el comportamiento de las naturaleza específicamente de las precipitaciones que son frecuentes en nuestro territorio, por ello la importancia de buscar soluciones o alternativas a la limitaciones presentes, por el cual surge la idea de comprobar el ajuste de los datos de las estaciones meteorológica y la utilización del producto grillado PISCO (Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and Hydrological Observations) en su versión 2.1, el cual nos brinda gran cantidad de productos en especial la de precipitaciones para series históricas diarias y mensuales que permitan afrentar esas limitaciones.

Es por ello que teniendo confianza en los datos se puede tomar decisiones inmersas en proyecto o estudios que beneficien a la población en general debido a la dependencia que tenemos al recurso hídrico, esa confianza será respaldada por estimadores estadísticos lo cual será aplicado para la comprobación de las estaciones presentes en Tumbes, con ello también se busca incentivar a la búsqueda de alternativas que fundamentadas en la ciencia nos ayuden a resolver vacíos de conocimientos e innovadoras soluciones.

II. ESTADO DEL ARTE

2.1. Situación Problemática

A nivel global, la carencia de las estaciones meteorológicas y su operación resulta un problema, es por eso que países desarrollados optaron por la observación satelital de la tierra y sus características por medio de sensores montados en plataformas. Todo eso para una mayor comprensión, análisis y predicción.

En América del Sur los impactos del cambio climático no se han logrado mitigar, la tasa de deforestación, incendios, estudios de sequías, fenómenos hidrometeorológicos. Todos estos por falta de estudios que nos ayuden a proponer medidas de adaptación, mitigación al cambio climático, como bien se sabe estos modelos o estudios requieren de información que debe ser fiable y respaldada (Organización Meteorológica Mundial, 2022a).

En nuestro país como en el resto de América del Sur surge el problema de lograr una adaptación eficaz a los fenómenos hidrometeorológicos y climáticos extremos. Esto se lograría con un sistema de alerta temprana, que para nuestra región es de consideración las avenidas y las sequías (Organización Meteorológica Mundial, 2022b).

La Región de Tumbes cuenta con una superficie de 4669 km², las estaciones ubicadas en la Región son de 6 estaciones meteorológicas convencionales, 6 estaciones meteorológicas automáticas sería un total de 12 estaciones. Entonces sin considerar su ubicación espacial se tiene que por cada 389,083 km² se tiene una estación meteorológica, 22 estaciones meteorológicas ya no están activas en la Región, sería con estas estaciones funcionando una distribución espacial de 166,75 km² por estación meteorológica.

Con respecto a la cuenca del río Tumbes se tiene una superficie de 1806 km² contando con 5 estaciones meteorológicas, lo que nos da una distribución espacial de 361,2 km² por estación meteorológica.

Ahora describiendo las estaciones meteorológicas según su ubicación la mayoría se encuentra próximos a los cauces del río Tumbes en zona de montaña, luego las demás se ubican en la parte baja del río Tumbes y en el centro poblado de Pizarro.

Al ser una zona costera con la presencia de fenómeno del niño se requiere estudio que permitan diagnosticar, identificar, prepararnos para futuros riesgos y desastres que ocasiona la presencia del niño en nuestro departamento, los estudios requieren de insumos como las precipitaciones pero dado a la distribución de las estaciones meteorológicas resulta que las características locales no concuerdan con la estación meteorológica o que está se encuentra a una distancia alejada, lo que genera una situación problemática en él individuo, es por ello que los datos que están disponible en el producto grillado Pisco precipitaciones v.2,1 puede ser una alternativa para la realización de futuros estudio

2.2. Planteamiento del Problema

Para la descripción de la correlación de los datos del producto grillado Pisco precipitaciones v.2,1 con los datos observados en las estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca del río Tumbes se planteó la siguiente pregunta:

¿Cuál es la diferencia de las datas de Precipitación del Producto Pisco V2,1 y Estaciones Meteorológicas en la Cuenca del río Tumbes en el periodo de 1981 al 2016, según las métricas?

2.3. Justificación de la Investigación

Debido a la variabilidad climática de nuestro país, los instrumentos y equipos son necesario para entender el comportamiento climático en determinado tiempo y espacio. Entre ellos se tiene a las estaciones meteorológicas que nos brindan datos diversas variables meteorológicas. Las precipitaciones son variables importantes porque nos permiten cuantificar la cantidad de agua que se precipita en la cuenca, posteriormente los valores son utilizados para diversos proyectos que repercuten en el ambiente tanto como en la sociedad.

Entonces a mayor cantidad de datos se puede tomar decisiones fundamentadas en una mayor confiabilidad de la data. Pero nuestra región posee limitado número de red de estaciones funcionando, Por lo anterior se busca como alternativa la utilización de los datos del producto grillado Pisco precipitaciones v.2,1.

Con esto se busca comprobar el ajuste de los datos del producto grillado pisco v2,1 precipitaciones mensuales, los resultados tendrán trascendencia principal al público interesado que requieran dilucidar la incertidumbre si el producto grillado pisco v.2.1 se adapta a la realidad corroborando con las estaciones meteorológicas y con ello determinar su empleo, trascendencia secundaria en el público general del área de estudio en función a los resultados se puede emplear el uso de los datos del producto grillado pisco v.2,1 para futuros investigaciones como balances hídricos, modelamientos hidrológicos, modelamientos hidráulicos, estudios de inundación, riego, etc.

El monitoreo de sequias y las investigaciones continuas para conocer, simular, modelar nuestras cuencas y sub cuencas requieren de insumos como es información de precipitación, el producto Pisco brinda la facilidad de poder usar su información generada. Las sequias es uno de los grandes temas que se presentan debido a la variabilidad climática, este estudio nos puede ayudar a prevenir y tomar decisiones para un futuro sustentable. Los modelos Hidrológicos que permiten cuantificar la perdida de suelo en nuestras cuencas, planificar los recursos hídricos, simular la escorrentía, caudales máximos. Estas investigaciones contribuirían a la toma oportuna de acciones y medias para afrentar a problemas como escases de agua, erosión, sedimentación, inundaciones, etc. Que generarían pérdidas económicas, sociales, etc.

También puede se puede incentivar a la realización de futuras alternativas con los demás productos grillado de Pisco v.2.1 como precipitaciones diarias, caudales, evapotranspiración potencial. Incluso a la validación de datos de Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), Global Precipitation Measument (GPM), etc.

2.4. Objetivos de la Investigación

2.4.1. Objetivo General

Comparar las data del producto grillado Pisco precipitaciones v.2,1 con los datos observados en las estaciones meteorológicas en la Cuenca del río Tumbes.

2.4.2. Objetivos Específicos

1. Analizar y realizar procedimientos de consistencia en la data de precipitaciones observada.
2. Determinar la correlación de los datos de precipitaciones por estación meteorológica y elevación de la data del producto grillado Pisco precipitaciones v.2,1 con la data observada en la cuenca del río Tumbes.
3. Obtener la correlación de los datos de precipitaciones estacionales y por región climática de la data del producto grillado Pisco precipitaciones v.2,1 con la data observada en la cuenca del río Tumbes.

2.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

2.5.1. Hipótesis General

Los datos de la precipitación a nivel mensual del producto PISCO en contraste con los datos de precipitación mensual observadas en las estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca del río Tumbes, que son comprobados mediante estadísticos presentan un buen ajuste.

2.5.2. Hipótesis Especificas

1. La correlación a de las precipitaciones a nivel mensual de la serie es satisfactoria o buena.
2. A nivel multianual la comparación de los datos de precipitación presenta buena o satisfactoria correlación.
3. La correlación presente en la comparación de la serie de tiempo de los datos estimados y observados se presentan como buena o satisfactoria a mayor altitud y región climática.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. ANTECEDENTES

Porto (2021), en su tesis titulada “Validación del producto grillado pisco de precipitación v2,1 con la data observada de las estaciones pluviométricas del SENAMHI en la cuenca de la vertiente del lago Titicaca-lado peruano”, que tuvo como objetivo general validar el producto PISCO de precipitaciones v2,1 con la data observada de las estaciones pluviométricas del SENAMHI en la cuenca de la vertiente del lago Titicaca-lado peruano. Según su metodología se desarrolló la identificación y delimitación del área de estudio, la identificación de número de estaciones pluviométricas estimada del producto PISCO, descarga y preparación y control de calidad de los datos, análisis exploratorio de datos, regionalización y homogenización con método del vector regional, completación de data faltantes. la validación se realizó a nivel punto grilla, a nivel altitud y elevación, a nivel estacional y a nivel región climática.

Se obtuvo datos para una serie de tiempo de precipitación mensual desde enero de 1981 hasta diciembre de 2016 contando para 33 estaciones activas, el método de vector regional dio valores de correlación comprendidos en un rango de 0,743 a 0,93 lo cual indica buenos valores de correlación, se obtuvo 5 grupos homogéneos de estaciones con similares regímenes pluviométricos.

En la prueba de consistencia se dividieron en dos periodos [enero 1981-diciembre 1999] y [enero 2000- diciembre 2015], la estación cruceo presentó significancia lo cual fue motivo de corrección para los datos del segundo periodo.

La validación a nivel de punto-grilla se obtuvo valores de correlación entre 0,677 - 0,931. En resumen, el 80% de las estaciones tienen muy buena correlación, el 18% correlación satisfactoria y solo una presentó correlación insatisfactoria según la clasificación de (Andersen et al., 2001). Con el análisis de RMSE se obtuvieron números entre 9,74 y 45 eso porque error cuadrático medio es sensible a los valores atípicos. El índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE) evidenció valores entre 0,638 - 0,977 siendo considerado muy bueno, el análisis de variación espacial BIAS dio como resultados que existe una sobreestimación en la parte media de la cuenca y subestimación incrementa hacia los extremos norte y sur de la Vertiente Peruana del Titicaca.

La correlación a nivel de altitud y elevación dio valores de 0,0847 para los datos SENAMHI y 0,2115 para data PISCO, dedujo que a un incremento de altitud va aumentado la subestimación y que a mayor altitud menor es la precipitación.

Para la correlación a nivel estacional se consideró agruparlas en los meses donde se dan para marzo, abril, mayo (otoño). Se obtuvo coeficientes de determinación en un rango de 0,737-0,991, valores para RMSE comprendido en el rango de 7,483-84,73.

Nash-Sutcliffe (NSE) valores comprendidos entre -0,575 a 0,964. Para el análisis BIAS se obtuvo valores en un rango -38,867 a 33,068.

En los meses de setiembre, octubre, noviembre (primavera). se obtuvo coeficiente de determinación en un rango de 0,356 a 0,938, RMSE en un rango de 16,129 a 104,651, NSE en un rango de -0,989 a 0,977 y BIAS en un rango de -49,600 a 42,907.

En los meses de junio, julio, agosto (invierno). se obtuvo coeficiente de determinación en un rango de 0,293 a 0,992, RMSE en un rango de 3,111 a 20,020, NSE en un rango de 0,984 a 1 y BIAS en un rango de -53,842 a 78,283.

Se concluyó que a nivel punto- grilla es considerar fiable la precipitación estimada en el producto Pisco y se puede utilizar en zonas sin información.

Que tiene buen desempeño en las regiones climáticas, que la correlación es baja a altitudes mayores a 4000 m.s.n.m, que en el estudio se obtuvo la relación que a mayor altitud menor precipitación.

Zapana (2019), en su trabajo “Análisis de la sequía meteorológica de la intercuenca alto Apurímac y las cuencas alto Urubamba y yavero utilizando el método de L-Momentos”. Como objetivo tuvo Caracterizar la sequía meteorológica en la Intercuenca Alto Apurímac y las cuencas de Alto Urubamba y Yavero mediante L-Momentos, además evaluar la información meteorológica de la zona de estudio del producto PISCOpm, entre otros.

Los procedimientos a seguir fueron: validación de datos PISCOpm v.2,0-Observados, Datos de precipitación total anual-PISCOpm, Análisis exploratorio de datos, Verificación de supuestos, Identificación de regiones homogéneas, L-Momentos (Ratios de L-Momentos regionales y locales, Test de discordia, Test heterogeneidad, Selección de la mejor distribución, Determinación de cuantiles regionales y locales), Mapeo del periodo de retorno PMA y Verificación de resultados del análisis de sequías.

Se realizó la validación de datos PISCOpm encontrando precipitaciones de 0,0 mm/mes en meses de estiaje a 300mm/mes en meses lluviosos, los valores fueron de una serie de tiempo de 1981 al 2016 para 24 estaciones en la zona de estudio obteniendo valores de coeficiente de determinación en un rango de 0,73 a 0,98 y RMSE valores entre 14,382 a 55,860 con lo cual se su validez para la su utilización en la zona de estudio. La información de precipitación dio para el análisis de las sequias para regiones homogéneas dentro de la intercuenca Alto Apurímac, cuenca Alto Urubamba y Yavero un ajuste mejor a la Normal Generalizada (GNO).

En presencia de una sequía meteorológica con una deficiencia del 20% de lluvia (80% PMA) con periodos de retorno de 4,5 a 14 años, con deficiencia de 30% de lluvia (70% PMA) periodos de retorno de 8,0 a 18 años y con deficiencia de 40%nde lluvia (60% PMA) periodos de retorno entre 18 a 26 años para zonas con mayor vulnerabilidad.

El uso de suelo en las zonas afectadas de la intercuenca Alto Apurímac por sequía a déficit del 40%, 30% y 20% de lluvia es 10,1%, 46,6%, 95,2% respectivamente. En la cuenca Alto Urubamba y cuenca Yavero con los mismos valores de sequía a déficit que la anterior el porcentaje de uso de suelo vulnerable es 19,8%, 41,2%, 54,7% y 28,6%, 43,2%, 58,9% respectivamente a la cuenca y los porcentajes de déficit de sequías.

Mamani (2019), en la tesis “Regionalización espacial de precipitaciones mensuales en la cuenca de la vertiente del lago Titicaca-lado peruano”, tuvo el fin de realizar una propuesta de regionalización espacial de precipitaciones mensuales en cuenca de la vertiente del lago Titicaca-lado peruano, inicio analizar comparativamente la precipitación observada con la data grillada PISCO, a través de indicadores estadísticos. Los resultados para el análisis comparativo dieron confiabilidad a los datos PISCO obteniendo para los indicadores estadísticos: Determinación valores entre 0,743 a 0,956, sesgo BIAS en un rango de -27,36% a 15,359%, coeficiente de NASH con valores entre 0,875 a 0.947. Luego se realizó el análisis clúster agrupando cinco regiones y dos microrregiones homogéneas mediante método Ward, para posterior determinar el Vector Regional obteniendo cinco regiones.

Las 50 estaciones en un periodo de serie de tiempo de 1981 al 2016, obtuvo buena validación y en la prueba de tendencia 65% presento tendencia positiva, 25% tendencia negativa y el 10% no presento tendencia esto con el test no paramétrico Man-kendall. los meses con mayor valor de precipitaciones son diciembre, enero, febrero, marzo y abril. las precipitaciones anuales se encuentran en el rango de 526,95 a 840,30 mm, se para el análisis de frecuencias se encontró que las distribuciones más optima al ajuste son: Gumbel, Gamma, Gamma Inversa y Normal, para periodos de retornos de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años.

3.2. Marco Teórico

3.2.1. Hidrología

La hidrología ha adquirido varios conceptos en el tiempo desde punto de vista etimológico que se asocia al estudio del agua, hasta considerar solo a la distribución y circulación de agua como propiedades, con ello se limitaba solo al estudio de la superficie de la tierra y la atmósfera. En el siglo XX se conceptualizó como la ciencia que trata el agua en la tierra, desde su ocurrencia, circulación y distribución, con ellos también sus propiedades físicas y químicas y la relación con el medio ambiente, así como los individuos vivientes

La hidrología no se considera como una ciencia pura, pues tiene relación con otras ciencias como la climatología, geomorfología, geología, etc. Entonces se puede decir que la hidrología es una ciencia de la tierra aplicada que abarca tanto a la superficie como el subsuelo pero este se considera un tema en sí mismo como lo es la hidrogeología, esta ciencia es aplicada por que trata de describir, relacionar, establecer la razones de los fenómenos que se presentan en nuestra realidad por medio de leyes, modelos, simulaciones, etc. esto nos permite dimensionar, materializar obras que nos permitan conducir, distribuir, captar el recurso hídrico agua.(Mejía, 2012; Ponce, 2014).

3.2.2. Hidrología en la Ingeniería

La hidrología tiene una presencia trascendental en la ingeniería que se fundamentan en ella para poder tomar decisiones, dar respuesta a preguntas como la presencia de caudales, escorrentía superficial, disponibilidad hídrica, estimar o pronosticar los efectos que se pueden ocurrir en su relación con el medio como son: la erosión, sedimentos, salinidad, etc.

Los datos y los tratamientos que le damos a ellos nos permiten analizar posibles sequías, efectos del cambio climático, pronósticos, estimaciones de avenidas, etc.

También nos permiten la realización de diversos proyectos por medio de estudios hidrológicos, como lo son: drenaje, hidroeléctricas, abastecimiento de aguas, embalses, etc. En la cuenca podemos gestionar el recurso hídrico que se presencia. (Mejia,2012; Gutiérrez,2014).



Figura 1. Inundaciones y sequías en Colombia.

Fuente: <https://agua.org.mx/actualidad/inundaciones-y-sequias/>

3.2.3. Ciclo Hidrológico

El ciclo hidrológico es un proceso cíclico que está relacionado con la atmósfera, océanos y superficie de la tierra. El estudio de la hidrología se centra en el agua dulce que es más enfocada en la superficie de la tierra, en el mar lo estudia la oceanografía y la atmósfera la meteorología.

Como es un ciclo no tiene definido inicio o final, es una recirculación del agua en ella está presente la evaporación, precipitación, escorrentía, interceptación, transpiración e infiltración. Esto se pueden dividir en tres que son de vital importancia para los hidrólogos que son la evaporación, precipitación y escurrimiento. La evaporación porque se puede considerar como la evaporación de océanos, ríos, lagos, suelos y plantas, como la interceptación y transpiración de las plantas, La precipitación por que puede ser todo tipo de forma sea granizo, lluvia, nieve o conjuntamente, la escorrentía por que puede realizar ya sea superficial o subterránea. Debido a la variabilidad climática el ciclo es estudiado es a escala menor en caso de unidad hidrográfica para considerar la disponibilidad del agua, permita satisfacer las múltiples necesidades. (Tim,2019).

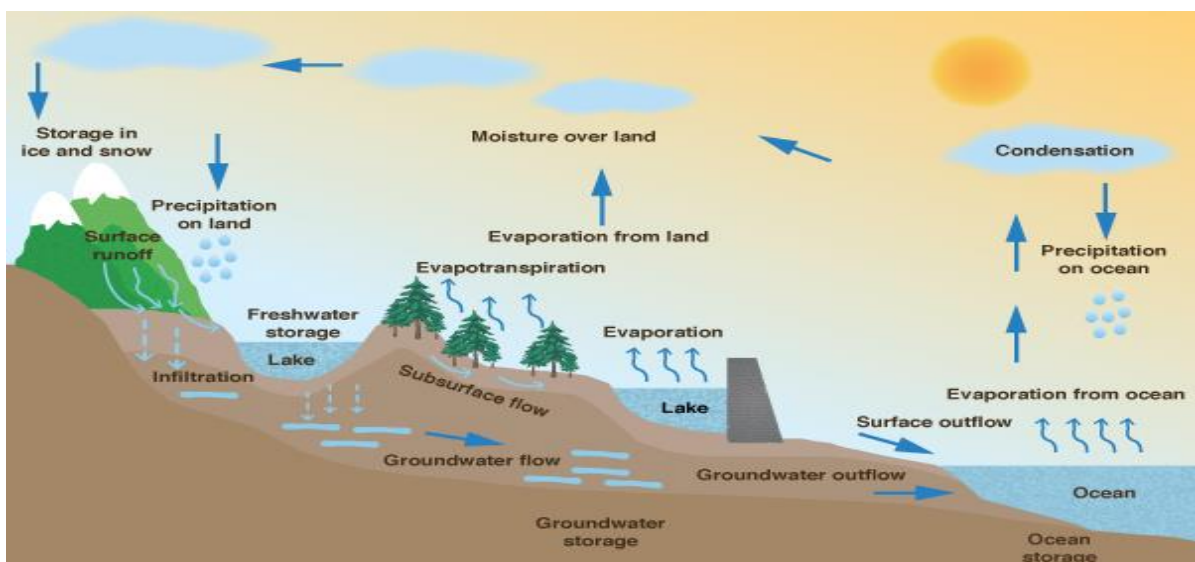


Figura 2. Ciclo Hidrológico.

Fuente: http://ponce.sdsu.edu/enhydro/engineering_hydrology_01.php

3.2.4. Cuenca Hidrográfica

Es un espacio geográfico definido por divisorias topográficas que son las (Divortium Aquarum), se considera que existen interrelación en ella de diferentes elementos naturales, ambientales, económicos, institucionales y políticos y que se desarrolla en el tiempo. también se considera aquel espacio geográfico que recibe el agua de las precipitaciones, las drena de sus tributarios a su cauce principal. La cuenca hidrográfica es de régimen abierto a flujos, líneas e influencias pueden atravesar fronteras, con esto se puede dar y recibir flujo. (Vásquez et al.,2016).

La cuenca hidrográfica brinda siguientes funciones: hidrológica captando el agua, para procesarla y suministrarla para consumo humano. Ambiental por que suministra las condiciones para que se desarrolle de procesos biodiversos. Ecológica por que brinda lo necesario para que habite la flora y fauna en ella. Socioeconómica porque nos brinda servicios y bienes que permiten la realización de diversas actividades sociales y económicas. (FAO,2021).



Figura 3. Cuenca Hidrográfica.

Fuente: Adaptado de Velásquez Ocaña Rafael, (2013).

3.2.5. Parte de una Cuenca Hidrográfica

Las cuencas hidrográficas alto andina consta de tres partes según Vásquez (2016):

a. Partes altas: En esta parte se encuentra la mayor concentración de volúmenes de agua debido a la gran concentración de lluvias intensas de 800 hasta 1 600 mm por año, la altitud es mayores a los 3000 msnm, se encuentran lagos y lagunas además presenta abundancia de actividad biológica donde los pequeños campesinos y pastores realizan una economía de subsistencia.

En las altitudes de esta cuenca se encuentra gran potencial de erosión, su topografía es accidentada, recursos mineros. En esta parte alta se encuentra la "cabecera de cuenca", lo cual presenta recurso hídrico de mayor disponibilidad y buena calidad el cual fluye superficial y/o subterráneo a las partes medias y bajas de la cuenca.

b. Partes medias: La función de esta parte es escurrimiento del agua, presenta ciudades pequeñas. las altitudes están entre los 800 y 3000 msnm, su precipitación varía entre 100 a 800 mm por año, presenta gran actividad económica y tienen climas variados.

c. Partes bajas: Es la parte donde se encuentran las medianas y grandes ciudades, se realizan actividades agropecuarias intensivas, los valles costeros presentan pendientes muy bajas, la altitud varía entre el nivel del mar a 800 msnm, su precipitación es baja siendo menor de los 100 mm por año. Tiene gran potencial de aguas subterráneas.



Figura 4. Partes de una cuenca.

Fuente: https://www.iagua.es/sites/default/files/images/Cuenca_hidrografica_texto.jpg

3.2.6. División de una Cuenca Hidrográfica

La división de la cuenca o clasificación es una cuestión bien debatida, según Vásquez (2016): estas se pueden conceptualizar como micro cuenca, sub cuenca, cuenca. En función de su ramificación de sus cauces es así que una micro cuenca presenta cursos de primer, segundo, tercer orden; una sub cuenca cuarto, quinto orden y una cuenca de sexto orden a más. Esta ramificación se enumera desde los cauces más pequeños guiándose de las líneas de "Divortium Aquarum". Pero en algunos casos la ramificación puede superar las cantidades establecidas como sucede en la amazonia, por ello se opta por dividir por áreas referenciales.

Tabla 1. División de una cuenca hidrográfica.

Unidad Hidrográfica	Área (miles de has)
Cuenca	> 50
Sub Cuenca	5 – 50
Micro Cuenca	< 50

Fuente: Vásquez et al. (2016), Manejo y gestión de cuencas hidrográficas.

En cambio, Villón (2020), clasifica las cuencas en:

Cuenca grande es aquella que tiene áreas mayores a 25 miles de hectáreas y Cuenca pequeña las que su área no supera los 25 miles de hectáreas esta cuenca presenta lluvia de fuerte intensidad y corta duración.

3.2.7. Precipitación

La precipitación como parte del ciclo hidrológico es de carácter cuantitativo, está se presenta en estado sólido como nieve, granizo y liquido como lluvia, llovizna, Entonces las precipitaciones son toda manera de que el agua se deposita en el la superficie terrestre. Se debe considerar las abstracciones hidrológicas que son las formas de como la cuenca hace la extracción de la precipitación, por ello se adquiere dos términos que son precipitación efectiva y precipitación total, la desigualdad de las precipitaciones totales y precipitaciones efectiva son las abstracciones hidrológicas. Se considera dentro de las perdidas o abstracciones hidrológicas la evaporación, almacenamiento superficial, intercepción, infiltración, evapotranspiración. La esorrentía se le considera a la desigualdad de la precipitaciones totales y abstracciones hidrológicas por ende precipitación efectiva y esorrentía son equivalentes. (Ponce, 2014).

3.2.8. Origen de la Precipitación

Para que exista la precipitación deben existir tres condiciones:

- a) Enfriamiento de la atmósfera.
- b) Condensación en núcleos.
- C)Crecimiento de las gotas de agua/hielo.

Estas condiciones favorecen al origen de la precipitación porque la capacidad del aire al retener el vapor de agua depende de su temperatura, en temperatura fría menor cantidad retiene en caso de que el vapor de agua. Si la temperatura del aire es caliente y húmedo se enfría y el vapor de agua se satura hasta lograr la condensación en agua líquida o sólida para ello las pequeñas partículas tienen que haber experimentado las tres condiciones. (Tim,2019).

Gracias a su pequeño tamaño las gotas de agua que constituyen a la nube se mantienen estables, el diámetro de las pequeñas gotas es de 0,02 mm con espaciamiento entre gota de 1 mm y masa de 0,5 a 1 gr/cm³. En cambio las gotas de lluvia son 100 a 1000 veces más mayor en diámetro, el aumento se asocia a fenómenos como unión entre sí de numerosas gotitas y engrosamiento de una gota por la fusión y condensación de otras. (Villón,2020).

3.2.9. Formas de Precipitación

Según Villón (2020). La precipitación tiene las siguientes formas:

- a. Llovizna: pequeñas gotas de agua, cuyo diámetro varía entre 0,1 y 0,5 mm, las cuales tienen velocidades de caída muy bajas.
- b. Lluvia: gotas de agua con diámetro mayor 0,5 mm.
- c. Escarcha: capa de hielo por lo general transparente y suave, pero que usualmente contiene bolsa de aire.
- d. Nieve: compuesta de cristales de hielo blanco translúcido, principalmente de forma compleja.
- d. Granizo: precipitación en forma de bolas o formas irregulares de hielo, que se producen por nubes convectivas, pueden ser esféricos, cónicos o de forma irregular, su diámetro varía entre 5 a 125 mm.(pág.244).



Figura 5. Formas de precipitación

Fuente: http://ponce.sdsu.edu/enghydro/engineering_hydrology_02.php#precipitation

3.2.10. Clasificación de la Precipitación

Para dar origen a la precipitación el vapor de agua tiene una elevación a la atmosfera donde se da la condición forzosa, pero presentan diferentes características que las clasifican así:

Precipitaciones Convectivas

Debido a la radiación el agua tiende a evaporarse esta masa de vapor de agua tiende a subir por convección, por estar a una temperatura caliente se elevan adiabáticamente con gradientes en seco ($1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$), en saturado ($0,5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$). al cumulo que se forma se le nombra nube del tipo "Cumulus-nimbus". esto se da en zona donde se presencia bastante radiación como las tropicales. (Mejía,2012; Villón,2020).

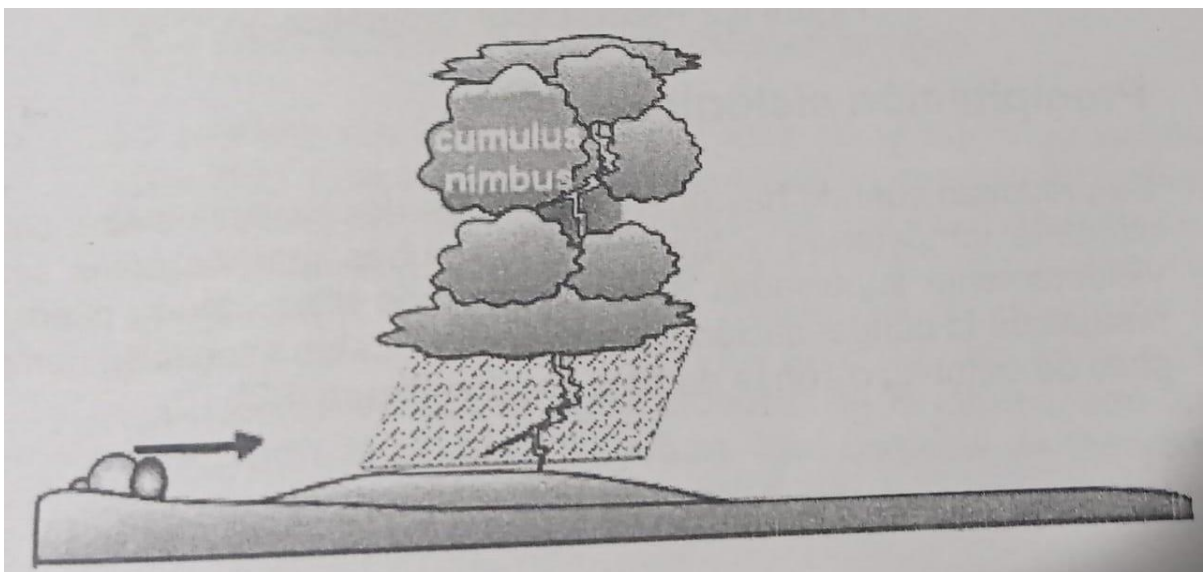


Figura 6. Precipitación Convectiva.

Fuente: Villón (2020), Hidrología.

Precipitaciones Orográficas

Se da en presencia de vientos que desplazan el vapor de agua hacia las montañas donde ascienden hasta que se den las condiciones necesarias para que se realice la precipitación. (Gutiérrez,2014). Se da en zonas montañosas, en el Perú se lleva a cabo en la vertiente oriental de la cordillera de los andes. (Vásquez,2016).

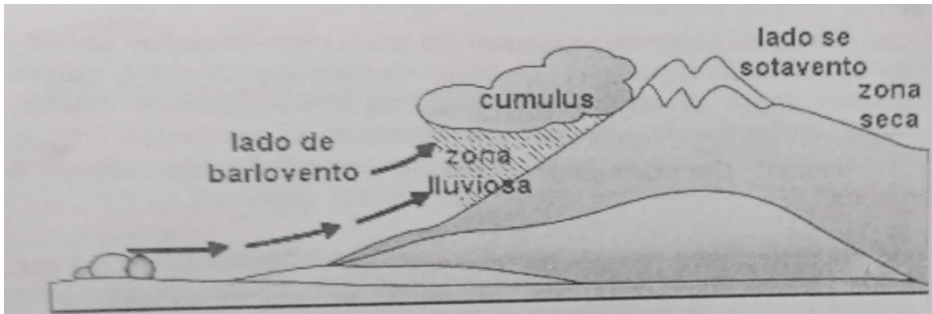


Figura 7. Precipitación Orográfica.

Fuente: Villón (2020), Hidrología.

Precipitaciones Frontales o Ciclónica

El encuentro de dos masas de aire en diferentes temperaturas y humedad, como en el caso de masa de aire caliente y masa de aire frío, la masa de aire caliente es dirigida a las partes altas por el choque que se da, se le asocia a los ciclones y frontal por el choque que sucede. (Mejía,2012).

En la naturaleza se encuentran las tres clasificaciones de lluvia para un espacio determinado, Se puede tener orográfica y luego una convectiva, se debe tener en cuenta la variabilidad del clima.

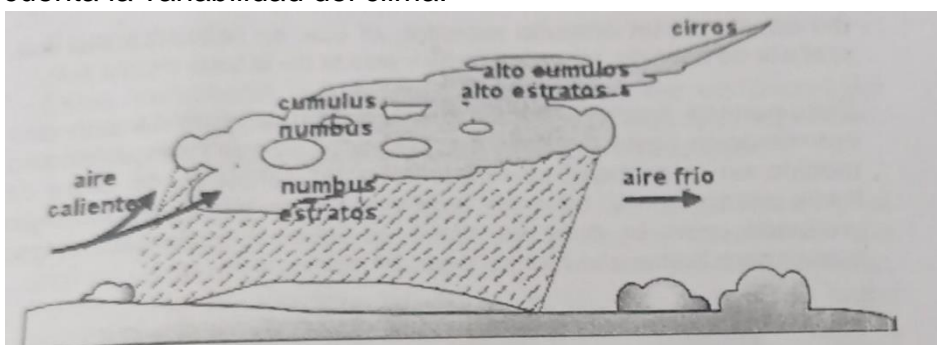


Figura 8. Precipitación Ciclónica.

Fuente: Villón (2020), Hidrología.

3.2.11. Medición y Registro de la Precipitación

La medición de la precipitación es de carácter puntual, porque se realiza en un punto específico con instrumentos como pluviómetros o pluviógrafos, esto se debe a que no se puede medir toda el área donde se produce la precipitación, entonces con ello se busca representarla en lámina de agua. (Mejía,2012).

Los estudios hidrológicos para realización de proyecto y otros fines aplicativos requieren de variables como la precipitación, por ello es significativo conocer su magnitud precipitada, los pluviómetros o pluviógrafos expresan estos datos de altura de agua en milímetros, centímetros o pulgadas. (Vásquez,2016).

Los radares permiten observar la ubicación y desplazamiento de las áreas de precipitación, y ciertos tipos de radar pueden proporcionar estimaciones de las tasas de lluvia en las áreas comprendidas dentro de su alcance (Bringi y Chandrasekar, 2001). El alcance efectivo para uso en la hidrología de los radares es de 40 a 200 km, como otras características funcionales como su haz de antena, su potencia de salida o su sensibilidad de recepción (Comisión Europea, 2001).

Pluviómetro

Son recipientes cilíndricos que almacenan la lámina de agua que entra por su parte superior a lo cual se hace referencia como boca horizontal, el almacenamiento se lleva adentro de este, la Organización Meteorológica Mundial(OMM), organismo de las Naciones Unidas que trata temas de estandarización mundial de las mediciones y observaciones meteorológicas, entre otras, determinaron que la boca horizontal debe contar con una área de 200 cm² o 400 cm².Al colocar sobre una superficie horizontal el agua almacenada en el pluviómetro y vertida sobre una probeta graduada en milímetros obtenemos la unidad de medida de la precipitación.(Vásquez,2016).

Se pueden producir errores en los valores de medida por la exposición al viento, objetos cercanos (edificios, árboles, cerros, etc.), por ello se recomienda que este debe estar a una distancia cuatro veces la altura del obstáculo y protegido de posibles impacto o perturbaciones aerodinámicas, desde la boca del pluviómetro hasta el suelo debe ser de 1,50 metros, aunque lo ideal debe estar al nivel del suelo, debido a que se quiere obtener los valores de lluvia a ese nivel. Se debe minimizar o eliminar las siguientes fuentes de error:

1. Pérdidas por evaporación del agua contenido en el colector.
2. Conteo incorrecto del número de probetas resultantes, en el caso de lluvias grandes.
3. Agua derramada durante la transferencia del colector a la probeta.
4. Graduación de la probeta que no corresponde al área de la boca del pluviómetro.
5. Lectura defectuosa de la escala de la probeta.
6. Anotación incorrecta en el cuaderno del observador.

son consideraciones que el operador del instrumento debe tener en cuenta. (Mejía,2012).

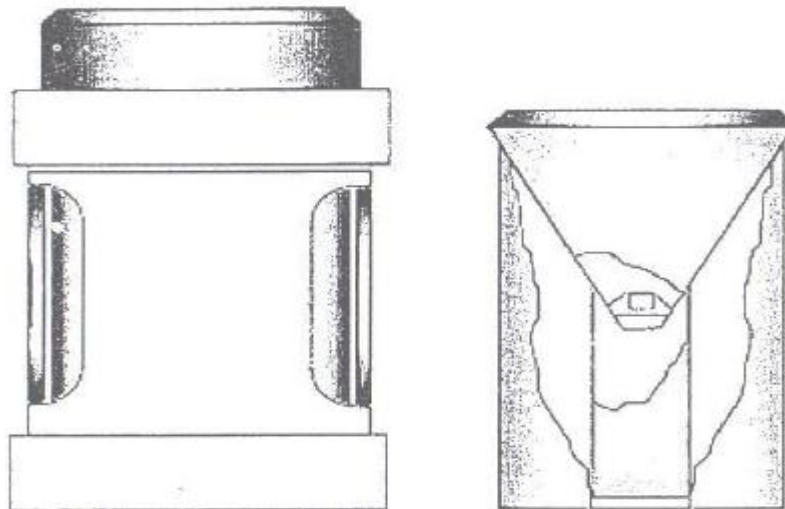


Figura 9. Pluviómetro.

Fuente: Villón (2020), Hidrología.

Pluviógrafo

El pluviógrafo es un instrumento para medición de la precipitación más detallado por que describe distribución temporal y variación de intensidades, teniendo en cuenta que está en la función de tiempo y la precipitación. (Vásquez,2016).

Según Mejía, (2012). Existen tres tipos de pluviógrafo:

a. Pluviógrafo de flotador: Este posee un flotador ligado a una pluma que en función del ingreso de la precipitación grafica una banda enrollada en un tambor que gira con el tiempo. Trabaja en una capacidad de 10 mm de capacidad cuando llega por medio de un sifón descarga automáticamente la lluvia, haciendo que la pluma baje a cero y en caso continúe el ingreso de lluvia la pluma va graficando en la cantidad dando el nivel el flotador. La banda con los trazos se le llama pluviograma.

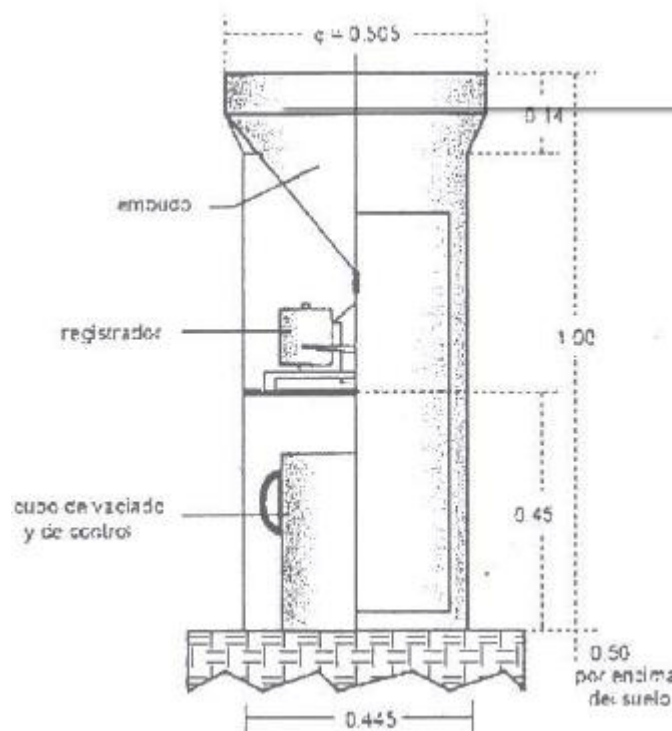


Figura 10. Pluviógrafo.

Fuente: Villón (2020), Hidrología.

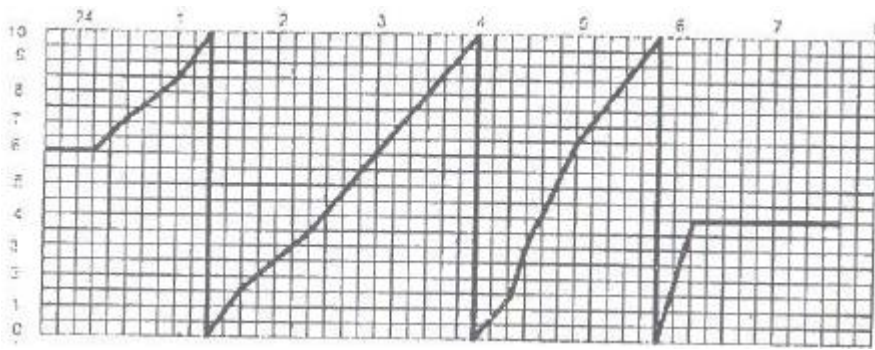


Figura 11. Pluviograma.

Fuente: Villón (2020), Hidrología.

b. Pluviógrafo con sistema de cuba o balancín: Se genera un impulso cada que se llena una de su cuba que tiene una capacidad de 0,5 mm que dado por su peso propio el vaciado, el impulso generado acciona un registro dando un gráfico en papel, en cinta magnética o cualquier almacenamiento. Su registro se da cada 0,5 a 1 mm teniendo un gran detalle también tiene como ventaja no necesitar el registro localizado en el por lo cual es ideal para la telemedición o telemetría, porque genera señal a distancia.



Figura 12. Pluviógrafo balancín.

Fuente: <https://www.tutiempo.net/meteorologia/articulos/pluviometro-y-pluviografo.html>.

c. Pluviógrafo de masa: La balanza que tiene acumula el agua, conforme aumenta un brazo y una pluma son accionados en un papel enrollado sobre un tambor que mediante un sistema de relojería gira con el tiempo transcurrido, cuando llega la balanza a 10 mm esta se descarga en por un sifón invertido, para reiniciar el proceso nuevamente.

Pluviómetro Totalizador

Son aquellos pluviómetros que totalizan la medición de las precipitaciones por periodos largo como: mensual, estacional. Esto son comunes en lugares de difícil acceso donde solo se puede visitar pocas veces al año. Como acumulan la lámina de agua mucho tiempo esta se debe proteger de la evaporación, congelación. Para la evaporación se emplea una lámina fina de aceite y para la congelación cloruro de calcio u otro anticongelante. (Villón,2020).



Figura 13. Pluviómetro Totalizador.

Fuente: <http://meteorologia.pucp.edu.pe/estacion/bfnubese.html>.

Aparatos Telemétricos

La telemetría es un sistema que a partir de sensores se lleva una medición a distancia. Esto está presente en las estaciones meteorológicas Automáticas (EMA) por que esta realiza observaciones y las transmite automáticamente.

Las mediciones se realizan con instrumentos como sensores que son leídas o recibidas por una unidad central de datos, que a nivel local es procesado y enviadas, por medio de redes. La precipitación como sensor tiene el pluviógrafo de balancín que es el recomendado para las estaciones meteorológicas automáticas, en caso de pluviómetros estos requieren de mayor cuidado porque pueden ensuciarse fácilmente con hojas, arenas o excremento de pájaros. También se debe considerar el clima y sus efectos en el equipo. (OMM,2017)

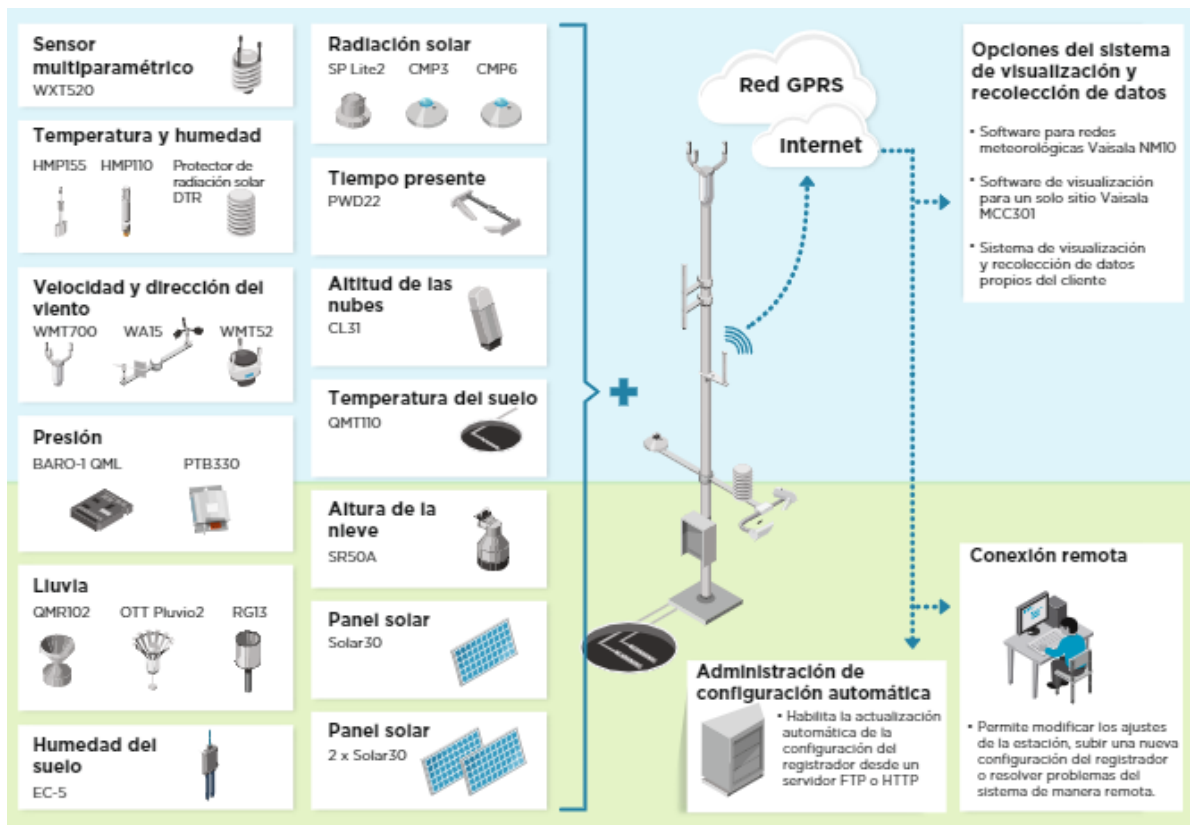


Figura 14. Aparatos Telemétricos.

Fuente: Adaptado de <https://www.vaisala.com/sites/default/files/documents/WEA-MET-AWS310-Brochure-210x280-B211290ES.pdf>.

Radars Meteorológicos

Los radares meteorológicos de acuerdo a su frecuencia pueden detectar la precipitación y los fenómenos meteorológicos asociadas a ellos, como radar funciona con los impulsos de las ondas electromagnéticas puede detectar elementos como aviones, polvo, insectos, pájaros hasta incluso variaciones del índice de refracción en la atmósfera producidas por deltas en temperatura o humedad.

Frecuencias de 3 a 10 GHz (con longitud de onda de 10 a 3 cm) pueden detectar y localizar zonas de precipitaciones, medir su intensidad y desplazamiento y su tipo. Los hidrometeoros más pequeños, como precipitación, nieve débil, la niebla, la llovizna y una nube son detectados por frecuencias altas como 35 y 94 GHz. (OMM,2017).

Observación Satelital

La observación satelital se lleva por medio de satélites meteorológicos, que son equipados con sensores para que puedan efectuar medición del clima y sus variables. Para ello se realizan misiones, como son la de satélites meteorológicos operativos, misiones atmosféricas especializadas, etc. las primeras se realizan en constelaciones de órbitas geoestacionarias o muy elíptica, como también hay en constelaciones en órbitas helio sincrónicas.

Las misiones atmosféricas especializadas como la precipitación es una variable meteorológica básica su medición requiere del intervalo espectral de microondas, la medición se en columna de precipitación y únicamente en unos cuantos canales. La Misión de medición de lluvias tropicales (TRMM; origen en 1997), con el uso de sensores de microondas pasivas y activos asociados equipados en el satélite. se pudo formular algoritmos que posibilitan una mejor utilización de mediciones pasivas... en intervalos de tres horas. (OMM,2017).

3.2.12. Producto grillado PISCO (Peruvian Interpolated Data of the SENAMHI's Climatological and Hydrological Observations)

Pisco es un producto encabezado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), PISCOpV.2,1 contiene cuadrículas de precipitaciones mensuales y diarias a una escala de 0,1° calculadas para 1981-2018 cubriendo todo el Perú. Se construyó utilizando datos de pluviómetros completo en serie, CHIRP V.2,0 (sin estaciones de pluviómetros), climatologías de precipitación combinadas con pluviómetros, métodos de interpolación geoestadística y determinística, y un factor de corrección mensual simple aplicando a las estimaciones diarias. (Aybar et al., 2019).

El producto PISCO sigue la siguiente metodología para el control de calidad:

Debido a la limitada disponibilidad de los metadatos el análisis de datos de pluviómetros debe primar la identificación de errores graves y de rellenos de datos faltantes por métodos eficientes. Los métodos de control de calidad están en función de densas redes de estaciones pluviométricas, el Perú debido a su escasa cantidad de estaciones debe aplicar las siguientes verificaciones:

- a. Problemas generales en eliminación de valores obvios inconsistentes, como valores negativos, relacionado con puntos decimales, fechas repetidas y cambio inesperado en las coordenadas de latitud o longitud.
- b. Valores extremos espaciales(automático), se utiliza un umbral de 200 años de periodo de retorno de precipitación para la detección de eventos extremos, luego si hay ocurrencia de al menos dos valores vecinos menores a 50 kilómetros en la misma fecha se conserva, de lo contrario se descarta.

No existe una metodología establecida para el llenado de huecos en el Perú, pero se ha considerado un enfoque en dos pasos en la generación de conjuntos de datos de pluviómetro completo en serie.

c. Primero se considera medidores vecinos para la aplicación del método espacio-temporal CUTOFF (Feng et al.2014 citado por Delgado ,2019), para el relleno de conjuntos de datos de tiempo diarios y mensuales. La particularidad de este método se encuentra en que maneja los valores faltantes en los pluviómetros teniendo en cuenta la distribución espacio-temporal de la lluvia.

Previo a su aplicación se agrupa pluviómetros con otros pluviómetros con las siguientes características: distancia menor a 100 kilómetros, compartir un mínimo de 10 años de datos, relación lineal diaria mayor a 0,5 y mensual mayor 0,8. (Aybar et al., 2019).

Según Aybar et al (2019). El producto Picop V2.1, el código fuente y la información adicional están disponibles gratuitamente para los usuarios en formato NetCDF (1981–2016) y Geo TIFF (1981 – presente) en el siguiente sitio web: <https://piscoprec.github.io/>.

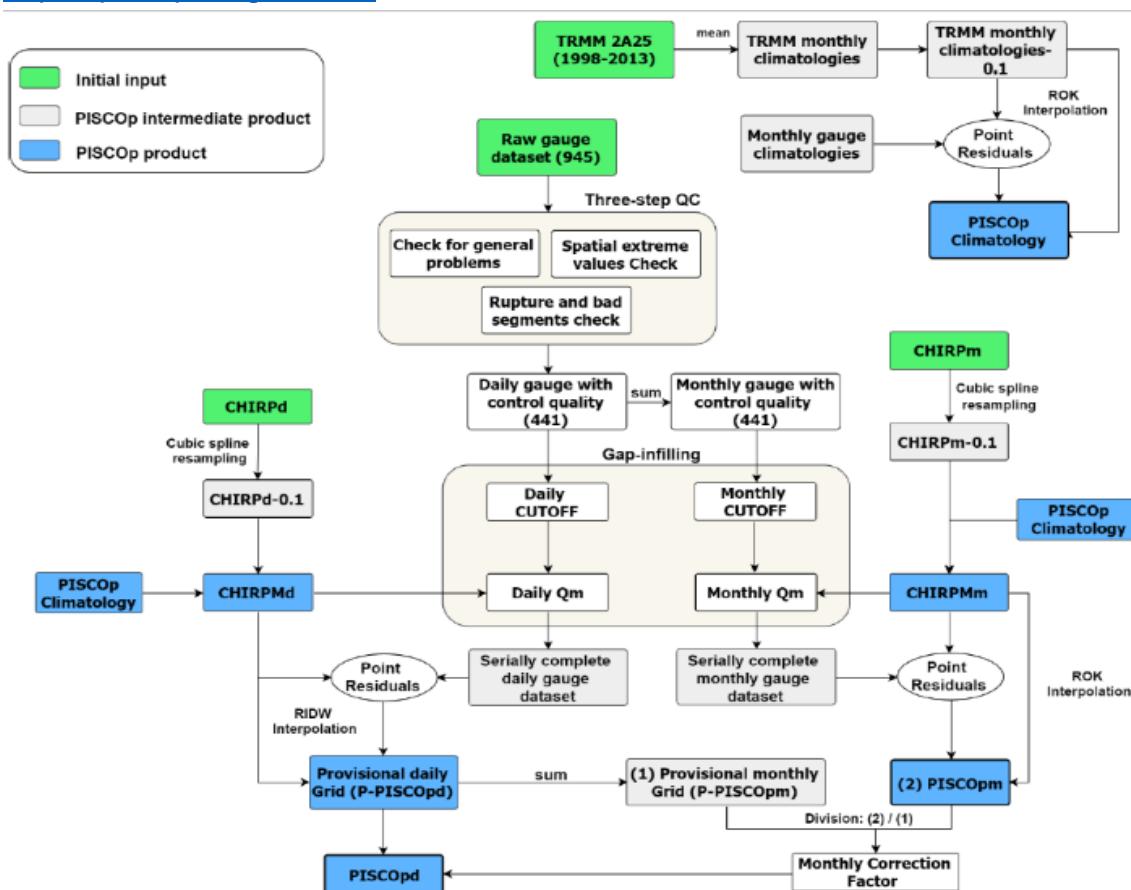


Figura 15. Esquema general del desarrollo de PISCOP. V2,1.

Fuente: (Aybar et al., 2019)

3.2.13. Validación de producto grillado PISCO.

Se realiza la comparación de los datos, con el coeficiente de correlación definimos la variabilidad de la precipitación, el estimador BIAS y el error cuadrático medio (RMSE) nos permite obtener la información sobre las intensidades. (Aybar et al., 2017).

La comparación entre estación meteorológica y la selección de punto grilla se lleva a cabo un proceso con estimadores de diferentes medidas, al obtener dos series de tiempos de precipitación para datos simulados y observados. Los estimadores como los indicadores estadísticos de comparación como el porcentaje de sesgo (PBIAS), error de la raíz cuadrada de la media (RMSE), coeficiente de determinación (R^2) y otros. Esto se puede realizar con librería "hydroGOF" del lenguaje de programación estadístico R <https://cran.r-project.org/web/packages/hydroGOF/hydroGOF.pdf>. (Endara,2017).

3.2.14. Análisis de serie de tiempo de datos hidrometeorológicos

Los datos hidrológicos de las observaciones que se generan a lo largo del tiempo en un determinado lugar. Cuánto más largo es el registro mayor será la posibilidad de error, esto cambio fueran apreciables son inconsistente, o carece de homogeneidad. Para ello debemos entender que inconsistencia es sinónimo de error sistemático y que son representado como saltos y tendencias. No homogeneidad son cambios de datos vírgenes con el tiempo debido a causas derivadas del hombre o la naturaleza como: movimiento de las estaciones en distancias verticales o horizontales e incluso cambio de su medio ambiente, La identificación, cuantificación y corrección de series donde existen errores sistemáticos son procesos de un tratamiento de datos hidrológicos. (Mejía,2012).

La información hidrológica consistente es la que se le ha realizados los siguientes procesos:

a. Análisis visual gráfico, es la representación gráfica de los datos hidrológicos y el tiempo nos permite analizar de manera visual los "picos" muy altos o valores bajos, tendencia y/o tendencias.

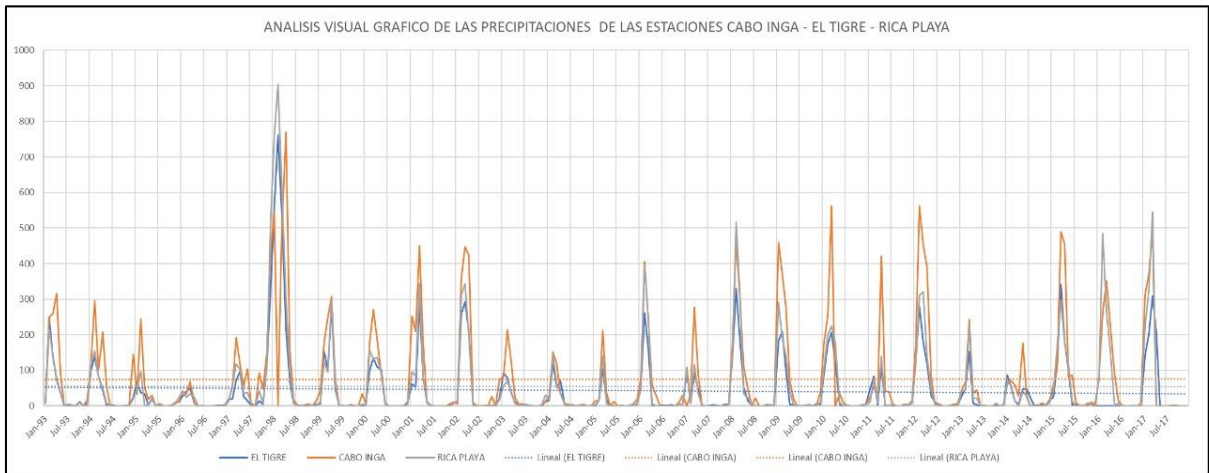


Figura 16. Análisis visual gráficos de datos hidrológicos.

Fuente: Elaboración Propia.

b. Análisis doble masa, nos da cierta confiabilidad de los datos porque a partir de la recta se puede corregir, estas rectas se obtienen planteando los datos acumulados promedios de todas las estaciones y sus datos acumulados de cada estación, el análisis está en el coeficiente de correspondencia de los datos y en la cantidad de quiebres que esta recta presenta, con ello elegimos nuestra estación base. (Villón,2001).

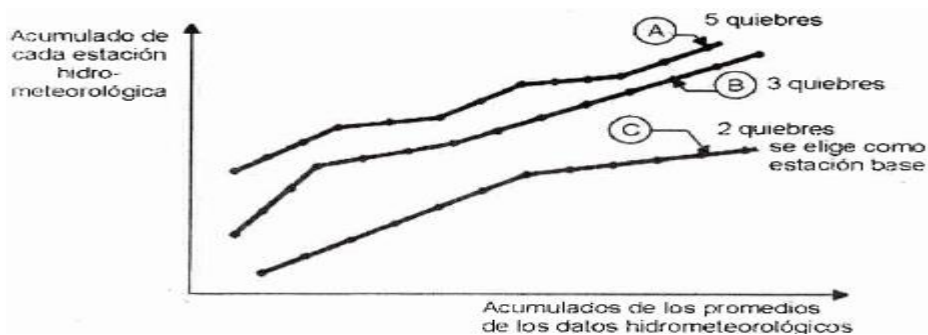


Figura 17. Análisis doble masa.

Fuente: Villón (2001). Hidrología Estadística.

El análisis estadístico se centra en los saltos presentes en la media y en la desviación estándar.

Los saltos en la media

Se realizan en periodos mediante la prueba T de student. Para ello se hace el cálculo de los promedios de cada periodo la realización de una prueba de hipótesis donde para que exista consistencia en la media el $T_{\text{calculado}}$ debe ser menor al T_{tabular} con un nivel de confianza del 95% lo cual no necesita corrección, en caso contrario se debe realizar una corrección a los periodos.

Los saltos en la desviación estándar

La serie de tiempo se divide en tramos o periodos los cuales se calcula su varianza de cada periodo, la prueba estadística F de Fisher, plantea la hipótesis de igualdad de las varianzas o alternativamente no. Se realiza la comparación de la prueba con el criterio si $F_{\text{calculado}}$ es menor o igual al F_{tabular} con un nivel de confianza del 95% no se realiza corrección ende la muestra es consistente, en caso contrario se debe realizar la corrección correspondiente. Por último, se debe tener cuidado al calcular la $F_{\text{calculado}}$ por que existen dos métodos en función a valor de la varianza de los periodos. (Mejía,2012).

La corrección de los saltos en media y desviación estándar

Para la corrección de los datos se considera el periodo a corregir sea el primer o segundo periodo, el dato a corregir en el primer periodo se obtiene de la diferencia del dato a corregir y el promedio del periodo entre la varianza del primer periodo, lo obtenido se multiplica por la varianza del segundo periodo más el promedio del segundo periodo, en caso se quiera realizar la corrección del segundo periodo, se invierte la varianza y el promedio del primer periodo por el segundo periodo.(Aliaga,1983).

3.2.15. Diagrama de cajas (Boxplot)

Es un gráfico estadístico en forma de caja tanto horizontal como vertical, es el método (Tukey, 1977) que representa medidas estadísticas como valor máximo, valor mínimo, tercer cuartil, la mediana y el primer cuartil. La presencia de estas 5 medidas nos permiten visualizar los datos posibles atípicos (outliers) que se encuentran fuera del rango Inter cuartil con intervalos de 5 y 95 por ciento de confianza, el rango Inter cuartil está dado por la diferencia entre el tercer cuartil y el primer cuartil, el límite superior es el tercer cuartil adicionada por la tres medios del rango Inter cuartil y el valor inferior es el primer cuartil menos los tres medios del rango Inter cuartil. (Aparco, 2018).

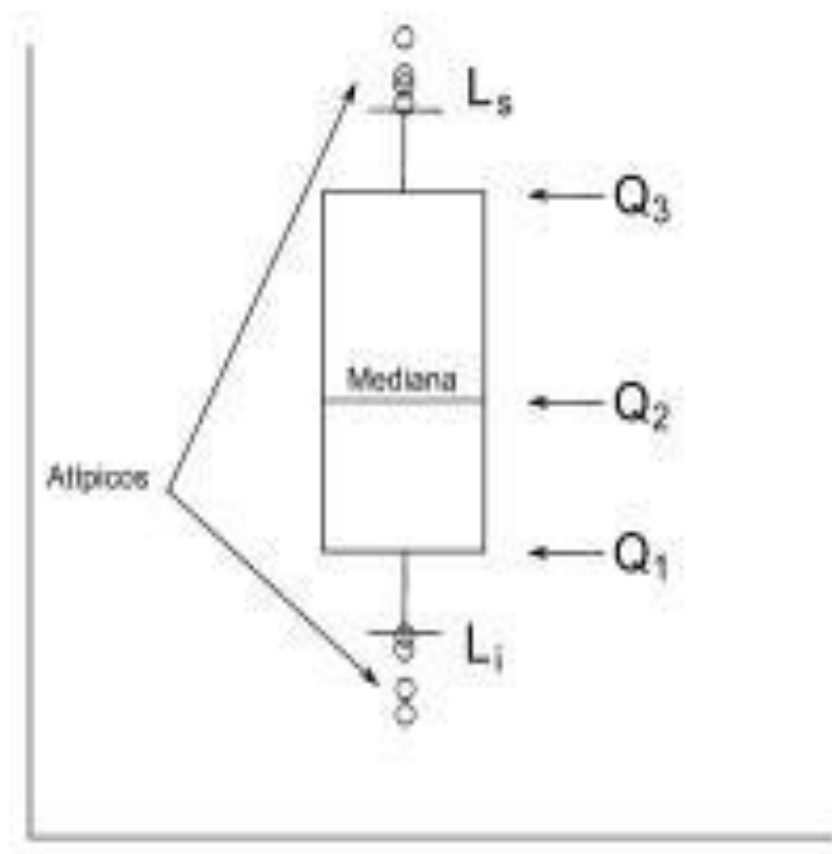


Figura 18. Diagrama de cajas – Box Plot.

Fuente: <http://tecnicasestadisticas.blogspot.com/2015/08/diagrama-de-caja-o-boxplot.html>.

3.2.16. Medidas estadísticas de comparación

Para la comparación de los datos hidrológicos tanto observados como estimados se afianza de la estadística para validar su comportamiento y describir los datos. Para ello los más óptimos son el coeficiente de Determinación(r^2), raíz del error medio cuadrático (RMSE), el porcentaje estadístico de sesgo (PBIAS), el índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE) y error absoluto medio (MAE).

Error Absoluto Medio (MAE)

Provee la diferencia entre la estimaciones y observaciones de los datos de precipitaciones y el cociente de la cantidad de datos.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Ei - Oi|$$

Tabla 2. Error Absoluto Medio.

MAE		
RANGO	UND	OPTIMO
0 - ∞	mm	0 (cero), indica un ajuste perfecto

Fuente: (Urrea, Ochoa, & Mesa, 2016 citado en Delgado,2019).

Raíz del Error Medio Cuadrático (RMSE)

Castro (citado en Delgado,2019), evalúa el error de las estimaciones del satélite en comparación con las de los pluviómetros con un énfasis en valores extremos (2014).

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Ei - Oi|^2}$$

Donde: Ei son las precipitaciones estimadas por el producto PISCO y Oi son las precipitaciones observadas y n el número de datos.

Tabla 3. Raíz del Error Medio Cuadrático.

RMSE		
RANGO	UND	OPTIMO
0 - ∞	mm	0 (cero), indica un ajuste perfecto

Fuente: (Méndez, 2016 citado en Delgado,2019).

Coeficiente de Determinación (R²)

La libre distribución de las variables cuantitativas hace que la correlación de Spearman o también conocido como rho de Spearman, siendo una prueba no paramétrica en contraste con la correlación Pearson. La correlación de Spearman sustituye los valores originales de cada variable por su rango, para ello se ordenan sus valores para cada variable X, Y. (García, et.al, 2019).

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)} \dots (\text{rho Spearman}),$$

$$r_s^2 = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)} \dots (\text{Coeficiente Determinación})$$

Donde:

r_s , es el coeficiente de correlación de Spearman entre las variables x e y.

d, es la diferencia de rango.

n, son los números de pares (x, y).

el coeficiente de determinación puede calcular la proporción de variabilidad de las variables atribuidas en la relación lineal. Para ello se eleva al cuadrado el valor del coeficiente de correlación, también presenta valores entre 0 y 1.

Para la verificación de los valores obtenidos, con significancias estadística, se plantea la siguiente prueba de hipótesis:

$$H_o : r^2 = 0 \text{ Hay variabilidad significativa.} \quad H_a : r^2 \neq 0$$

Para ello se emplea la prueba estadística T- Student's con dos grados de libertad:

$$t_o = \frac{r^2 \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-(r^2)^2}} \quad H_o : \text{Se rechaza si } |t_o| \geq t$$

Tabla 4. Rango e interpretación de la Coeficiente de Determinación (r^2).

Coeficiente	Correlación
$r = \pm 1$	Perfecta
$0,8 \leq r < 1$	Muy Alta
$0,6 \leq r < 0,8$	Alta
$0,4 \leq r < 0,6$	Media
$0,2 \leq r < 0,4$	Baja
$0 \leq r < 0,2$	Mínima

Fuente: (Mamani,2019).

Índice de Eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE)

La eficiencia de Nash-Sutcliffe (NSE) es una estadística normalizada que determina la magnitud relativa del modelo simulado en comparación con la varianza de los datos medidos (Nash & Sutcliffe, 1970 citado en Porto,2021).

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |Ei - Oi|^2}{\sum_{i=1}^n |Oi - \bar{O}|^2}$$

Donde:

Los datos de precipitación estimados son Ei , Oi son los datos de precipitación observadas y \bar{O} es el promedio de los datos de precipitación observadas.

Cuando el valor de la eficiencia de Nash Sutcliffe se acerca a 1 es más preciso el modelo, este tiene un rango de 1 hasta los valores infinitos negativos.

Tabla 5. Rango e interpretación de la eficiencia de Nash Sutcliffe (NSE).

NSE	Ajuste
NSE > 0,8	Excelente
0,6 ≤ NSE < 0,8	Muy Bueno
0,4 ≤ NSE < 0,6	Bueno
0,2 ≤ NSE < 0,4	Satisfactorio
NSE < 0,2	Insuficiente

Fuente: (Molnar,2011 citado en Álvarez, 2015).

Sesgo Estadístico Porcentual (PBIAS)

La comparación de los datos con el sesgo estadístico porcentual (PBIAS), nos puede indicar el comportamiento de los datos, si son sobrestimados su valor es positivo y si es subestimados su valor es negativo, cuando el valor es cero decimos que son idénticamente iguales. (Porto,2021).

$$PBIAS = 100 * \frac{\sum_{i=1}^n Ei - Oi}{\sum_{i=1}^n Oi}$$

Tabla 6. Rango e interpretación del Sesgo Estadístico Porcentual (PBIAS).

PBIAS	Interpretación Modelo
PBIAS < ±10	Muy Bueno
±10 ≤ PBIAS < ±15	Bueno
±15 ≤ PBIAS < ±25	Satisfactorio
PBIAS ≥ ±25	Insatisfactorio

Fuente: (Moriassi, Arnold, Van Liew, & Harmel,2007 citado en Delgado, 2019).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Enfoque de la Investigación

4.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación según la planificación de la toma de datos es Retrospectivo porque recoge datos pasados donde el investigador no intervino, según el numero ocasiones en que mide la variable de estudio es Transversal porque analiza los datos en un solo corte y analítica porque permite analizar dos o más variable ya sea por relación de casualidad, correlación o asociación. (Dagnino S., 2014) (Calderón & Alzamora de los Godos, 2018).

4.1.2. Diseño de Investigación

Como diseño de investigación es no experimental, transeccional, descriptivo-correlacional por que busca describir la comprobación de las precipitaciones observadas en las estaciones meteorológicas y las estimadas por el producto PISCO por medio de medidas estadísticas comparativas. (Hernández y Mendoza, 2018).

4.1.3. Población y Muestra

Población

Como población tenemos a todas las estaciones meteorológicas con su registro de precipitaciones presente en el departamento de Tumbes y todas las grillas del producto PISCO que cubren el departamento de Tumbes.

Muestra

Tenemos a todas las estaciones meteorológicas con sus registros de precipitaciones que se encuentran habilitadas en la cuenca del río Tumbes y las grillas del producto Pisco, para el periodo de 36 años (1981-2016).

4.2. Descripción de Área de Estudio.

4.2.1. Ubicación Geopolítica

Políticamente el área de estudio se encuentra en:

Departamento : Tumbes

Provincia : Tumbes

Distritos : Tumbes – Corrales – San Juan de la Virgen – Pampas de Hospital – San Jacinto

4.2.2. Ubicación Geodésica

En proyección Universal Transversal del Mercator (UTM), con datum WGS 84 (World Geodetic System 1984), el área de estudio se encuentra en:

Datum WGS 84 Zona 17 sur

1_ 533259,76 m E 9527181,26 m S.

2_ 551672,82 m E 9610548,25 m S.

3_ 564284,57 m E 9619950,49 m S.

4_ 600743,75 m E 9569996,62 m S.

5_ 562649,45 m E 9530301,21 m S.

Centroide: 563877,17 m E 9573717,68 m S

4.3. Materiales

4.3.1. Información Cartográfica

Cartas Nacionales

Las cartas nacionales son un total de 501 a una escala de 1: 1 00 000 se presentan en coordenadas geográficas WGS84, cada archivo shapefile (.shp) contiene las siguientes: hidrografía, hipsografía. Se pueden descargar en:

<http://sigmed.minedu.gob.pe/descargas/>

<https://www.geogpsperu.com/2014/11/descargar-cartas-nacionales-arcgis-shp.html>

Modelos Digitales de Elevación

Los DEM (Digital Elevation Model) presentan un modelo de elevación de la superficie en un arreglo de cuadrículas que por lo general son de resolución espacial de 30 metros para productos ASTER DEM en coordenadas WGS84 se pueden descargar de:

http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/download_raster.aspx.

<https://www.geogpsperu.com/2018/08/descargar-imagenes-aster-gdem-aster.html>

Por otro lado, con el fin de ser más descriptivos y tener mayor detalle de la superficie es que los DEM han reducido su resolución espacial como la de las imágenes Alos Palsar el cual presenta una cuadrícula de 12.5 metros se puede descargar de la página web: <https://search.asf.alaska.edu/#/?zoom=3.667¢er=-105.885,43.867>

Unidades Hidrográfica

Las unidades hidrográficas fueron elaboradas por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), que uso como material las cartas nacionales. En ella se precisa las unidades hidrográficas delimitadas lo cual nos afianzo nuestra área de estudio delimitada. Se encuentra en geoservidores como el del MINAM en:

http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/archivos/download/CUENCAS_HI DROGRAFICAS.rar.

<https://www.geogpsperu.com/2020/09/descargar-cuencas-hidrograficas-del.html>

4.3.2. Información Pluviométrica

Información de observadas en las estaciones meteorológicas

La información de los datos de precipitación de las estaciones meteorológicas habilitadas en el área de estudio que es la Cuenca del río Tumbes, se debe tener un registro de 36 años, la información es administrado por el Servicio Nacional Meteorología Hidrología del Perú (SENAMHI), las series de datos se encuentran en páginas web como: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=descarga-datos-hidrometeorologicos>.

<https://snirh.ana.gob.pe/observatorioSNIRH/>

Los datos de precipitación también las tienen las entidades correspondientes y algunos estudios hidrológicos.

Información de estimada en el producto PISCO.

Los datos de precipitaciones estimadas por el producto grillado PISCO (Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and hydrological Observations) por sus siglas en ingles. Para la comprobación será el mismo periodo de tiempo que son un registro de 36 años, el producto se encuentra alojado en la siguiente dirección web:

<https://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.SENAMHI/.HSR/.PISCO/.Prec/.v2p1/>

donde se puede descargar los datos estimado de precipitaciones mensuales del producto PISCO precipitaciones mensuales (PISCOpm_v.2,1). Por ser un producto grillado se presenta en cuadrículas para su ello se utiliza software R y Rstudio, en la extracción de los datos se realiza de puntual correspondiente a la de la estación meteorología.

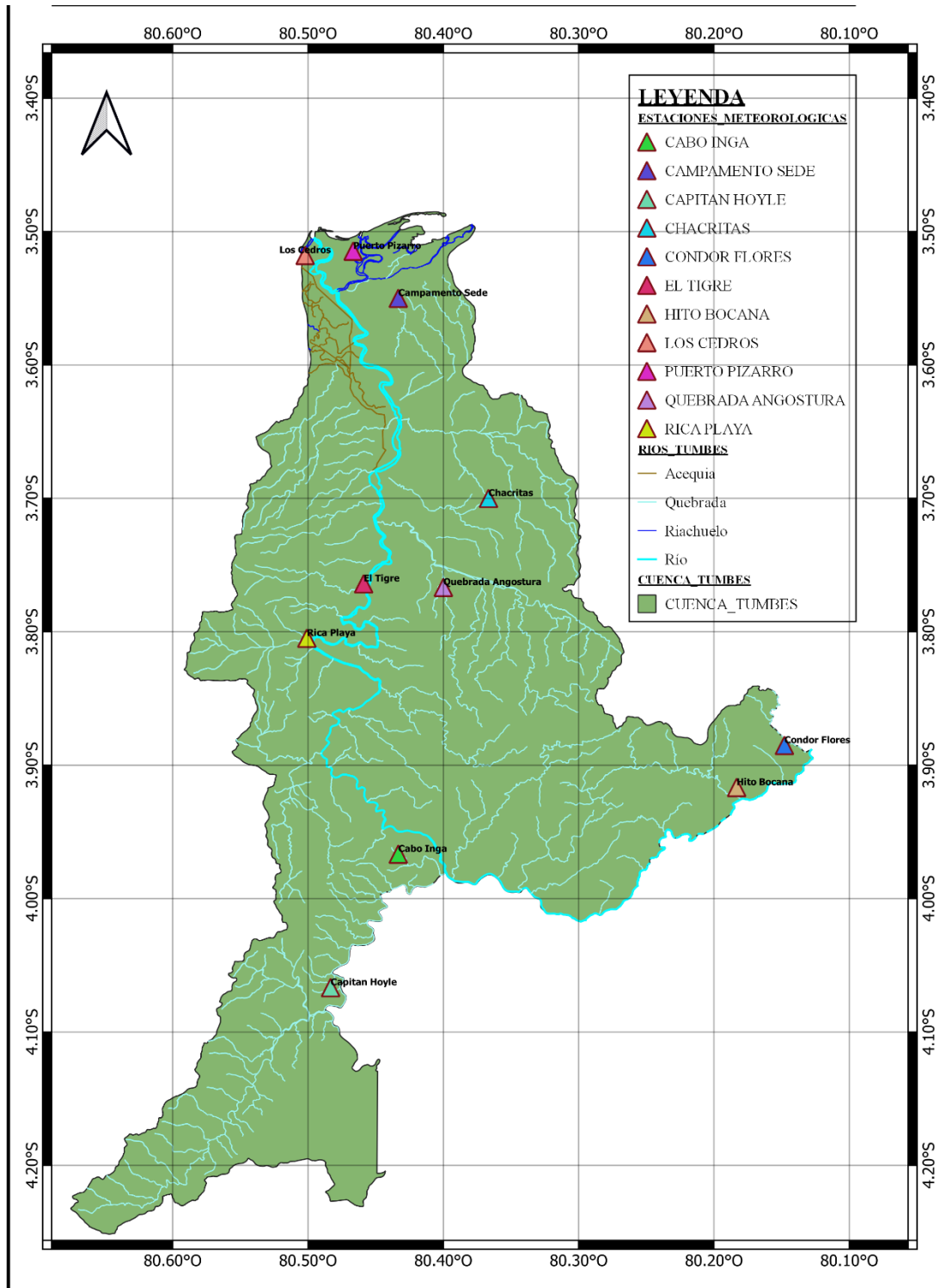


Figura 19. Ubicación y distribución de la red de las estaciones pluviométricas.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7. Estaciones meteorológicas cuenca río Tumbes.

N°	Nombre	Ubicación Política			Cuenca	Latitud (°S)	Longitud (°W)	Altitud msnm
		Departamento	Provincia	Distrito				
1	Puerto Pizarro*	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	3°30'13.67"	80°23'42.14"	6
2	Los Cedros	Tumbes	Tumbes	Corrales	Tumbes	3° 38' 1"	80° 32' 1"	74
3	Campamento Sede*	Tumbes	Tumbes	Tumbes	Tumbes	3°33'4.14"	80°25'46.64"	17
4	Chacritas	Tumbes	Tumbes	Pampa de Hospital	Tumbes	3° 42' 1"	80° 22' 1"	99
5	Quebrada Angostura	Tumbes	Tumbes	Pampa de Hospital	Tumbes	3° 46' 1"	80° 24' 1"	89
6	El Tigre *	Tumbes	Tumbes	Pampa de Hospital	Tumbes	3°48'8.4"	80°27'24"	45
7	Rica Playa*	Tumbes	Tumbes	San Jacinto	Tumbes	3°48'42.84"	80°30'19.65"	68
8	Cabo Inga *	Tumbes	Tumbes	San Jacinto	Tumbes	3°58'33.39"	80°24'6.54"	231
9	Capitán Hoyle	Tumbes	Tumbes	San Jacinto	Tumbes	4° 4' 1"	80° 29' 1"	235
10	Condor Flores	Tumbes	Zarumilla	Matapalo	Tumbes	3° 53' 24.09"	80° 8' 22.73"	384
11	Hito Bocana	Tumbes	Zarumilla	Matapalo	Tumbes	3° 55' 1"	80° 11' 1"	333

Fuente: Elaboración Propia, Información de Servicio Nacional Meteorología Hidrología del Perú (SENAMHI).

4.3.3. Información Climática

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú –SENAMHI ha elaborado la información climática en mapa clasificándolo con el sistema de Werren Thornthwaite para un promedio histórico se tomaron como características la precipitación anual, temperatura máxima, temperatura mínima, precipitaciones efectivas, etc. Se obtuvieron 38 tipos de climas, teniendo climas extensos como el clima árido y templado en la costa, lluvioso y frío en la sierra, la selva climas muy lluviosos y cálidos. La información se encuentra disponible de la página web del SENAMHI: www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru , se hace la contrastación de nuestra área de estudio.

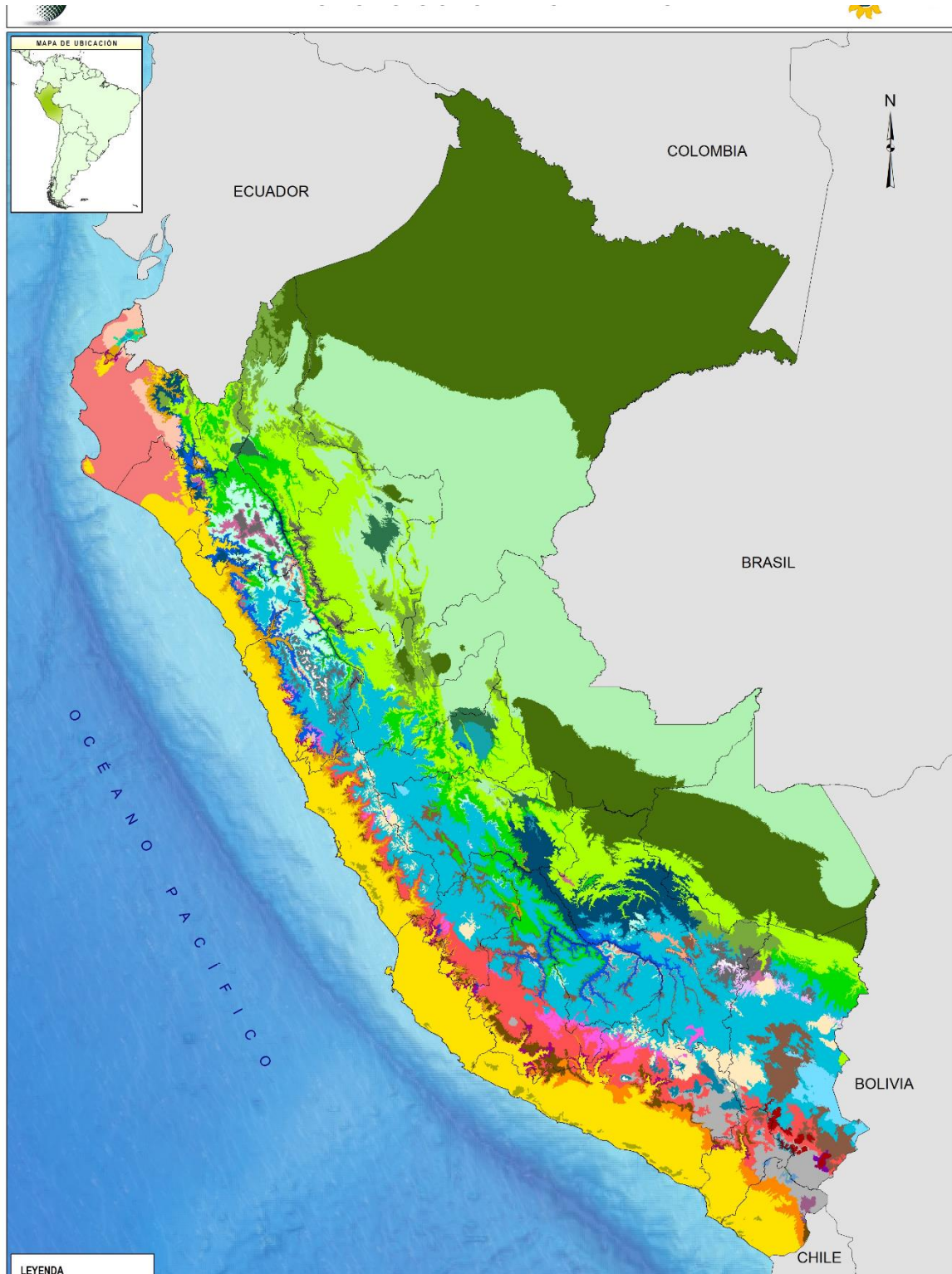


Figura 20. Mapa de Clasificación Climática del Perú (2020).

Fuente: <https://ideseq.senamhi.gob.pe/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadatas/9f18b911-64af-4e6b-bbef-272bb20195e4> .

4.3.4. Equipos y Software Empleados.

Equipos a emplear para el desarrollo del proyecto:

- a. Laptop portátil ASUS VivoBook 15.
- b. Disco duro externo de 1 Terabyte.
- c. Calculadora de escritorio

También se debe considerar los materiales de escritorio como: cuadernos, resaltadores, lapiceros, etc.

Debido a la base de datos los softwares para la realización de los de los cálculos y procedimiento de la información se realizará con los siguientes:

Tabla 8. Información de Software.

Software	Empleo
Qgis 3,18 Zúrich	Manejo de dato espaciales y elaboración de mapas.
Rstudio versión 4.1.1	Manipulación de datos y extracción de datos PISCO.
Trend v.10,2.	Análisis de saltos y tendencia en series hidrológicas.
Minitab v.21 Prueba.	Análisis de datos atípicos en series hidrológicas.
Microsoft Office 2019	Elaboración y ejecución de reportes, documentos, etc.
Past 4 v.4,08	Análisis estadísticos y de contraste con los anteriores softwares.
Hec04	Completación de datos.

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Metodología

La metodología a emplear se realiza siguiendo los procesos siguientes en la presente figura (21).

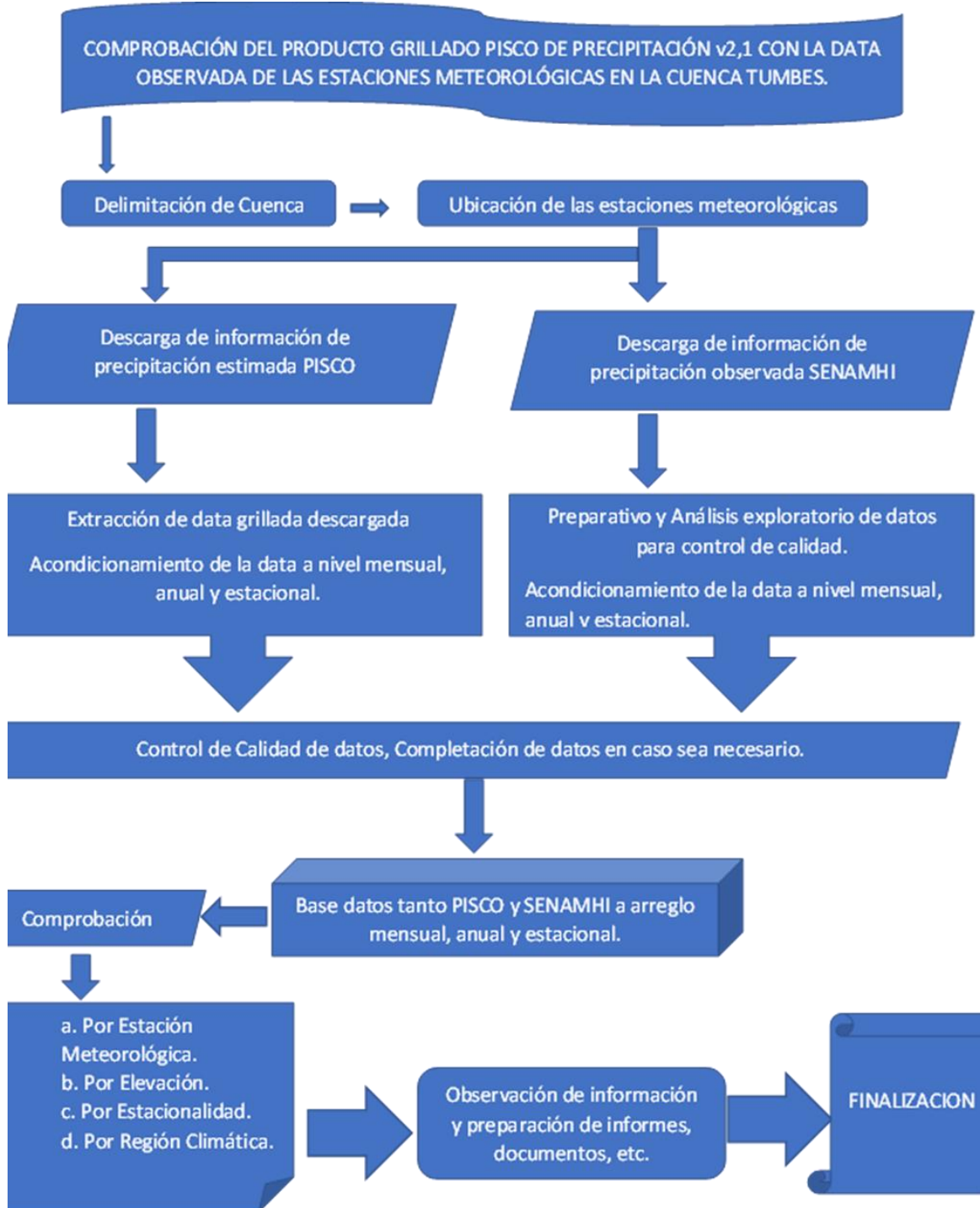


Figura 21. Diagrama del proceso metodológico.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.1. Preparativos y control de calidad de datos de precipitación

Procesamiento data estimada PISCO.

El producto PISCO v.2,1 precipitaciones mensuales está en formato comprimido NetCDF cuya extensión es .nc, en su interior tiene unas series de imágenes con resolución espacial de cuadrículas que cubren todo el Perú, las imágenes se presentan como un ráster en formato .tif para todos los meses del año y para la serie de años de 1981 a 2016. la descarga de los datos de precipitación mensual se descarga con el software Rstudio el cual es un lenguaje de programación y lee algoritmos para su extracción de datos de las grillas. Para la descarga se utiliza códigos y algoritmos como el Perú presenta varias cuadrículas en coordenadas UTM-WGS84 el producto PISCO se trabajó en coordenadas geográficas WGS84, por ello se cargar una hoja de cálculo con coordenadas geográficas en grados decimales de cada estación meteorológica ubicada en el área de estudio.

Con la ejecución del algoritmo se da como resultado los datos de precipitación en una hoja de cálculo delimitada por comas(.csv), con ellos se ordena toda la información de las estaciones en una hoja de Excel por medio de tablas dinámicas.

Análisis exploratorio data observada en estaciones meteorológicas

La información de precipitación ya ordenada en multianual, mensual. lo consiguiente es observar los datos atípicos que se hace con el método de diagrama de cajas (box plot), estos datos deben ser comparados con la base de datos histórico de sucesos locales para justificar su no eliminación. Luego el análisis de consistencia, estadísticos y tendencia para el control de calidad de los datos, para finalizar con la completación de ellos.

Observación de datos diagrama de cajas (Box Plot)

El método de diagrama de cajas (Box Plot), es conocido como el método de Tukey también es ampliamente utilizado para la detección de posibles datos atípico(outliers), consiste en la graficar la serie de precipitaciones en periodo multianuales o mensuales con ellos se determina que valores pueden causar problemas en la muestra haciendo que los estadísticos como la media y la desviación estándar sean alterados. debe considerarse que si son eventos extremos que si han existido por lo cual tiene fundamento para justificar su permanencia no se trata de un error ya sea cometido por el equipo, operario, ambientales, etc.

Completación de datos

Se lleva a cabo con el software HEC-4 Monthly Streamflow Simulation el cual es bien utilizado en estudios hidrológicos, fue desarrollado por el US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center, se empleará solo para la completación de datos pues también ofrece la opción de extensión de datos.

4.4.2. Comprobación de la correlación entre el producto PISCOpm y la data observada en Estaciones Meteorológicas.

La comprobación de las datas de precipitación mensuales del producto PISCO v.2,1 y la observada en las estaciones meteorológica del servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú (SENAMHI).se determinará la correlación a diferente manera como por estación meteorológica, por elevación, por estacionalidad y por región climática.

Correlación por estación meteorológica

El producto PISCO tiene una resolución espacial de $0,1^{\circ} \times 0,1^{\circ}$ ($10\text{km}^2 \times 10\text{km}^2$), la información puntual de las estaciones meteorológicas y las observadas por SENAMHI en series de tiempo desde enero de 1981 hasta diciembre de 2016 (dependiendo de la información disponible). La comprobación se realiza entre las series de tiempos con las medidas de comparación estadísticas como: Coeficiente de determinación(r^2), error absoluto medio (MAE), raíz error medio cuadrático (RMSE), índice de eficiencia de nash-sutcliffe (NSE), sesgo estadístico porcentual (PBIAS).

Correlación por elevación

Se adecua las series de precipitación en Precipitación Promedio Multianual (PPM), esto para la data estimada y observada. También se considera su altitud de cada una de ella, para ello se debe ordenar en columnas con los siguientes titulados: Estación, Altitud y Precipitación Promedio Multianual Observada (mm) y Precipitación Promedio Multianual Estimada PISCO (mm).

La correlación se realiza entre la altitud de las estaciones y su Precipitación Promedio Multianual(mm) observada, de igual manera la Precipitación Promedio Multianual Estimada PISCO (mm).se emplea el coeficiente de determinación, esto nos indicará el comportamiento y tendencia de los datos de precipitación y su altitud, el ajuste entre observadas y estimadas.

Correlación por estacionalidad

Las estaciones del año están dadas por el movimiento de traslación de nuestro planeta, tiene una duración de 3 meses, para el Perú el otoño comienza en marzo, primavera inicia en septiembre, invierno en junio y verano en diciembre. (Gob.pe,2022). Teniendo en consideración lo anterior se genera 4 estaciones de acuerdo a sus meses se agrupará los datos de precipitación mensuales así:

Otoño (marzo-abril-mayo), invierno (junio-Julio-agosto), primavera (septiembre-octubre-noviembre) y verano (diciembre-enero-febrero). En la serie de datos se verá reflejado en las precipitaciones totales mensuales (mm), iniciando desde marzo 1981, abril 1981, mayo 1981 que es otoño de igual manera se agrupará en función del mes y la estación que corresponde hasta llegar al año de 2016, esto se realizará tanto para precipitación estimada y observada. se realizará la comprobación con los estadísticos de comparación entre las series estacionales de precipitaciones estimadas y observadas.

Correlación por región climática

Para la comprobación se debe tener el mapa de regiones climáticas del Perú que se encuentra en <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru> el cual fue elaborado por el servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú (SENAMHI), con ello se identifica la regiones climáticas teniendo en cuenta la precipitación anual de cada una de las estaciones con la data observada o estimada de precipitación, para ello se realiza series de tiempos de precipitación anual promediadas desde enero de 1981 a diciembre de 2016. luego las series de tiempo según a la región climática que corresponda se realiza la comprobación entre la data observada y estimada de acuerdo a los estadísticos comparativos.

4.4.3. Medidas estadísticas de comparación.

Para la comprobación del comportamiento de los datos de precipitación observada y estimada, aplican estadísticos comparativos como: coeficiente de determinación(r^2), error absoluto medio (MAE), raíz error medio cuadrático (RMSE), índice de eficiencia de nash-sutcliffe (NSE), sesgo estadístico porcentual (PBIAS). Los resultados de los estadísticos comparativos permiten clasificar y analizar su comportamiento de acuerdo a algunos rangos establecidos.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Preparación y control de datos de precipitación

5.1.1. Procesamiento de data estimada PISCOpm.

Para el procesamiento de los datos de precipitación se tuvo que realizar la obtención de ellos en el caso de los datos observados se obtuvieron de la plataforma de SENAMHI y complementando con información del observatorio de agua del ANA e informes de estudio de prefactibilidad para obras hidrológicas del río Puyango – Tumbes.

Se realizó la adecuación de los datos de acuerdo de cada estación, en intervalos mensuales y según el periodo de los años de información disponible, esto se puede observar en el Anexo A.

En el caso de los datos de precipitación del producto PISCO, se obtuvieron de la siguiente dirección: <https://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.SEAMHI/.HSR/.PISCO/.Prec/.v2p1/.stable/.monthly/?Set-Language=es>. Se descargó este archivo comprimido de formato NetCDF, ya en el software Rstudio se extrajeron los datos de precipitación para las ubicaciones puntuales de las estaciones a evaluar, según su información disponible y periodo, el script usado para la extracción se puede observar en el Anexo B, los datos obtenidos y ordenados se puede observar en el Anexo C.

5.1.2. Análisis exploratorio data observada en Estaciones Meteorológicas

Para realizar el análisis exploratorio de los datos se acomodó la información obtenida según los criterios a evaluar como multianual, mensual, clima y elevación.

Se realizó el análisis de datos atípicos con el método de box-plot, con ello se pudo determinar los datos que no se ajustan al comportamiento normal de los conjuntos de datos. Se encontraron en promedio 3 valores atípicos, los cuales se asocian a los eventos del Niño costero en los años 1983, 1992,1997,1998. Consultando y comparando los datos con estaciones vecinas se decidió conservar esos datos, puesto que eliminarlos sería eliminar los rasgos históricos y negar su existencia.

Para el caso de las variables de precipitación del producto PISCO no necesita mayor análisis debido a que esta ya tiene una compleja validación y análisis a profundidad. En la data observada se obtuvieron los siguientes gráficos, para cada estación se puede consultar el Anexo D.

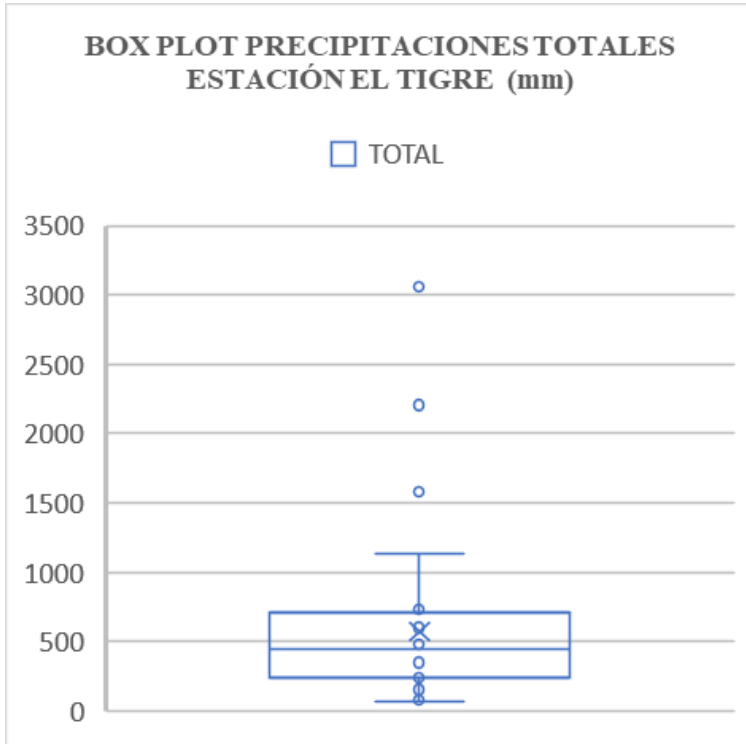


Figura 22. Box Plot Estación El Tigre para precipitaciones 1981-2016.

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de consistencia de los datos se realizó con la curva de doble masa, para el análisis estadístico se realizó consistencia en la media y en la desviación estándar. Todo esto se llevó a cabo con el software Hydrognomon 4 y Trend.

La completación de datos se hizo con Hec- 4 Monthly Streamflow Simulation el cual está basado en un lenguaje fortran. Es sencillo y ofrece buenos resultados, además tienen estudios y experiencia que lo respaldan.

5.2. Comprobación de la correlación entre el producto PISCOpm y la data observada en Estaciones Meteorológica.

5.2.1. Comprobación por Estación Meteorológica.

El análisis puntual de los datos considerando la variabilidad espacial del producto PISCO se realizó considerando las estaciones meteorológicas y su disponibilidad de data.

Para ello se consideró las métricas estadísticas, se comenzó realizando la lectura de los datos observados y simulados en Rstudio para realizar la comparación con el package "hidroGOF", quien cuenta con variedades de métricas. Se observó que en la métrica de Coeficiente de determinación (R^2) que las estaciones como Campamento Sede, Tigre y Puerto Pizarro presentaron los máximos valores 0,89, 0,84 y 0,85 respectivamente considerado una correlación Muy Alta según (Mamani, 2019). En contrario la estación Condor Flores tiene el mínimo valor de 0,12 y las estaciones Cedros, Quebrada Angostura y Rica Playa una correlación Alta con valores de 0,61, 0,62 y 0,73. Cabo Inga y Capitán Hoyle presentan valores de 0,46 y 0,54 con una clasificación Media.

Entonces se puede inferir a partir de los valores obtenidos que el 66,67 % de las estaciones presentan un ajuste bueno para tener en cuenta.

Otro análisis de importancia es el Índice de Eficiencia de Nash- Sutcliffe (NSE), nos indica que tan preciso es el modelo generado, se encontraron solo dos estaciones que presenta una precisión Insuficiente que son Condor Flores y Capitán Hoyle, luego la estación Cabo Inga con 0,32 tiene una precisión satisfactoria. Una excelente precisión presenta las estaciones como Campamento Sede y Puerto Pizarro con valores superiores 0, 80.

La Raíz del Error Medio Cuadrático (RMSE), como se sabe cuantifica el error entre dos conjuntos de valores. Para esta métrica se destaca la estación Condor Flores que tiene 256,36 como máximo valor, las estaciones Cabo Inga y Capitán Hoyle presenta valores de 138,39 y 126,51. Tenemos las estaciones como Campamento Sede y Puerto Pizarro con los menores valores de 37,4 y 39,42.

El Error Absoluto Medio (MAE), como métrica evalúa el promedio de las diferencias absolutas en los valores. Se destaca la estación Condor Flores con el máximo valor de 78,95 y las estaciones que continúan son Cabo Inga y Capitán Hoyle con valores de 38,9 y 41,79. Con el mínimo valor de 11,52 se encuentra la estación Campamento Sede y Puerto Pizarro con 12,35. La presencia de valores altos en esta métrica se debe a sensibilidad a los valores atípicos (Outliers), en contraste con el Error Absoluto Medio (MAE) que se puede observar que sus valores son pequeños, daba a su tolerancia a los outliers.

En el análisis el Sesgo Estadístico Porcentual (PBIAS), representa la sobreestimación en caso de valores positivos y con valores contrarios una subestimación (Moriassi, Arnold, Van Liew, & Harmel, 2007). Se tiene un 55,56 % de las estaciones totales con sobreestimación, las cuales van desde valores de 5,4 a 49,5 y son Quebrada Angostura, Capitán Hoyle respectivamente.

Con subestimación se tiene los valores extremos de -5,5 a -30,8 que corresponde a Cabo Inga y Rica Playa.

Tabla 9. Métricas Estadísticas Comprobación por Estación Meteorológica.

ESTACIÓN	R ²	MAE	RMSE	NSE	PBIAS %
CABO INGA	0,46	38,9	138,89	0,32	-5,5
CAMPAMENTO SEDE	0,89	11,52	37,4	0,88	-13,9
CAPITÁN HOYLE	0,54	41,79	126,51	-0,19	49,5
CEDROS	0,61	14,81	57,62	0,6	8,6
CONDOR FLORES	0,12	78,95	256,36	-0,09	-26
PUERTO PIZARRO	0,85	12,35	39,42	0,84	9,8
QUEBRADA ANGOSTURA	0,62	20,46	62,32	0,53	5,4
RICA PLAYA	0,73	22,77	68,34	0,7	-30,8
TIGRE	0,84	14,35	51,79	0,75	6,4

Fuente: Elaboración propia.

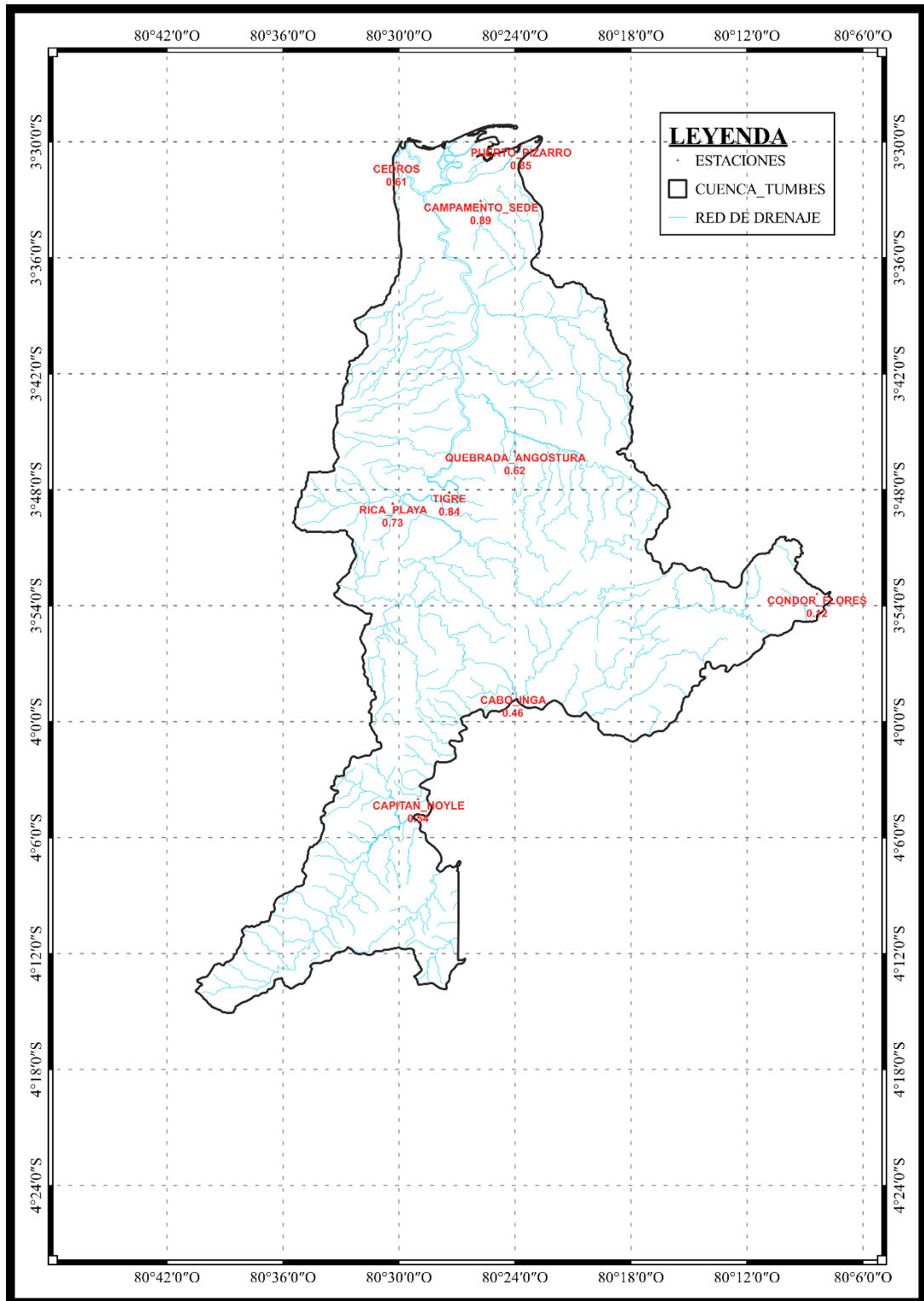


Figura 23. Coeficiente de Determinación por comprobación a nivel Estación.

Fuente: Elaboración Propia.

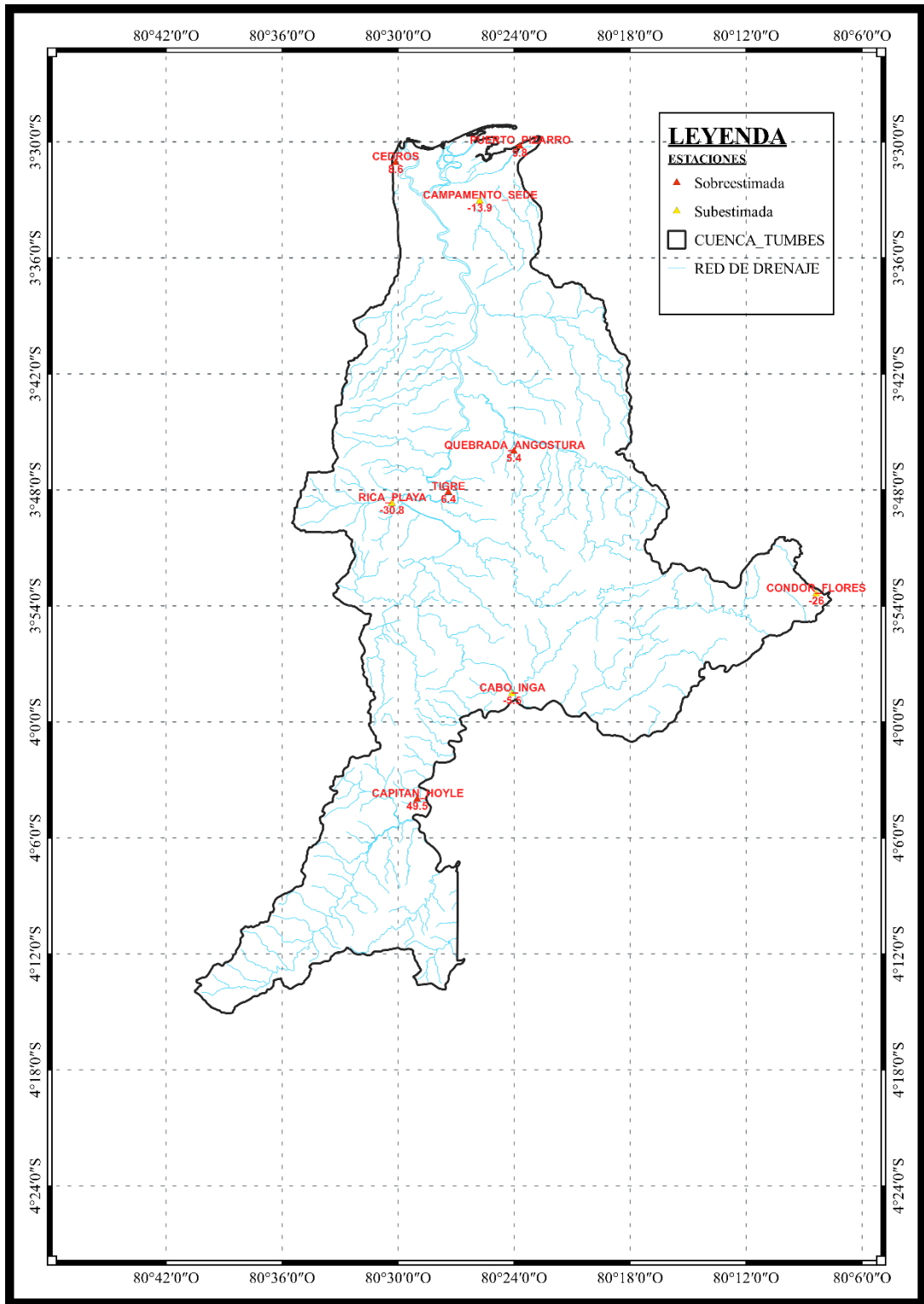


Figura 24. Sesgo Estadístico Porcentual por comprobación a nivel Estación.

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.2. Comprobación por Elevación.

Se realizó un clúster por elevación de las estaciones para la comprobación de los datos, como resultado se obtuvo tres clasificaciones, Cuenca Alta (Condor Flores, Cabo Inga, Capitán Hoyle), Cuenca Media (Tigre, Rica Playa, Quebrada Angostura) y Cuenca Baja (Campamento Sede, Cedro, Puerto Pizarro). Para ello se consideró los promedios de las estaciones por cada clasificación.

Para el análisis de Coeficiente de Determinación (R^2), se encontró los mejores resultados en la Cuenca Alta con un valor de 0,57. El menor valor obtuvo la Cuenca Media que es de 0,22, al igual con un valor cercano la Cuenca Baja con 0,27.

Con el Índice de Eficiencia de Nash- Sutcliffe (NSE), que determina que tan preciso es el modelo. La Cuenca Alta, Cuenca Media y Cuenca Baja se obtuvo resultados insuficientes. Con valores de 0,06, -0,45 y -9,27 respectivamente.

La variación en la precisión de los valores del modelo se puede dar por sobreestimación o subestimación, para ello se empleó el Sesgo Estadístico Porcentual (PBIAS), la Cuenca Baja tiene una sobreestimación con un valor de 7,1. En contrario, las Cuenca Media y Alta tienen una subestimación con valores de -11,9 y -25,9 respectivamente.

Se puede inferir que, en función de la elevación y el agrupamiento de estas estaciones, en la parte baja presenta una baja relación lineal de los datos, insuficiente precisión y una sobreestimación. En la parte media y alta presenta una subestimación.

Tabla 10. Métricas Estadísticas Comprobación por Elevación.

ELEVACIÓN	R^2	MAE	RMSE	NSE	PBIAS %
CUENCA BAJA	0,27	31,29	37,4	-9,27	7,1
CUENCA MEDIA	0,22	91,98	116,62	-0,45	-11,9
CUENCA ALTA	0,57	295,16	461,74	0,06	-25,9

Fuente: Elaboración propia.

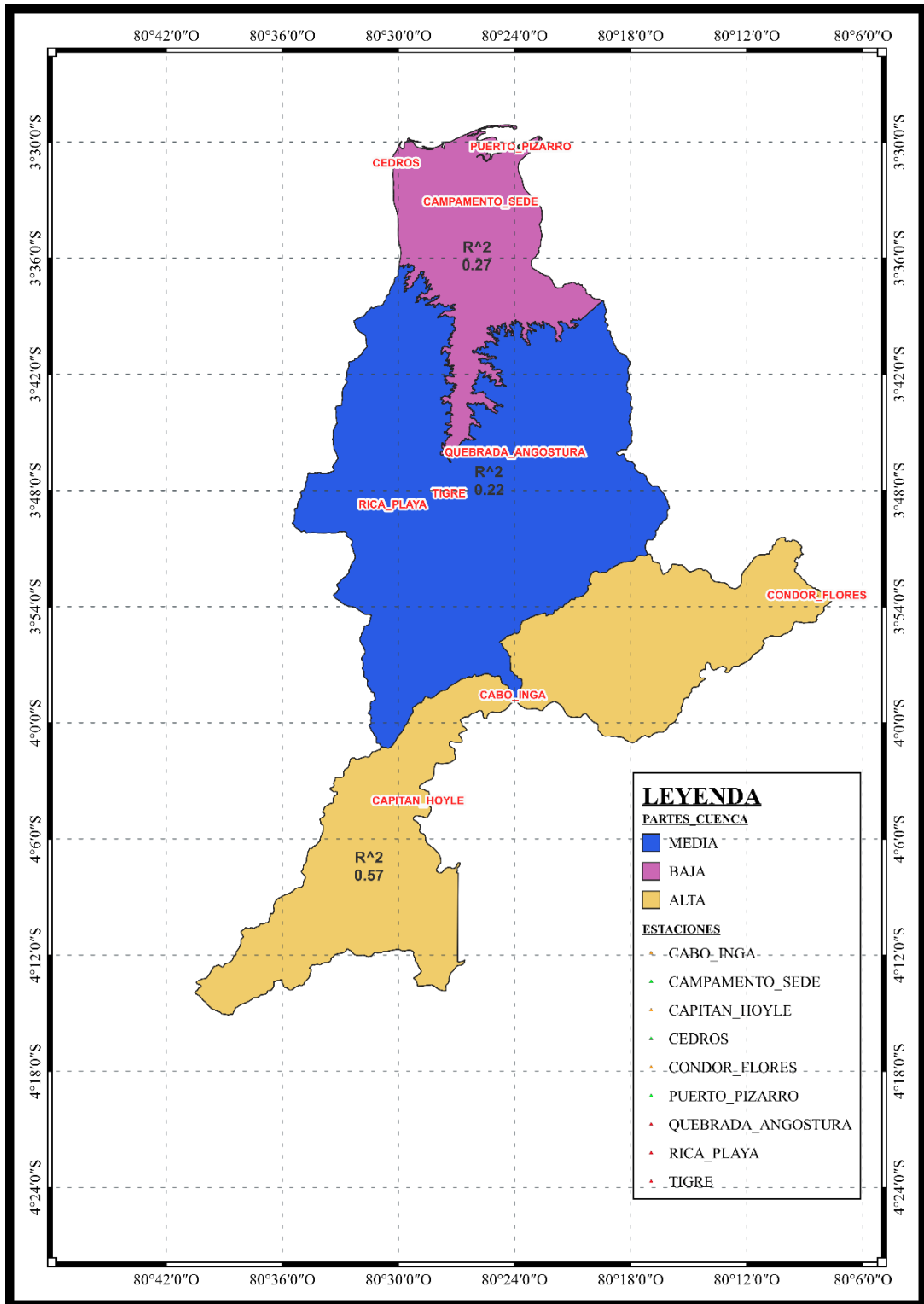


Figura 25. Coeficiente de Determinación por comprobación a nivel Elevación.

Fuente: Elaboración Propia.

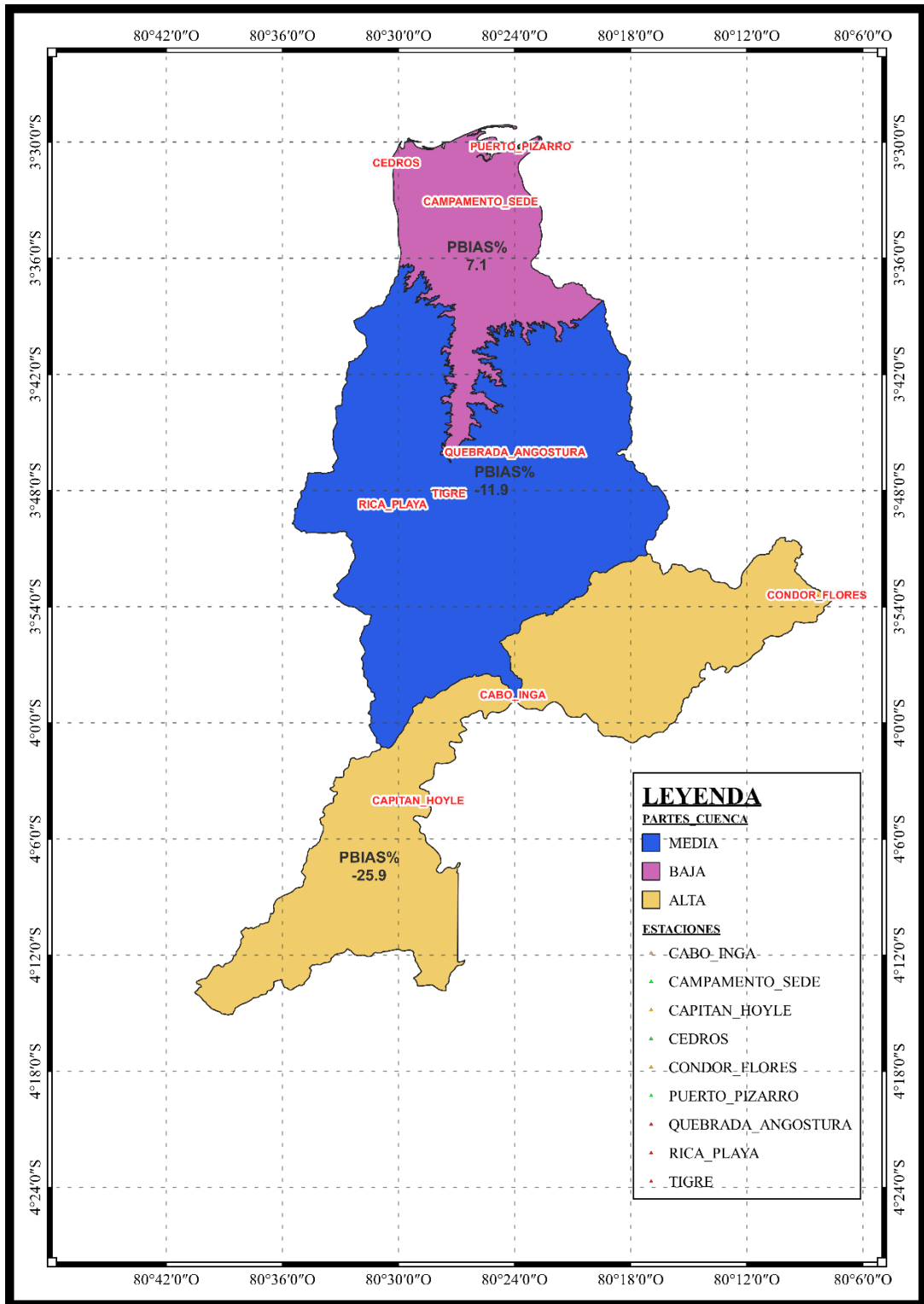


Figura 26. Sesgo Estadístico Porcentual por comprobación a nivel Elevación.

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.3. Comprobación Estacionalidad.

Se consideró el agrupamiento de los datos de precipitación en arreglo de acuerdo los meses de las estaciones de año, para cada estación tanto observada y simulada.

En verano que corresponde a los meses de diciembre-enero-febrero, en la métrica del Coeficiente de Determinación (R^2), las estaciones como Rica Playa con 0,96 alcanzo el máximo valor de ajuste de los datos, siguiéndole Campamento Sede, Puerto Pizarro y Tigre. En contra parte, la estación Condor Flores con 0,26 tiene la peor varianza o ajuste de los datos.

En términos de Índice de Eficiencia de Nash- Sutcliffe (NSE), las estaciones Campamento Sede y Puerto Pizarro presentan el máximo ajuste con 0,9, seguida por Tigre, Rica Playa y Cedros. Las demás estaciones presentan un ajuste de satisfactorio a insuficiente, teniendo en cuenta a la estación Quebrada Angostura con el peor ajuste.

Para términos del Sesgo Estadístico Porcentual (PBIAS), se tiene más subestimación en las estaciones, la estación Rica Playa presenta -42,7 y Puerto Pizarro con -3,3. La sobreestimación se da en las estaciones Capitán Hoyle (39,6), Tigre (9,1) y Quebrada Angostura (3,5).

Tabla 11. Métricas Estadísticas Comprobación por Estacionalidad (verano).

ESTACIÓN	R ²	MAE	RMSE	NSE	PBIAS %
CABO INGA	0,32	76,68	223,49	0,24	-10,9
CAMPAMENTO SEDE	0,9	18	45,98	0,9	-11,7
CAPITÁN HOYLE	0,43	64,1	156,56	-0,08	39,6
CEDROS	0,67	26,84	83,95	0,67	-4,9
CONDOR FLORES	0,26	95,74	156,33	-0,16	-21,8
PUERTO PIZARRO	0,91	18,62	42,3	0,9	-3,3
QUEBRADA ANGOSTURA	0,37	44,15	99,98	-0,24	3,5
RICA PLAYA	0,96	46,01	92,07	0,74	-42,7
TIGRE	0,89	23,79	56,35	0,82	9,1

Fuente: Elaboración propia.

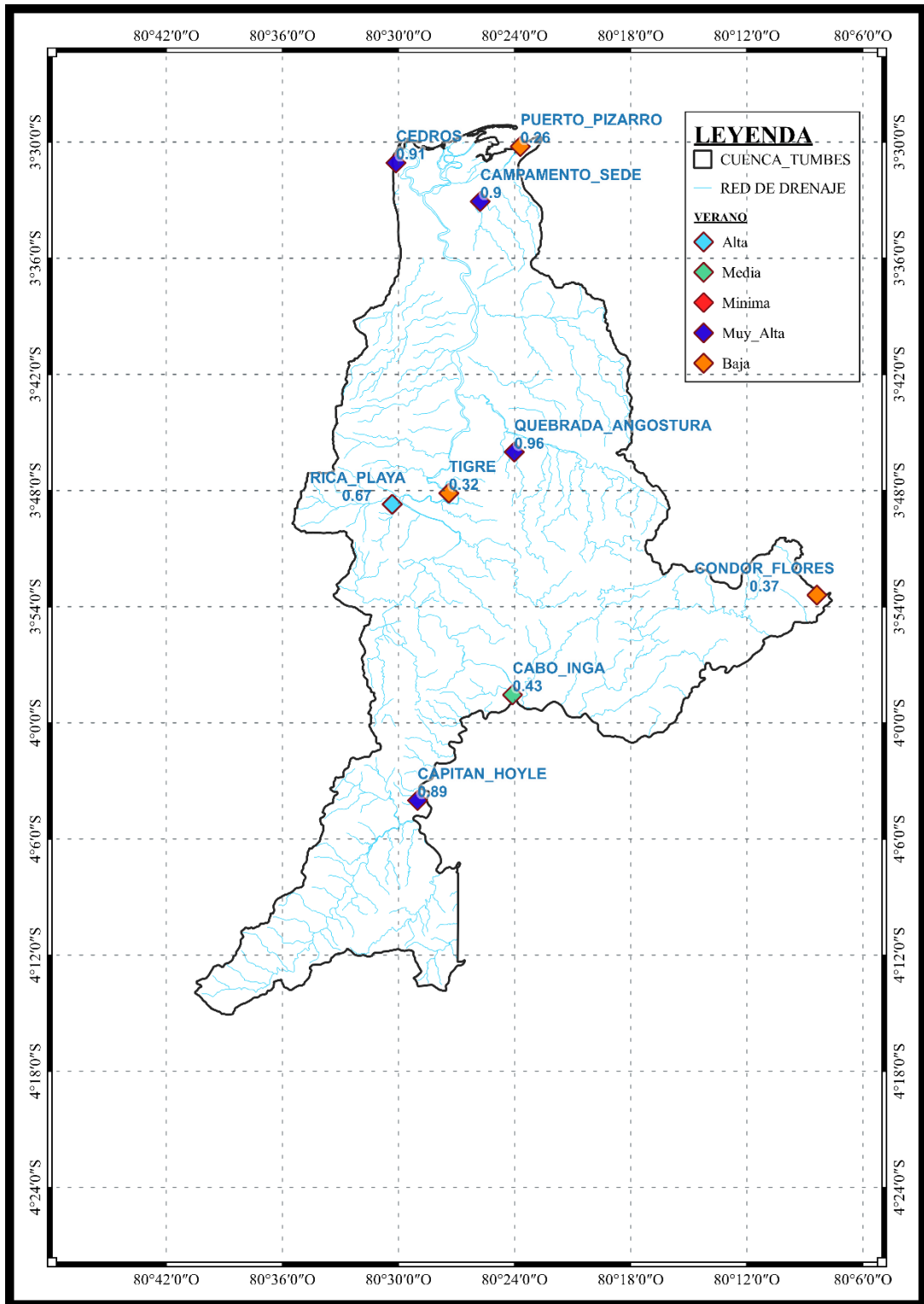


Figura 27. Coeficiente de Determinación por comprobación a nivel Estacional Verano.

Fuente: Elaboración Propia.

El invierno que se desarrolla entre los meses de junio, julio y agosto. Se presenta un muy alto ajuste de los datos en 3 estaciones de 9 las cuales son Campamento Sede, Puerto Pizarro y Rica Playa con valores superiores al 0,90. La estación Tigre con 0,61 tiene un ajuste alto y el resto de estaciones que son Cabo Inga, Capitán Hoyle, Cedros, Quebrada Angostura y Condor flores tienen un valor de 0 con respecto a esto (Mamani,2019) lo clasifica como mínima.

Con respecto a Índice de Eficiencia de Nash- Sutcliffe (NSE), se presenta un desempeño Bueno en las estaciones Puerto Pizarro, Rica Playa y Tigre con un rango de 0,41 – 0,53. En las demás estaciones se evidenció un desempeño insuficiente en la clasificación de (Molnar,2011).

En desempeño de Sesgo Estadístico Porcentual (PBIAS), las estaciones como Condor Flores, Cabo Inga presentan los menores valores, pero igual junto con las demás estaciones tienen un desempeño insatisfactorio. Pero en cuestiones de sobreestimación tenemos a 4 de 9 estaciones que son: Capitán Hoyle, Cedros, Quebrada Angostura y Condor Flores. Los otros 5 restantes presentan subestimación.

Tabla 12. Métricas Estadísticas Comprobación por Estacionalidad (invierno).

ESTACIÓN	R ²	MAE	RMSE	NSE	PBIAS %
CABO INGA	0	7,23	34,38	-1,36	-32,9
CAMPAMENTO SEDE	0,98	5,4	37,77	0,29	-73,9
CAPITÁN HOYLE	0	5,1	30,54	-1148,59	2755,5
CEDROS	0	1,43	5,35	-10,75	74,1
CONDOR FLORES	0	5,66	18,33	-2,48	10,5
PUERTO PIZARRO	0,98	3,95	25,21	0,47	-58,5
QUEBRADA ANGOSTURA	0	4,19	21,46	-431,16	923
RICA PLAYA	0,94	3,78	21,28	0,51	-71,3
TIGRE	0,61	5,34	30,12	0,53	-58,1

Fuente: Elaboración propia.

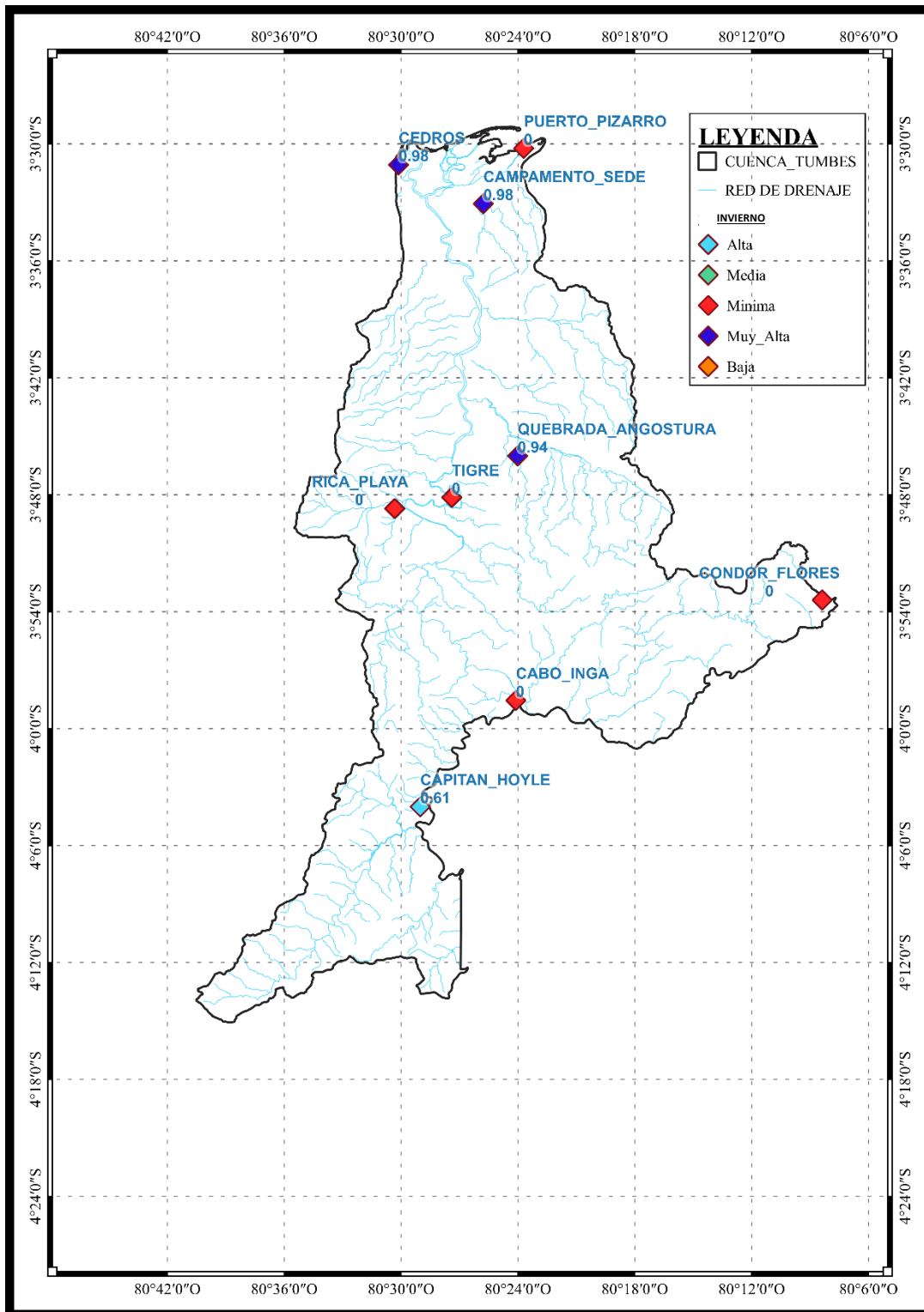


Figura 28. Coeficiente de Determinación por comprobación a nivel Estacional Invierno.

Fuente: Elaboración Propia.

Los meses de marzo, abril y mayo, periodo donde se da la estación de otoño, las precipitaciones al inicio se presentan en periodo lluvioso y luego se llega al periodo seco. Teniendo en cuenta eso en la métrica de Coeficiente de Determinación (R^2), las estaciones Campamento Sede, Puerto Pizarro presenta el mejor ajuste teniendo una clasificación de 0,92 y 0,91 que según (Mamani,2019) es muy alta. Luego la estación Condor Flores con 0,05 presenta un ajuste con clasificación mínima y Cabo Inga tiene una clasificación de media junto a las demás estaciones.

Con el Sesgo Estadístico Porcentual (PBIAS), se pudo constatar que la estación Campamento Sede tiene una subestimación con una clasificación de buena, como la estación Tigre con una sobreestimación, En subestimación las estaciones tienen un comportamiento insatisfactorio con valores promedio a 25 y cabe mencionar a la estación Capitán Hoyle que presenta el máximo valores de sobreestimación con desempeño insatisfactorio según (Moriasi, Arnold, Van Liew, & Harmel,2007) con un valor de 62,5.

La estimación con la métrica de Índice de Eficiencia de Nash- Sutcliffe (NSE), la variación del ajuste en clasificación excelente con valor de 0,9 y 0,88 son las estaciones Cabo Inga y Campamento Sede. Condor Flores presenta un ajuste insuficiente teniendo en cuenta que cuando los valores son negativos se entiende que la media de los valores observados tiene mejor ajuste que los valores estimados.

Tabla 13. Métricas Estadísticas Comprobación por Estacionalidad (otoño).

ESTACIÓN	R^2	MAE	RMSE	NSE	PBIAS %
CABO INGA	0,43	72,93	187,11	0,9	4,3
CAMPAMENTO SEDE	0,92	20,95	44,74	0,88	-12,2
CAPITÁN HOYLE	0,57	91,41	195,05	-0,64	62,5
CEDROS	0,51	29,53	78,72	0,32	25,8
CONDOR FLORES	0,05	178,73	472,11	-0,27	-24,9
PUERTO PIZARRO	0,91	25,83	61,51	0,75	28,3
QUEBRADA ANGOSTURA	0,74	44,32	88,77	0,71	-29,8
RICA PLAYA	0,54	39,55	98,55	0,46	-14,7
TIGRE	0,78	25,65	80,87	0,61	11,5

Fuente: Elaboración propia.

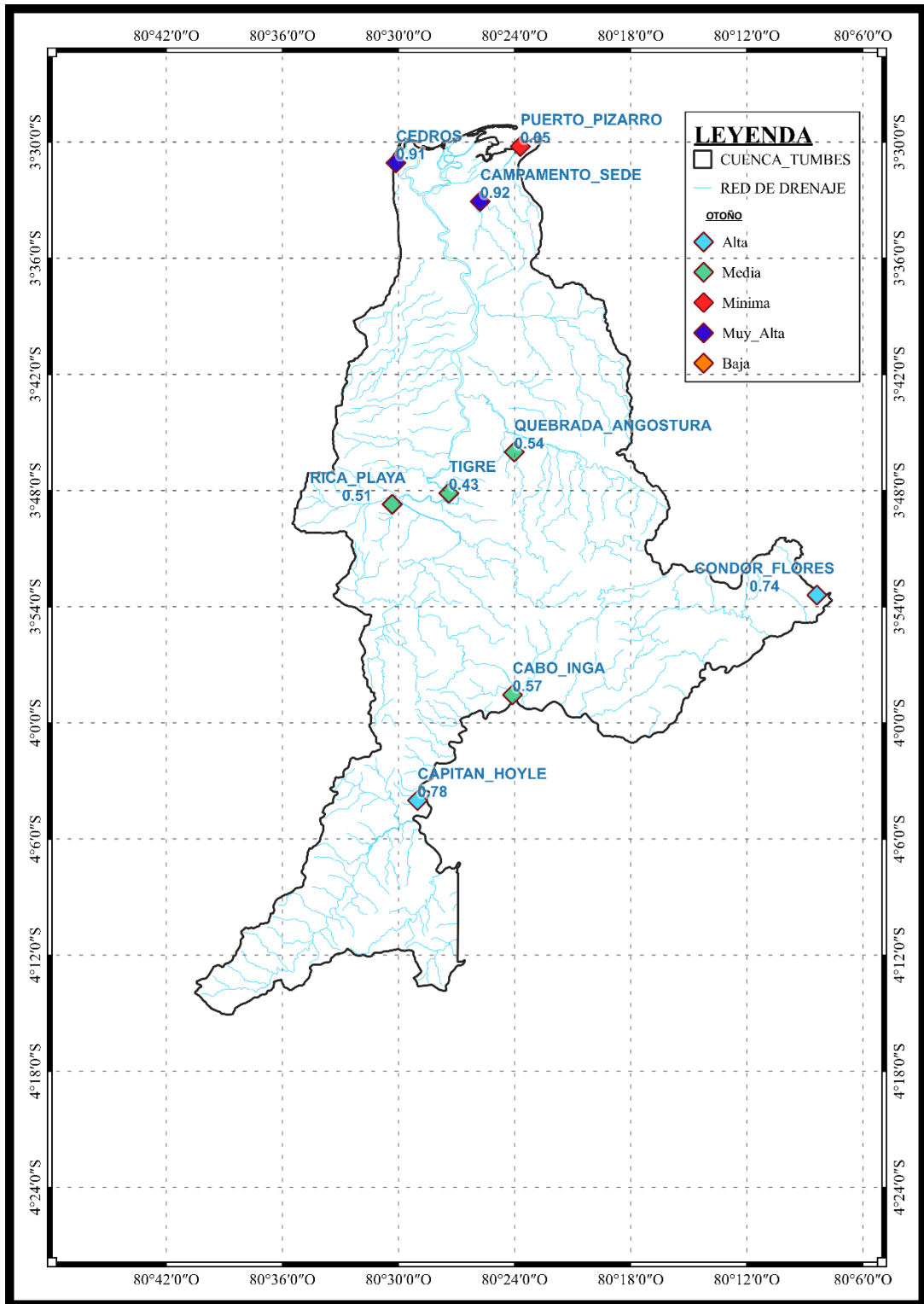


Figura 29. Coeficiente de Determinación por comprobación a nivel Estacional Otoño.

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo la Tabla 14 que corresponde a la estación primavera considerando los meses de setiembre, octubre y noviembre. Se tiene indicando que el Coeficiente de Determinación (R^2), presenta un excelente ajuste en estaciones como Campamento Sede con 0,96. De igual manera Puerto Pizarro con 0,98. También se tiene las estaciones Cedros y Rica Playa. Existen una proporción de variación mayor que genera un ajuste mínimo en las estaciones de Condor Flores, Quebrada Angostura.

Para el Índice de Eficiencia de Nash- Sutcliffe (NSE), se evidencia un buen desempeño en las estaciones como Campamento Sede, Cedros, Puerto Pizarro con valores desde 0,88 a 0,97 con una clasificación excelente bajo la clasificación de (Molnar,2011) también se tiene estaciones que tienen un desempeño insuficiente o de pésimo ajuste como son las estaciones Capitán Hoyle, Condor Flores y Quebrada Angostura.

También en la Tabla 14 se encuentran valores para Sesgo Estadístico Porcentual (PBIAS), el desempeño en esta métrica para la estación Puerto Pizarro es el mejor teniendo una mínima sobreestimación con el valor de 4,6. Para las demás estaciones se tiene subestimaciones y sobreestimaciones con un desempeño insatisfactorio.

Tabla 14. Métricas Estadísticas Comprobación por Estacionalidad (primavera).

ESTACIÓN	R²	MAE	RMSE	NSE	PBIAS %
CABO INGA	0,77	2,78	9,48	0,6	-41,8
CAMPAMENTO SEDE	0,96	1,74	7,3	0,88	27,7
CAPITÁN HOYLE	0,25	6,54	23,07	0,02	-75,8
CEDROS	0,93	1,45	2,8	0,91	-33
CONDOR FLORES	0,07	35,66	123,37	-0,13	-54,1
PUERTO PIZARRO	0,98	1,01	2,62	0,97	4,6
QUEBRADA ANGOSTURA	0,01	6,04	23,85	-6,02	57,6
RICA PLAYA	0,94	1,75	6,47	0,68	-60,8
TIGRE	0,42	2,62	10,28	0,35	-36,1

Fuente: Elaboración propia.

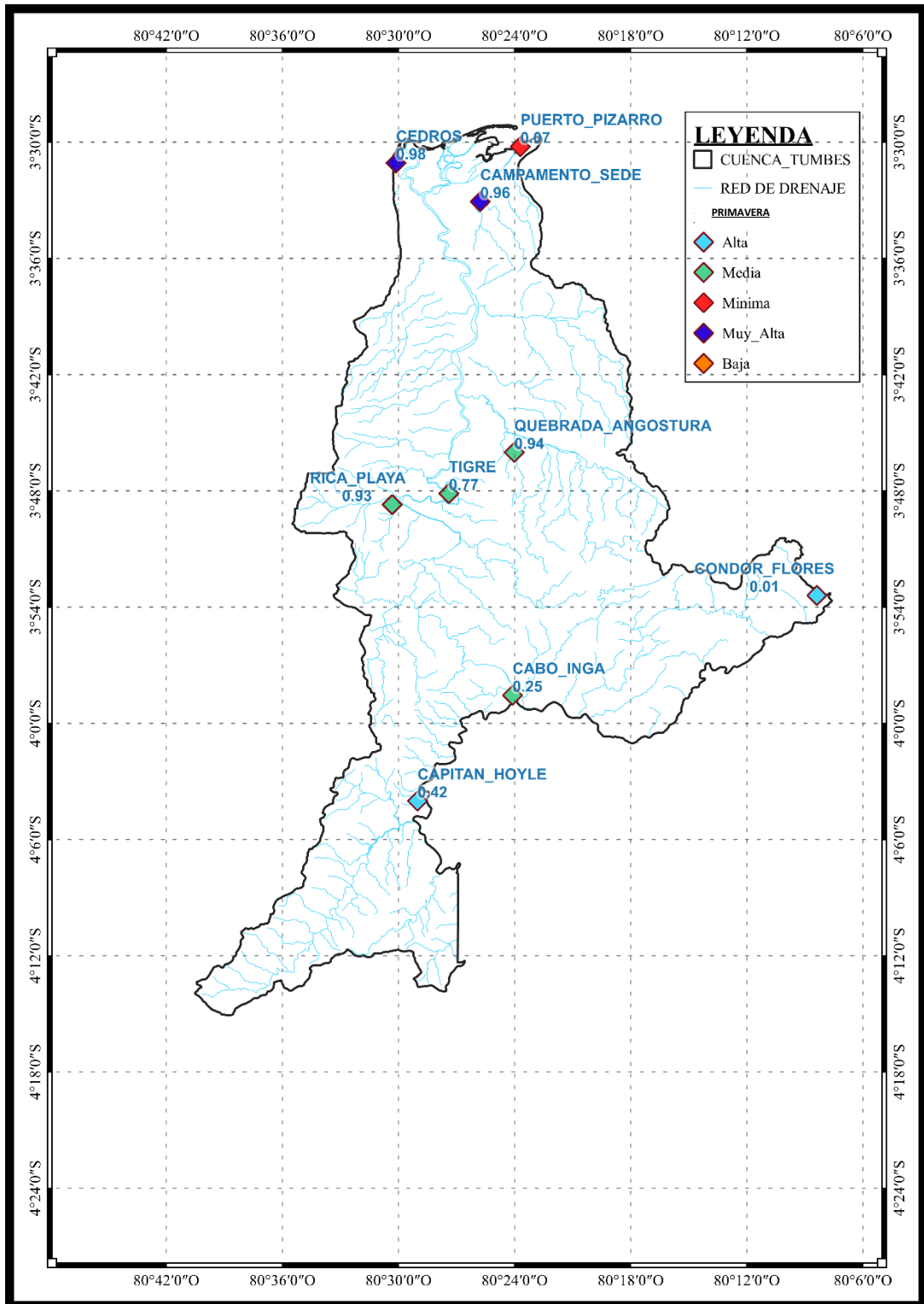


Figura 30. Coeficiente de Determinación por comprobación a nivel Estacional Primavera.

Fuente: Elaboración Propia.

5.2.4. Comprobación Región Climática.

Para la zona de estudio se encontraron 3 regiones climáticas con estaciones que nos brindan los datos para realizar la comparación de ajuste entre los valores observados y simulados.

En la Tabla 15 se puede observar que la región climática **C(i,p)A'** se define como una región de precipitación efectiva semiseco cálido y con invierno, primavera seco que se encuentra a altitud mayor a 600 m.s.n.m. En Tumbes se encuentra en áreas de los cerros de Amotape con temperaturas máximas de 21 °C a 31° C y con lluvias anuales de 700 y 1200 mm. Para el primer análisis de desempeño en la métrica de Coeficiente de Determinación (R^2), se encuentra un valor de 0,41 considerado un ajuste bueno y un valor de 146,82 para Raíz del Error Medio Cuadrático (RMSE).

Según Índice de Eficiencia de Nash- Sutcliffe (NSE), se tiene un valor de 0,23 se tiene un ajuste satisfactorio. Con el Sesgo Estadístico Porcentual (PBIAS) se determinó que existe un muy buen ajuste con una mínima subestimación teniendo un valor de -4,2.

De acuerdo a la Tabla 15 en la región climática **D(i)A'** se define como semiárido con invierno seco. Cálido. Este se desarrolla en altitudes mayores a los 300 m.s.n.m. en los Cerros de Amotape de Tumbes, caracteriza por tener precipitaciones anuales entre 700 a 1200 mm y temperatura de 17 °C a 29 °C.

En la primera métrica de Coeficiente de Determinación (R^2) se obtuvo un desempeño mínimo con un valor 0,12, en la métrica de Raíz del Error Medio Cuadrático (RMSE) se tiene un valor de 256,36. Para el Índice de Eficiencia de Nash- Sutcliffe (NSE) el modelo presenta un ajuste insatisfactorio con un valor de -0,09 considerando que la media de los observados tiene mejor ajuste a los valores estimados y como final tenemos el Sesgo Estadístico Porcentual (PBIAS) con el cual se encontró una subestimación insatisfactoria con un valor de -26.

En la región climática **D(i,p)A'** un clima semiárido, cálido con invierno y primavera seco es el clima que se encuentra en gran ocupación en el área de estudio presentando temperaturas de 19 °C a 33 °C y precipitaciones anuales de 200 a 500 mm. Además, se da en altitudes menores a los 300 m.s.n.m. Teniendo en cuenta la métrica de Coeficiente de Determinación (R^2) se tiene un ajuste muy alto con un valor 0,92 que nos indica que la variación es la mínima, para la Raíz del Error Medio Cuadrático (RMSE) se tiene un valor de 28,94 un error bajo. Tomado en cuenta el valor de 0,91 para el Índice de Eficiencia de Nash- Sutcliffe (NSE) se tiene una clasificación de excelente considerando que los valores estimados se ajustan a los observados y en la última métrica Sesgo Estadístico Porcentual (PBIAS) se una mínima subestimación con una clasificación de muy buena con un valor de -3,6, esta estación presenta un ajuste muy bueno en las métricas.

Tabla 15. Métricas Estadísticas Comprobación por Región Climática.

ELEVACIÓN	R²	MAE	RMSE	NSE	PBIAS %
C(i,p)A'	0,41	39,91	146,82	0,23	-4,2
D(i)A'	0,12	78,95	256,36	-0,09	-26
D(i,p)A'	0,92	8,56	28,94	0,91	-3,6

Fuente: Elaboración propia.

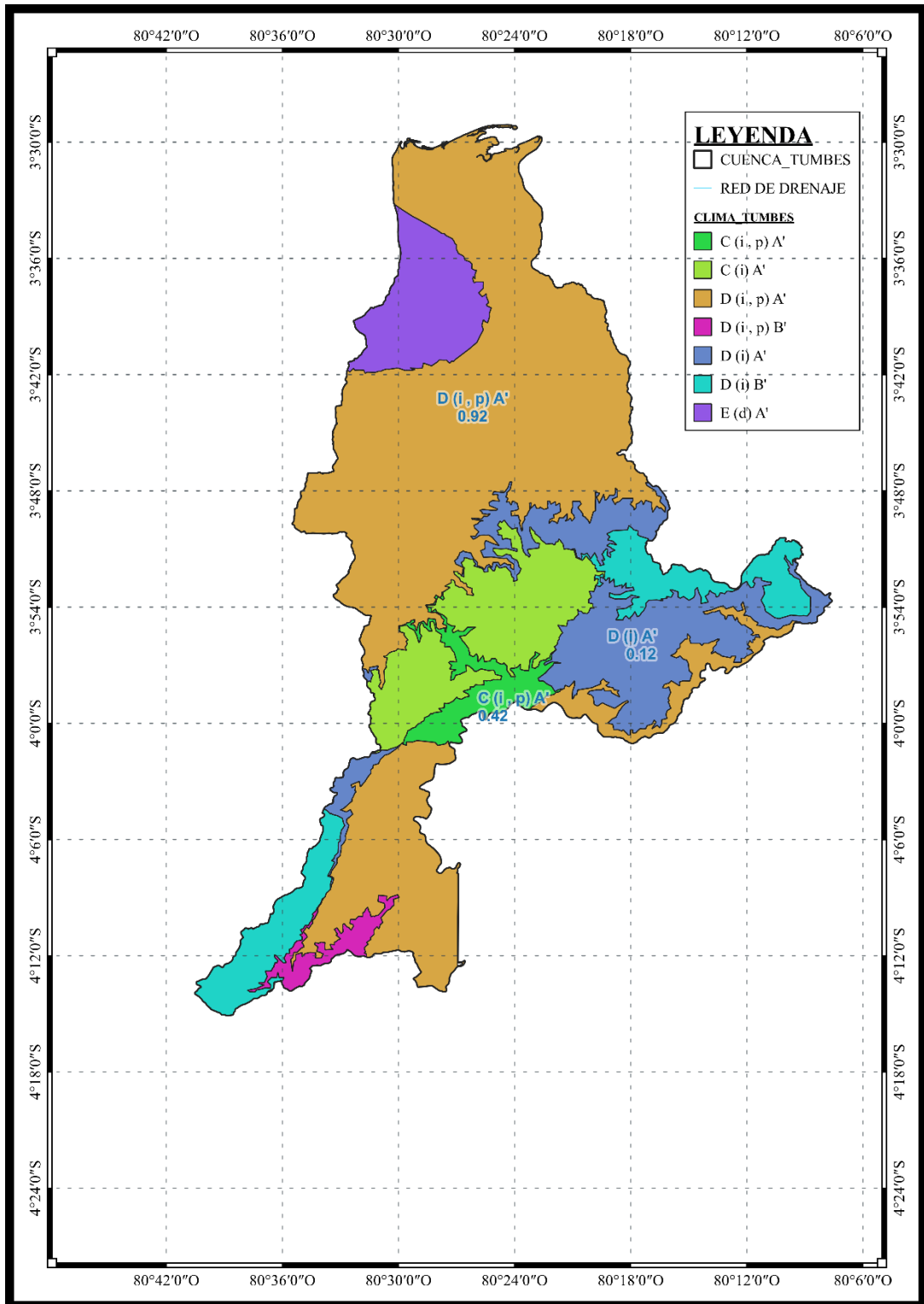


Figura 31. Coeficiente de Determinación por comprobación a nivel Región Climática.

Fuente: Elaboración Propia.

VI. DISCUSIONES

Para Mamani (2019) que realizó una regionalización de precipitaciones mensuales en la Cuenca de la Vertiente del Lago Titicaca – Lado peruano, se hizo validación de los datos del Producto PISCO teniendo como indicadores el Coeficiente de Determinación (R^2), para seis estaciones tuvo cuatro estaciones que presentaba un muy buen ajuste con valores superiores a 0,90 y el resto con valores superiores a 0,70. En contraste, esta validación se asemeja a la comprobación en punto grilla que para nuestras nueve estaciones tenemos un desempeño variable, siendo las estaciones Campamento Sede, Puerto Pizarro y Tigre las que se acercan a valor de 0,90.

También utilizo el Sesgo Estadístico Porcentual (PBIAS) teniendo un comportamiento de 3 estaciones sobreestimadas y 3 subestimadas con el mínimo valor de 5,236 y máximo de -27.36. En nuestro caso, en este indicador tenemos una un desempeño similar teniendo 4 estaciones subestimadas y 5 sobreestimadas con valores extremos de 5,4 y 49,5 en las estaciones Quebrada Angostura y Capitán Hoyle.

Mamani (2019) Obtuvo valores para Índice de Eficiencia de Nash- Sutcliffe (NSE) de bueno con valores superiores a 0,90 y una sola estación de 0,875. En nuestro estudio obtuvimos desempeños diversos con mayor ajuste de 0,88 y peor ajuste de -0,19 para las estaciones de Campamento Sede y Capitán Hoyle.

Zapana (2019) en su estudio intitulado Análisis de la sequía meteorológica de la Intercuenca Alto Apurímac y las cuencas Alto Urubamba y Yavero utilizando el método de L-Momentos, se realizó la validación del Producto PISCO para 24 estaciones en punto grillado, utilizo como métricas el Coeficiente de Determinación (R^2) el cual, ha presentado resultado aceptable para su estudio, teniendo como valores extremos 0,543 y 0,946. Con respecto a nuestros resultados tienen mejor desempeño promedio sin considerar a las estaciones Condor Flores con 0,12 y Cabo Inga con 0,46.

Porto (2021) que realizó la validación de las estaciones de la Cuenca de la Vertiente del Lago Titicaca – Lado peruano, considero un total de 34 estaciones con el método del vector regional los agrupo en 5 regiones. Como indicadores utilizo el Coeficiente de Determinación (R^2), obteniendo un desempeño muy bueno con valores superiores a 0,90. Para nuestra zona de estudio obtuvimos valores menores, pero con desempeño bueno.

Considerando el Índice de Eficiencia de Nash- Sutcliffe (NSE) se obtuvo un desempeño excelente con valores frecuentes de 0,90. En comparación con los resultados obtenidos en nuestro estudio que son de desempeño diverso teniendo un valore destacable de 0,89.

También considero el Sesgo Estadístico Porcentual (PBIAS) donde obtuvo un diverso desempeño en las estaciones, la región I y región V las estaciones en su totalidad es subestimada. Se encontró valores extremos de subestimación -27,094 y -0,399. Para el desempeño de sobreestimación se tiene 22,119 y 0,837. En contraste con los valores obtenidos, estos presentan mayor sobreestimación y subestimación con valores superiores.

También realizó estudio a nivel estacional obteniendo buenos resultado con algunas estaciones que tiene un desempeño regular, para los meses de marzo, abril y mayo se encontró valores de $R^2= 0,392$. En los meses de junio, julio y agosto un $R^2= 0,293$. En setiembre, octubre y noviembre un $R^2= 0,356$ y por último para diciembre, enero y febrero un $R^2= 0,273$. Esto en comparación para los valores obtenidos en nuestra zona de estudio en marzo, abril y junio ($R^2= 0,05$). Junio, julio y agosto ($R^2= 0$). En setiembre, octubre y noviembre ($R^2= 0,01$) y para diciembre, enero y febrero ($R^2= 0,26$). Lo cual desestima el uso de esas estaciones para dichos periodos.

También se realizó una validación según la región climática donde encontró un desempeño excelente en todas las métricas con una mínima subestimación, en nuestra área de estudio solo una región climática llega a tener un desempeño similar.

VII. CONCLUSIONES

Se realizó el análisis exploratorio y consistencia de los datos de precipitación. A nivel mensual, en las 9 estaciones que se comprobaron su ajuste en su correlación se obtuvo valores altos en un intervalo de 0,61 a 0,89 donde se puede optar por la utilización de los datos estimados, también se debe considerar el índice de Nash que se obtuvo en un intervalo de 0,60 a 0,88 y para la consideración de que valores de precipitación están sobreestimados o subestimados en un ajuste bueno se tiene un valor más o menos 15 hasta la convergencia a 0. De acuerdo a lo anterior se debe destacar a estaciones como Campamento Sede, Puerto Pizarro, Tigre, Rica Playa y Cedros.

Para la comprobación en arreglo estacional verano tiene la mayor correlación en las estaciones de acuerdo a las clasificaciones, teniendo para R= 4 estaciones con muy alta, para NSE = 3 estaciones con clasificación excelente y 4 estaciones con el mínimo PBIAS. La siguen las estaciones como otoño y primavera con similar ajuste en las estaciones meteorológicas. En cambio, invierno presenta el peor desempeño tanto en correlación, eficiencia y sesgo.

Se pudo identificar las regiones climáticas donde se ubicaban las estaciones. Se generó un promedio multianual por cada región, la región climática D (i, p) A' presenta el mejor ajuste tanto en correlación con un valor de R=0,92. Un NSE= 0,91 y tiene una mínima subestimación en los datos con un -3,6 %. Por lo tanto, esa región climática evidencia un desempeño excelente con el Producto PISCO. No como las otras regiones climáticas como lo son C (i, p) A' con un desempeño bueno y D(i)A' con un desempeño mínimo.

En cuanto a elevación se obtuvo correlación media a mínima, teniendo un mayor ajuste a mayor elevación, lo cual se da en la Cuenca Alta, para el índice de eficiencia de Nash-Sutcliffe el desempeño es insatisfactorio, de igual manera para el Sesgo Estadístico Porcentual. En la Cuenca Baja se evidencia una sobreestimación y en Cuenca Medía se tiene un desempeño mínimo en general con una subestimación.

VIII. RECOMENDACIONES

Se debe tener en cuenta un control de los datos a tratar por un correcto análisis y control en la calidad de ellos, afianzándose de la mayor información correspondiente para tener un criterio fundamentado en lo que es la toma de decisiones en el control de los datos y la metodología que se pueda emplear para dar confiabilidad a los datos como resultado de este proceso.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la comprobación del Producto Pisco en nuestra área de estudio a nivel estación meteorológica, elevación, estacionalidad y región climática. para ello se puede considerar el uso de los datos de precipitación Para la realización de estudios hidrológicos como son análisis de oferta hídrica, fines de irrigación, balances hídricos, para zonas con escasa información o con información faltante, todo esto teniendo en cuenta su desempeño.

A consideración de los datos de Producto Pisco, puesto que este ha pasado por un estudio riguroso por especialista en la ciencia de la tierra y ambientales, que ofrecen un mejor desempeño que las técnicas tradicionales o simples de interpolación. Con esto se busca y avanzando con los requerimientos de la revolución digital. Se debe tener en cuenta los otros Productos que ofrece PISCO y la necesidad de comprobar su desempeño en nuestra región y poder tener una gama de alternativas.

Por último, se recomienda seguir realizando estudios en la línea de investigación de recursos hídricos, en búsqueda de alternativas y opciones para una toma de decisiones fundamentada. Por ejemplo, la comprobación del Producto PISCO a escala diaria, los datos de satélites climáticos y Rain for Peru and Ecuador (RAIN4PE).

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aliaga Araujo, S. (1983). Tratamiento de datos hidrometeorológicos. Lima-Perú.
- Aparco Ccorahua, M. W. (2018). Análisis Regional de las Frecuencias de Sequías en el Perú. Universidad Nacional la Molina.
- Asurza, F., Ramos, C., & Lavado, W. (2018). Assessment of Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) and Global Precipitation Measurement (GPM) products in hydrological modeling of the Huancane river basin, Peru. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 53–62. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.06>.
- Aybar, C., Fernández., Huerta, A., Lavado, W., Vega, F., & Felipe-Obando, O. (2019). Construction of a high-resolution gridded rainfall dataset for Peru from 1981 to the present day. *Hydrological Sciences Journal*, 0(0), 1. <https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1649411>.
- Aybar, C., Lavado, W., Huerta, A., Fernández, C., Vega, F., Sabino, E., & Felipe, O. (2017). Uso del Producto Grillado “PISCO” de precipitación en Estudios, Investigaciones y Sistemas Operacionales de Monitoreo y Pronóstico Hidrometeorológico. Nota Técnica 001 SENAMHI-DHI-2017, 1–22. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01402SENA-8.pdf>.
- Braun, R. (2012). Consulta rápida. Manual APA. Lima: Universidad de Lima.
- Bringi, V. N. y V. Chandrasekar, 2001: Polarimetric Doppler Weather Radar. Cambridge University Press.
- Calderón Saldaña, J. P., & Alzamora de los Godos, L. (2018). Diseños de Investigación para Tesis de Posgrado. *Revista Peruana de Psicología y Trabajo Social*, 7-N° 2, 71–76.

- Comisión Europea (2001). Preparation of Meteorological Input Data for Urban Site Studies.
- Dagnino S., J. (2014). Tipos de estudios. *Revista Chilena de Anestesia*, 43(2), 104–108.
- Davie, Tim & Quinn, Nevil. (2019). *Fundamentals of Hydrology*. 10.4324/9780203798942.
- Delgado Quispe, Y. A. (2019). Validación y Corrección de la Precipitación Estimada por Satélite del Producto Chirps, usando el Modelo de Redes Neuronales Artificiales en la Cuenca del Río Vilcanota-Región Cusco -Perú. (Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Civil, Universidad Andina del Cusco). Recuperada de <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/3283>
- Endara, S. Determinación de extremos a precipitación a partir del PISCO diario. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Dirección de Hidrología. Diciembre, 2017.
- Gob.pe. (17 de diciembre). Fechas de las estaciones astronómicas en el Perú. Recuperado de <https://www.gob.pe/11000-fechas-de-las-estaciones-astronomicas-en-el-peru>
- Gutiérrez Caiza, C. (2014). *Hidrología Básica y Aplicada*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la Investigación las Rutas Cuantitativas, Cualitativas y Mixta*. Ciudad de México: Mc Graw Hill Education.

Mamani Washualdo, E. L. (2019). Regionalización Espacial de Precipitaciones Mensuales en la Cuenca de la Vertiente del Lago Titicaca-Lado Peruano. (Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional del Altiplano). Recuperada de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12489>

Mejía Marcacuzco, J. (2012). Hidrología Aplicada. Lima -Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Organización Meteorológica Mundial. (2022a). El estado del clima en América Latina y el Caribe 2021 (pp. 10–32). https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=22105#.Y8heO3bMII

Organización Meteorológica Mundial. (2022b, July 21). La Organización Meteorológica Mundial presenta el informe El estado del clima en América Latina y el Caribe. Organización Meteorológica Mundial. <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-organizaci%C3%B3n-meteorol%C3%B3gica-mundial-presenta-el-informe-el-estado-del>

OMM. (2011). Guía de Prácticas Hidrológicas OMM-N° 168. Ginebra: Organización Meteorológica Mundial.

OMM. (2017). Guía de instrumentos y métodos de observación meteorológico OMM N° 8. Ginebra: Organización Meteorológica Mundial.

Ponce, V. M. (2014). Engineering Hydrology, Principles and Practices. [versión Web]. Recuperado de <http://ponce.sdsu.edu/enghydro/>.

- Porto Lopez, A. E. (2021). Validación del producto grillado PISCO de precipitación v2.1 con la data observada de las estaciones pluviométricas del SENAMHI en la cuenca de la vertiente del lago Titicaca - lado peruano. (Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional del Altiplano). Recuperada de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/15498>
- Roy-García, Ivonne, Rivas-Ruiz, Rodolfo, Pérez-Rodríguez, Marcela, & Palacios-Cruz, Lino. (2019). Correlación: no toda correlación implica causalidad. *Revista alergia México*, 66(3), 354-360. Epub 19 de febrero de 2020. <https://doi.org/10.29262/ram.v66i3.651>
- Vásquez Villanueva, A., Mejía Marcacuzco, A., Faustino Manco, J., Terán Adriazola, R., Vásquez R., I., Díaz Rimarachín, J., Vásquez R., C., Castro A., A., Tapia Muñoz, M., & Alcántara Ramos, J. (2016). Manejo y gestión de cuencas hidrográficas. https://drive.google.com/file/d/0B0s38cputCj_aHBmbFZEU29uQWM/view
- Villón, M. (2001). *Hidrología Estadística*. Costa Rica: MaxSoft.
- Villón, M. (2020). *Hidrología* (2° ed). Costa Rica: MaxSoft.
- Zapana Quispe, M. M. (2019). Análisis de la sequía meteorológica de la Intercuenca Alto Apurímac y las cuencas Alto Urubamba y Yavero utilizando el método de L-Momentos. Universidad Nacional Agraria la Molina.

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Fuente: SNIRH - SENAMHI

Estación: CAMPAMENTO SEDE **Latitud:** 3°33'4,14" S **Dpto:** Tumbes
Variable: Precipitación Mensual (mm) **Longitud:** 80°25'46,64" W **Prov:** Tumbes
Altitud: 17 msnm **Dist:** Tumbes

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	0	31	38	20	0	0	0	0	0	2	0	0	91
1982	0	0	0	17	2	0	0	0	0	2	3	127	151
1983	542	661	641	749	747	438	175	1	7	11	0	25	3997
1984	0	154	113	35	1	2	0	0	0	18	1	0	324
1985	5	4	31	2	10	2	2	0	0	2	0	5	63
1986	57	9	3	168	1	0	0	0	0	2	0	4	244
1987	121	282	279	58	4	0	0	7	2	1	0	0	754
1988	15	26	1	10	0	0	0	0	1	0	1	0	54
1989	85	149	56	19	1	1	0	0	0	2	0	0	313
1990	2.8	47.4	5.3	3.2	1	2.5	0	0	0	3.6	0.7	0.6	67.1
1991	0.4	54.8	39	4.9	31	0.5	0.5	0.3	0.8	0	0.8	5.4	138.4
1992	38.6	147.9	550.4	452.5	79.5	0	0	1.7	2.9	0.4	2.8	2.4	1279.1
1993	12.1	161.3	75	51.3	23.2	0	0.1	0.4	0.6	0.8	0	11.4	336.2
1994	111.7	28	53.8	23.5	3.9	0.1	0.9	0.2	3.4	0.4	0	5.2	231.1
1995	63.8	90.2	47.7	0.3	4.9	0	0.3	0	0	0.6	10.5	1.4	219.7
1996	23.2	33	15.4	21	0	0.3	0.4	0.2	0	4.6	0.9	0	99
1997	0.5	28.7	144.1	55.6	20.9	3.5	13	0	0	5.7	119.3	438.8	830.1
1998	353.1	1022.8	339	326.3	141.9	0.9	2.5	0	0	3.3	0	4.6	2194.4
1999	10.8	82.5	224.8	82.2	66.2	1.1	2.4	0.2	1.2	1.4	0	2.4	475.2
2000	10.3	36.4	64.2	66.4	26	1.8	0.2	1.5	0.7	0	0	3.7	211.2
2001	33	70.3	194.6	56.8	1	0.4	1.3	0	0.7	0.1	2.4	0.7	361.3
2002	1.6	211.9	292.8	99.5	0.1	0.8	0	0.8	1.3	2.3	0.5	5.7	617.3
2003	22.9	28	12.1	6.5	3.1	0.9	3.1	0.5	0	0	0	60.8	137.9
2004	9.4	23.6	31	59.2	5.7	0.7	0.8	0.3565	0.9	3.3	0	1.8	136.7565
2005	4.6	5.1	59.3	19.2	0	0	0	0.3	0	0.4	0	6.5	95.4
2006	33.6	267.2	56.6	8.4	1.1	0	0.9	1.4	0	1.2	1.5	10.6	382.5
2007	70.7	4	58.1	4	3	0.2	0.4	1.1	0	0.3	3.5	2.4	147.7
2008	128.7	270.5	105.9	25.5	0.6	2	0.2	0	0.8	0.1	0.07	0	534.37
2009	117.5	168.7	27.3	20.5	5.5	1.4	0	0.8	1	0	3.2	3	348.9
2010	17.8	187.4	180.8	94.9	1.2	1.4	0.2	0	0	0	2.4	2	488.1
2011	21.8	43.9	3.8	38.5	13.3	0	7.5	0	0	0	0.2	1	130
2012	80.1	155	95.1	74.8	3	0	0.4	0	0	2.9	1.9	1.5	414.7
2013	15.3	43.9	105.1	26	2.2	1.6	1	0	0	4.7	0	0	199.8
2014	42.36	29.7	1.9	4.6	53	7.9	0	0	0	5	0	3.7	148.16
2015	11.4	38	330.6	25.4	39.4	1.3	0	0	0.3	6.5	1.2	3	457.1
2016	27.1	241	174.4	70	0.1	2	0	0.8	1.3	0	0	6.3	523
Prom	50.97	136.30	112.23	52.52	17.47	1.18	1.48	0.36	0.51	1.82	6.15	24.02	405.00
Max	542.00	1022.80	641.00	749.00	747.00	438.00	175.00	7.00	7.00	18.00	119.30	438.80	3997.00
Min	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54.00
conteo	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Fuente: SNIRH - SENAMHI

Estación: CABO INGA

Latitud: 3° 58' 33,39"

Dpto: Tumbes

Variable: Precipitación Mensual (mm)

Longitud: 80° 24' 6,54"

Prov: Tumbes

Altitud: 231 msnm

Dist: San Jacinto

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	2.4	174.3	187.4	58	1.7	0	2.8	0	0	0	0	5.5	432.1
1982	3.6	6	11	54	33	0	1	0	0	19	35	170	332.6
1983	157	1919	275	446	151	1	9	0	0	0	1	17	2976
1984	1	967	78	13	5	0	0	0	0	0	0	58	1122
1985	10	7	48	52	18	5	0	0	0	0	0	9	149
1986	5	29	3	18	27	0	4	0	0	0	0	17	103
1987	68	976	315	713	67	0	0	0	0	0	0	9	2148
1988	18	74	23	7	24	0	2	0	0	1	0	14	163
1989	60	831	78	71	12	4	0	0	0	1	0	3	1060
1990	11	136	95	26	5	1	0	0	0	1	0	5	280
1991	6	168	139	35	58	1	0	0	0	3	0	41	451
1992	40	563	285	190	92	189	1	0	0	1	0	15	1376
1993	7.9	248.2	260	316.1	93.9	1.8	1	0	0.4	11.5	0	16.9	957.7
1994	122.6	295.3	100.1	206.9	55.3	0	0	0	0	0.9	0	144.9	926
1995	32.6	244.7	52.5	18.6	28.5	0	5.2	0	0.2	1.6	8.2	11.5	403.6
1996	41	33.1	68.2	9.7	0	0.2	0	0	0	0	0	0	152.2
1997	16.2	53.4	191.8	119.5	55.3	103	1.3	0.8	92.4	46.9	147.5	426.8	1254.9
1998	544	534.17	491.9	769.4	160.6	17.2	2.9	0	1.2	3.8	0	15.6	2540.77
1999	43.3	177	249.3	307.9	74.7	1.6	0	0	1.6	0.7	0.1	33.4	889.6
2000	6.6	177.9	271.1	186.5	84.2	6	0	0	0	0	0.8	6.6	739.7
2001	252.5	208.3	451	173.4	8.8	0	0	0	0	0	6.3	10.5	1110.8
2002	5.4	356.6	447.7	424.6	9.4	1	0	0	0	26.5	0	73.2	1344.4
2003	83.3	212.9	126	25.2	4.2	5.3	0	0	0	0	3.5	11.9	472.3
2004	28.4	151.4	119.4	34	5.3	4	0	0	0	4.7	0	0	347.2
2005	13.4	15.3	211.1	37.5	0	12.5	0	0	0	0	5.6	16.1	311.5
2006	75.2	405.1	242.5	58.5	27.2	0.3	0	0.6	0	0	8.6	29.4	847.4
2007	10.37	33.8	277	91.3	2.7	0.3	0	0	0	0	0	3.5	418.97
2008	180.3	466.1	300.7	111.4	46.3	1.3	20.9	0	0	1.9	1.4	6	1136.3
2009	459.6	370.7	275.1	71.1	19.1	0	0	0	0	0	1.1	37.6	1234.3
2010	179.2	253.4	561.1	69.74	35.7	9.1	0.5	0	0	0.3	2.9	3.1	1115.04
2011	24.1	54.8	23	421.2	41.7	40.5	6.4	0	0	4.7	2.8	13.5	632.7
2012	170.7	562	453.7	391.5	81.4	2.2	5.5	0	0	0.8	4	6.2	1678
2013	44.5	67.2	243.3	36.6	44.1	0	0	0	0	4.2	0	2.4	442.3
2014	63.1	71.4	59.1	27.3	175.6	23.8	0.3	0	0.2	6.8	2.6	10.1	440.3
2015	59.4	103.9	489.7	455.3	81.1	85.8	9.2	0	0.6	1.7	10	0	1296.7
2016	81.24	263	350.5	225.4	90.3	15	1.7	0	0	0	0	1.6	1028.74
Prom	81.30	311.39	218.14	174.21	47.75	14.78	2.08	0.04	2.68	3.97	6.71	34.56	897.61
Max	544.00	1919.00	561.10	769.40	175.60	189.00	20.90	0.80	92.40	46.90	147.50	426.80	2976.00
Min	1.00	6.00	3.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	103.00
conteo	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Fuente: SNIRH - SENAMHI

Estación: RICA PLAYA **Latitud:** 3° 48' 42,84" **Dpto:** Tumbes
Variable: Precipitación Mensual (mm) **Longitud:** 80° 30' 19,65" **Prov:** Tumbes
Altitud: 68 msnm **Dist:** San Jacinto

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	0	62.5	64.5	47.9	0.8	0.4	0	0	0	0	0	0	176.1
1982	0	6	0	40.5	0.9	0	0	0	0	1.1	0	145.3	193.8
1983	879.4	741.2	684	1194.3	1394.3	334.9	25.4	0	0.8	0	0	0.8	5255.1
1984	0	382.2	18.4	0	0	0	0	0	0	0	0	8	408.6
1985	13.2	47.6	147.5	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	209.1
1986	0	51.8	0	96.4	1.6	0	0	0	0	0	3.6	2.9	156.3
1987	141.5	221.2	352.6	44.3	0	0	2	6.2	0	0	0	0	767.8
1988	23.4	34.8	10	15.4	0	0	0.9	0.2	0.2	0.5	4.3	3.6	93.3
1989	77.8	381.7	122	63.4	1.4	7.1	0.5	0	0.6	2.1	0	0	656.6
1990	11.3	26.6	26.7	12.1	0.4	1.8	0.4	0	0	1.2	2.6	1.4	84.5
1991	0	64.8	96.7	2.6	19.7	0	0	0	0	1.3	1.5	12.6	199.2
1992	63.96	278.2	668.54	284.2	207.3	3.4	0.3	0.7	0.5	0.9	8.3	5.8	1522.1
1993	10	214.5	139.8	77	38.9	0.6	3.3	0.2	1.4	12.4	0	1.6	499.7
1994	116.1	155.2	83.5	49.9	7.5	1.7	0.3	0	0	1.7	0	19.4	435.3
1995	47.8	96.7	0	3.8	21.5	0	1.8	0	0	0.5	5.9	22.2	200.2
1996	41.6	25.2	33.3	23.9	0	1.4	0	0	0	0.4	0.1	3.1	129
1997	11.5	60.6	117.4	102.7	34.5	36.7	7	0.7	43	5.6	110.9	502.7	1033.3
1998	759	903.4	622.7	299.1	99.6	7.3	0.7	0.7	3.1	6.2	0.4	1.6	2703.8
1999	10	123.6	94.7	299.6	55.8	1	0.5	0.2	1.7	0.2	0	5	592.3
2000	1.7	156	131.1	135.8	90.4	4.2	0.2	0	0	0	0.2	4	523.6
2001	95.3	83.9	343.4	77.2	13.9	0.2	0.3	0.02	0.2	0	0.45	7.9	622.77
2002	14.1	310.6	343.1	198.8	1.7	0	0	0.8	1.1	1.4	1	17.3	889.9
2003	56.2	69.7	40.3	7.8	1.1	2.2	1.8	0.6	0	0	0.5	31	211.2
2004	18.5	145.3	61.5	34.5	5.2	0	1.9	0	3	1.1	0.4	0.7	272.1
2005	2.6	16.1	139.6	6	0	0.9	0	0.2	0	0.8	2.1	5.4	173.7
2006	47.1	395.7	242.5	6.6	0.2	0	0	0	0	0	4.9	4.5	701.5
2007	107.8	8.1	116.1	35.2	0.8	0	0	0.2	0	0	1.5	2.8	272.5
2008	145.9	517.4	314.4	33.4	23.1	3.5	1.6	0	0	4.1	1.2	0	1044.6
2009	290.8	190.6	138.4	39.8	4.9	0	0	0.5	1.6	0.29	2.6	9	678.49
2010	109.4	199.6	224.8	177.2	8.5	1.6	1.3	0	0	0.4	0.8	4.8	728.4
2011	10.6	74.9	8.6	139.4	2.1	0.2	4.2	0	0	1.8	1	8.2	251
2012	114.1	311.6	319.9	139.1	45.4	5	0	0	0	0	0	1.3	936.4
2013	39.5	44.8	225.3	21.9	21.3	0.2	0.5	0	0	6.8	0	0.8	361.1
2014	66.3	56.5	14.2	11.46	41.5	25.3	1	0	0	0	1.5	7	224.76
2015	41.8	166.4	297.4	176	116.4	12.4	0	0.5	0	6.3	3.9	11	832.1
2016	72.9	484.5	264.5	156.2	0.6	7	0	0	0	0.8	0	7.8	994.3
Prom	95.59	197.49	180.76	112.60	62.81	12.75	1.55	0.33	1.59	1.63	4.43	23.88	695.40
Max	879.40	903.40	684.00	1194.30	1394.30	334.90	25.40	6.20	43.00	12.40	110.90	502.70	5255.10
Min	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	84.50
conteo	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Fuente: SNIRH - SENAMHI

Estación: PUERTO PIZARRO Latitud: 3°30'13,67" S Dpto: Tumbes

Variable: Precipitación Mensual (mm) Longitud: 80°23'42,14" W Prov: Tumbes

Altitud: 6 msnm Dist: Tumbes

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	1.2	29.4	71.5	20.7	0.4	0.82	1.7	1.7	0.5	0.5	0	1.3	129.72
1982	4.2	1	0	34.1	2.7	0.2	0	0	1.2	2	16.6	97.6	159.6
1983	501.2	424	375.5	708	621	331.5	151	0	13.5	3	0	63.6	3192.3
1984	0	198.5	82.5	6.2	0	2.5	0.7	0.6	1.4	4.8	0	12	309.2
1985	6.9	1.7	23.3	0	7	0	1.94	2.2	0.03	1.62	0	1.1	45.79
1986	47.9	5.7	0.6	67.5	2	0	0	0	0	0	0	1	124.7
1987	44.3	254	260.5	52.5	2	0	0	0.61	0	0.8	0	0	614.71
1988	15.5	34	1.7	21	0	0	0.7	0	0.7	0	1.7	0	75.3
1989	78	228.5	152.5	13.5	0	0	0	0	0	0	0	0	472.5
1990	3	75	9.3	4	0	0	0	0	0	6.7	1.8	0.9	100.7
1991	2.3	46	74	0	38	0	0	0	0	0	1	9	170.3
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.3	2.4	1.5	6.2
1993	7.5	111.6	106	32.6	22.6	0	0	0	0	3	0.4	7.2	290.9
1994	67.3	46.5	45.5	15.4	4.8	1.4	4	0.7	1.2	0	0.6	4	191.4
1995	0	88.8	47.4	0	1.4	0	0.5	0	0	1.2	7.9	8.4	155.6
1996	15	52.7	15.1	18.7	0.4	0	0	0	0	2.1	0.5	0	104.5
1997	2.1	32.4	127.5	44.4	24.7	3.7	12.4	0.5	3.7	4.3	149.3	649.7	1054.7
1998	388.5	932.9	503.4	426.4	165.6	0.5	0.6	0	0.2	5	0	10.5	2433.6
1999	4.9	110.2	202.2	59.8	13.1	2.9	1.2	0	1.1	2.6	1.5	2.2	401.7
2000	4.3	38.4	43.5	63.8	13.7	3.5	0	1.2	0	0	0	5.8	174.2
2001	37.8	53.1	224.1	57.9	1.3	0.2	0	0	0.3	0	5.4	3.2	383.3
2002	1.1	199.3	315.1	130	0	0	0	0	0	1.6	0	3.7	650.8
2003	17.3	41.2	15.7	11.9	4.1	0.4	0.8	0	0	0	1	39.4	131.8
2004	19.5	17.4	43	47.9	9.2	0.3	0	0	2.2	7	0	1.1	147.6
2005	3.4	5.7	44.9	65.5	0	0.8	0	0	0	1.6	0.5	9.9	132.3
2006	37.9	226.6	37.5	5.2	0	1	1.7	0.3	0	0	3.4	1.6	315.2
2007	67.2	8	56.1	3.2	5	0	0	1	0	1.8	2.5	2.1	146.9
2008	135.2	265.6	109.6	22.7	0	0	0	0	0	0.7	0	0	533.8
2009	130.8	97.3	17.8	19.9	5.6	0	0	0	0	0	3.1	1.2	275.7
2010	12	185.9	0	88	0	0	0	0	0.2	0	2.1	0	288.2
2011	27.6	40.6	4.3	32.3	2.6	0	2	0	0	0	0	1.1	110.5
2012	53.6	110.6	83.4	42.1	0	0.2	0.5	0	0	0	0	2.7	293.1
2013	16.8	35.1	82.8	78.6	4.2	0	0.5	0	0	4	0	0	222
2014	21	18.7	10	2	22.8	0	0	0	0	5	0	10.8	90.3
2015	12.5	32.3	231.4	0	35.61	0	0	0	0	4.1	0	0.8	316.71
2016	49.1	0	279.5	38.6	0	0	0	0.2	0.6	0	0	8.2	376.2
Prom	47.18	114.62	110.24	54.45	14.03	0.62	1.01	0.16	0.40	1.83	7.43	32.23	384.21
Max	501.20	932.90	503.40	708.00	621.00	331.50	151.00	2.20	13.50	7.00	149.30	649.70	3192.30
Min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.20
conteo	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Fuente: SNIRH - SENAMHI

Estación: CEDROS

Latitud: 3°38'1" S

Dpto: Tumbes

Variable: Precipitación Mensual (mm)

Longitud: 80°32'1" W

Prov: Tumbes

Altitud: 74 msnm

Dist: Corrales

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	4.6	129.6	74.4	4.6	0.7	0	0	0	0	0	0	0	213.9
1982	0	0	0	38	1	0	0	0	2	0	4	24	69
1983	158	182	196	344	20	0	1	1	0	2	3	0	907
1984	1	112	30	5	1	0	0	0	2	0	0	2	153
1985	1	9	15	0	2	0	0	0	0	4	0	0	31
1986	20	24	2	27	1	0	0	0	0	3	1	2	80
1987	103	196	215	20	1	0	0	0	0	1	0	0	536
1988	60	58	6	5	5	0	8	5	0	0	1	3	151
1989	58	133	54	19	1	1	0	0	0	14	0	0	280
1990	0	7	12	2	7	2	1	0	0	2	1	2	36
1991	5	58	36	0	3	2	0	0	0	1	0	2	107
1992	89	116.9	487	405.6	63	2.4	0	0.2	0.1	1	1.7	2	1168.9
1993	9.9	111.5	37.7	83.9	11.3	0	0.4	0	5.1	0	3.7	4	267.5
1994	91.7	44.8	24.2	6	1	0	0	0.3	0.3	0	8.5	9	185.8
1995	28.9	39.3	29.2	0.7	8.3	0	1.1	0	2.5	6.4	7.4	7	130.8
1996	12.6	38.1	4	12.5	0	0.4	0.1	0.5	4.8	1.3	0.4	1	75.7
1997	0.8	13.8	64.3	55.2	39.7	1.2	5.4	0.2	3.6	7.4	73.8	16	281.4
1998	467.8	1049	0	0	34.8	1.2	6.4	0	0	1.5	0	1.9	1562.6
1999	12	89.1	155.9	61	21.2	1.1	1.2	0.2	0.3	0.3	0	4.1	346.4
2000	14.7	38.4	52.2	54.7	57.4	1.9	0.1	0.9	0.7	0	0.9	0.9	222.8
2001	24.7	35.2	223	29.8	5.2	0.1	0.7	0.8	0.8	0	2.8	2.2	325.3
Prom	73.68	162.13	65.61	33.76	19.88	0.66	1.71	0.32	2.01	1.88	10.83	5.12	377.59
Max	467.80	1049.00	487.00	405.60	63.00	2.40	8.00	5.00	5.10	14.00	73.80	24.00	1562.60
Min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.00
conteo	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Fuente: SNIRH - SENAMHI

Estación: CONDOR FLORES Latitud: 3°53'24,09" S Dpto: Tumbes
Variable: Precipitación Mensual (mm) Longitud: 80°8'22,73" W Prov: Zarumilla
 Altitud: 384 msnm Dist: Matapalo

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	20	207	410	105	16	11	21	0	0	0	33	50	873
1982	16	60	184	89	24	8	0	0	0	2	12	93	488
1983	315	588	355	321	353	0	33	0	0	0	0	61	2026
1984	16	517	295	130	16	0	1	0	2	0	0	81	1058
1985	53	109	137	56	34	0	0	0	0	2	1	10	402
1986	70	87	74	178	18	4	0	5	1	0	12	60	509
1987	132	483	440	152	28	0	2	0	1	0	5	7	1250
1988	64	147	146	293	21	2	1	1	45	2	786	15	1523
1989	155	444	210	147	19	23	0	0	5	3	59	0	1065
1990	77	213	179	53	38	2	0	0	0	1	193	2	758
1991	49	224	328	122	71	0	0	0	0	1	10	1	806
1992	117	324	431	275	231	57	0	0	0	2	150	32	1619
1993	91	393	271	521	153	3	0	3	3	23	6	41	1508
1994	183	290	163	260	17	0	0	0	0	1	1	144	1059
1995	168	366	260	93	89	0	5	0	0	4	11	25	1021
1996	88	218	142	77	21	1	0	1	12	0	1	14	575
1997	97	183	247	3038	68	1	0	0	50	102	229	29	4044
Prom	125.40	290.00	216.60	797.80	69.60	1.00	1.00	0.80	13.00	26.00	49.60	50.60	1641.40
Max	315.00	588.00	440.00	3038.00	353.00	57.00	33.00	5.00	50.00	102.00	786.00	144.00	4044.00
Min	16.00	60.00	74.00	53.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	402.00
conteo	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Fuente: SNIRH - SENAMHI

Estación: QBA ANGOSTURA

Latitud: 3°46'1" S

Dpto: Tumbes

Variable: Precipitación Mensual (mm)

Longitud: 80°24'1" W

Prov: Tumbes

Altitud: 89 msnm

Dist: Pampa de Hospital

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	1	130	80	32	1	0	0	0	0	0	1	6	251
1982	15	2	10	50	1	0	0	1	1	35	53	7	175
1983	145	312	578	721	253	0	6	1	5	0	1	6	2028
1984	2	265	82	15	2	0	0	0	1	0	0	23	390
1985	27	17	56	4	16	0	0	0	0	0	0	2	122
1986	42	38	15	38	8	0	0	0	0	0	1	7	149
1987	90	371	367	50	23	0	0	0	0	0	0	6	907
1988	32	40	41	12	22	0	0	0	0	0	2	12	161
1989	75	248	153	41	3	0	0	0	0	0	0	2	522
1990	19	26	47	10	16	0	0	0	0	3	0	6	127
1991	29	164	121	7	3	0	0	0	0	0	0	3	327
1992	64	253	543	570	221	0	0	0	2	0	0	6	1659
1993	32	225	208	101	77	0	1	0	1	13	0	7	665
1994	164	105	72	30	4	2	3	1	1	0	1	26	409
1995	44	133	65	5	22	0	2	1	0	1	16	15	304
1996	93	34	35	9	0	1	2	0	0	6	2	4	186
1997	60	58	75	83	106	0	0	0	2	3	8	6	401
Prom	78.60	111.00	91.00	45.60	41.80	0.60	1.60	0.40	0.80	4.60	5.40	11.60	393.00
Max	164.00	371.00	578.00	721.00	253.00	2.00	6.00	1.00	5.00	35.00	53.00	26.00	2028.00
Min	1.00	2.00	10.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	122.00
conteo	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Fuente: SNIRH - SENAMHI

Estación: CAP HOYLE

Latitud: 4°41' S

Dpto: Tumbes

Variable: Precipitación Mensual (mm)

Longitud: 80°29' W

Prov: Tumbes

Altitud: 235 msnm

Dist: San Jacinto

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	6	87	50	40	0	0	0	0	0	1	2	6	192
1982	10	0	10	9	0	0	0	0	28	67	143	10	277
1983	84	497	347	399	29	0	0	0	0	0	1	5	1362
1984	1	376	73	19	0	0	0	0	0	0	0	17	486
1985	18	12	56	14	1	0	0	0	0	0	0	11	112
1986	42	42	19	1	0	0	0	0	0	2	0	4	110
1987	88	658	338	512	82	1	0	0	0	0	0	17	1696
1988	46	10	35	1	0	0	0	0	0	0	1	4	97
1989	40	548	133	20	1	0	0	0	0	0	0	0	742
1990	0	0	57	0	5	0	0	0	0	0	0	8	70
1991	11	154	145	5	0	0	0	0	0	1	2	6	324
1992	49	181	742	141	56	6	0	0	0	0	0	6	1181
1993	11	240	233	189	60	1	0	0	0	20	5	18	777
1994	51	199	87	38	8	0	0	0	0	0	0	50	433
1995	39	206	15	9	0	0	0	0	0	0	4.08	4.73	277.81
Prom	33.67	215.00	111.67	78.67	22.67	0.33	0.00	0.00	0.00	6.67	3.03	24.24	495.94
Max	88.00	658.00	742.00	512.00	82.00	6.00	0.00	0.00	28.00	67.00	143.00	50.00	1696.00
Min	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	70.00
conteo	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	

10.2. Anexo B: Script para extracción de Datos Estimados

```
1 #*****#SCRIPT PARA EXTREER LOS DATOS DE PRECIPITACIÓN MENSUAL#*****#
2 #*****#PRODUCTO PISCO PERÚ#*****#
3 #####
4
5 setwd("D:/2.DATOS/PISCO")
6 rm(list = ls())
7 #install.packages("raster")
8 #install.packages("ncdf4")
9 library(sp)
10 library(raster)
11 library(ncdf4)
12 long_lat <- read.csv("long_lat.csv", header = T)
13 raster_pp <- raster::brick("PP_MEN/ENTRADA/PP_MEN.nc")
14 sp::coordinates(long_lat) <- ~XX+YY
15 raster::projection(long_lat) <- raster::projection(raster_pp)
16 points_long_lat <- raster::extract(raster_pp[[1]], long_lat, cellnumbers = T)[,1]
17 data_long_lat <- t(raster_pp[points_long_lat])
18 colnames(data_long_lat) <- as.character(long_lat$NN)
19 #Escribir archivo de salida de datos
20 write.csv(data_long_lat, "PP_MEN/SALIDA/extrac_pp_mensual_PISCO_TUMBES.csv", quote = F)
21
```

```
1 #####
2 #####ANALISIS COMPARATIVOS DE METRICAS ESTADISTICAS DE OBSERVACIONES Y SIMULACIONES#####
3 #####POR ESTACIÓN METEREOROLÓGICA#####
4 #####
5 #Consultamos directorio
6 getwd()
7 #Definimos el directorio
8 setwd("C:/Users/ANTHONYQUIROZ/Documents/DOCUMENTOS/HIDROLOGIA_RARQ/TESIS/1_PUNTO")
9 #Cargamos las librerias requeridas
10 library(base)
11 library(zoo)
12 library(hydroGOF)
13 library(tidyverse)
14 library(readxl)
15 library(naniar)
16 library(rio)
17 library(dplyr)
18 #Cargamos los datos
19 #Datos simulados
20 Pisco_Punto<-read.csv(file = "PISCO_PUNTO.csv",sep = ";",header =TRUE )
21 glimpse(Pisco_Punto)
22 summary(Pisco_Punto)
23 miss_var_summary(Pisco_Punto)
24
25 #Datos observados
26 Senamhi_Punto<-read.csv(file = "SENAMHI_PUNTO.csv",sep = ";")
27 glimpse(Senamhi_Punto)
28 summary(Senamhi_Punto)
29 miss_var_summary(Senamhi_Punto)
30
31 #Hacemos cambiamos el formato ancho a largo.
32 #Para Datos simulados
33 Simuladas_log<-Pisco_Punto%>%
34   gather(key = "Estacion",value = "valor",1:9)%>% #Criterio Estación, com valores
35   filter(!is.na(valor)) #Filtramos todos menos los valores Na.
36
37 #Para Datos Observados
38 Observadas_log<-Senamhi_Punto%>%
39   gather(key = "Estacion",value = "valor",1:9)%>%
40   filter(!is.na(valor))
41
42 #Obtenemos las Estaciones y el numero en un vector.
43 vector_Estaciones<-unique(Observadas_log$Estacion)
44 length(vector_Estaciones)
45
```

```

46 #Generamos un vector columnas de las metricas que ofrece el Packages.
47 Info<-c("MAE","MSE","RMSE","NRMSE_%","PBIAS_%","RSR","rSD","NSE","mNSE","rNSE","d","md","rd","cp","r","R2","br2","KGE","VE")%%
48 cbind()
49
50 #Realizamos el proceso iterativo para cada una de las estaciones con valores simulados y observados
51 for (i in 1:length(vector_Estaciones)) {
52   F<-observadas_log%%
53   filter(Estacion==vector_Estaciones[i])%%
54   select(-Estacion)
55   G<-simuladas_log%%
56   filter(Estacion==vector_Estaciones[i])%%
57   select(-Estacion)
58   R<-gof(G,F)
59   R<-bind_cols(R,Info)
60   R%%
61   export(paste0('OUT/METRICAS_', vector_Estaciones[i], '.xlsx'))
62   #se creo una carpeta y se especifico la ruta
63 }
64
65 #Definimos la ruta donde se encuentran las metricas
66 setwd("C:/Users/ANTHONYQUIROZ/Documents/DOCUMENTOS/HIDROLOGIA_RAROQ/TESIS/1_PUNTO/OUT/")
67 #obtenemos la lista de archivos que contengan como enunciado METRICAS*
68 files<-list.files(pattern = "METRICAS_*")
69 #Realizamos una lectura iterativa con lapply y la lista de archivos
70 data_metrica<-lapply(files,read_xlsx)%%
71 bind_rows()%% #se agrupa en filas
72 rename(Metrica=".")#se renombra el encabezado
73 head(data_metrica)
74 #se llama a la library purrr para hacer el rastreo del nombre del archivo proveniente
75 library(purrr)
76 merge_df<-list.files(pattern = "METRICAS_*")%%
77 set_names()%%
78 map_df(read_xlsx,id = "file_name")
79 #Realizamos la adecuacion de la base de datos teniendo en cuenta los valores de metricas y las estaciones
80 df2<-merge_df%%
81 spread(key = ".", value = "valor")
82 #*Obtenemos las Metricas especificas de nuestro estudio*#
83 #Error Absoluto Medio MAE
84 MAE<-df2%%
85 select(MAE,file_name)
86 #Raiz del Error Medio Cuadratico RMSE
87 RMSE<-df2%%
88 select(RMSE,file_name)
89 #coeficiente de determinacion R2
90 R2<-df2%%
91 select(R2,file_name)%%
92 mutate( Correlación= case_when(
93   R2 == 1 ~ "Perfecta",
94   R2 >= 0.8 & R2 < 1 ~ "Muy Alta",
95   R2 >= 0.6 & R2 < 0.8 ~ "Alta",
96   R2 >= 0.4 & R2 < 0.6 ~ "Media",
97   R2 >= 0.2 & R2 < 0.4~ "Baja",
98   R2 >= 0 & R2 <0.2 ~ "Minima"
99 ))
100 #Indice de Eficiencia de Nash-sutcliffe NSE
101 NSE<-df2%%
102 select(NSE,file_name)%%
103 mutate( Correlación= case_when(
104   NSE == 1 ~ "Perfecta", # 0 <= edad < 12
105   NSE >= 0.8 & NSE < 1 ~ "Excelente",
106   NSE >= 0.6 & NSE < 0.8 ~ "Muy Bueno",
107   NSE >= 0.4 & NSE < 0.6 ~ "Bueno",
108   NSE >= 0.2 & NSE < 0.4~ "Satisfactoria",
109   NSE <0.2 ~ "Insuficiente"
110 ))
111 #Sesgo Estadístico Porcentual PBIAS
112 PBIAS<-df2%%
113 select("PBIAS_",file_name)%%
114 mutate( Correlación= case_when(
115   'PBIAS_< 10 ~ "Muy Bueno", # 0 <= edad < 12
116   'PBIAS_>= 10 & 'PBIAS_< 15 ~ "Bueno",
117   'PBIAS_>= 15 & 'PBIAS_< 25 ~ "Satisfactorio",
118   'PBIAS_>= 25 ~ "Insatisfactorio",
119 ))
120
121 export(list(a=R2,B=MAE,C=RMSE,D=PBIAS,E=NSE),"METRICAS_ESTACIONES.xlsx")
122

```

10.3. Anexo C: Información Disponible Estimada

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Fuente: PISCO

Estación: EL TIGRE **Latitud:** 3°48'8,4" S **Dpto:** Tumbes
Variable: Precipitación Mensual (mm) **Longitud:** 80°27'24" W **Prov:** Tumbes
Altitud: 45 msnm **Dist:** Pampas de Hospital

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	0.17	67.85	72.33	36.49	0.55	0.83	0.11	0.00	0.22	0.25	0.10	1.23	180.15
1982	0.39	2.67	0.00	17.86	0.54	0.13	0.00	0.00	0.28	1.18	5.66	140.42	169.13
1983	767.32	536.16	449.83	1207.73	784.16	242.17	13.33	0.01	4.38	2.68	0.80	2.68	4011.26
1984	0.35	279.04	74.72	3.68	1.75	2.74	0.12	0.01	0.19	0.17	0.10	4.34	367.21
1985	7.13	20.36	121.10	2.03	1.22	1.17	0.07	0.06	0.09	1.39	0.05	3.13	157.80
1986	64.16	49.50	0.01	79.01	1.33	0.10	0.03	0.00	0.13	0.26	4.61	4.68	203.82
1987	154.13	223.38	266.71	83.12	2.40	0.44	1.65	0.85	1.65	0.11	0.04	1.59	736.08
1988	23.68	28.29	8.04	10.15	1.12	0.35	0.39	0.10	0.41	0.20	2.57	5.52	80.82
1989	100.68	317.77	94.27	39.97	0.74	3.06	0.03	0.13	0.19	1.39	0.26	0.15	558.64
1990	8.57	28.20	22.14	7.96	2.16	1.07	0.26	0.03	0.11	1.44	2.56	1.46	75.94
1991	1.11	72.22	42.07	3.34	19.32	0.30	0.00	0.01	0.11	1.09	1.08	8.59	149.25
1992	44.44	249.44	507.08	278.67	184.45	2.28	0.77	0.04	0.64	0.87	4.69	5.44	1278.82
1993	13.39	220.32	146.68	81.13	36.22	2.26	1.43	0.55	0.42	7.16	0.19	3.72	513.46
1994	109.89	167.30	77.55	33.68	2.60	0.16	0.49	0.06	0.23	0.71	0.30	22.74	415.72
1995	43.26	65.67	35.79	4.14	17.90	0.14	0.88	0.36	0.10	0.54	6.56	15.39	190.73
1996	30.51	35.82	41.64	11.85	0.55	0.34	0.18	0.04	0.11	0.73	0.49	3.56	125.81
1997	13.53	40.63	101.81	96.09	36.91	15.08	3.31	0.45	20.00	5.26	116.32	449.34	898.73
1998	552.79	908.18	500.66	334.58	111.62	8.33	1.25	0.00	1.91	4.20	0.16	3.52	2427.21
1999	8.26	145.53	105.40	239.39	43.99	1.83	0.63	0.09	1.75	0.53	0.26	4.82	552.47
2000	2.76	131.52	144.58	119.84	73.77	5.43	0.14	0.03	0.18	0.04	0.05	7.00	485.35
2001	78.79	68.47	318.78	77.47	8.12	0.50	0.21	0.00	0.28	0.07	4.44	8.22	565.35
2002	9.81	282.81	326.11	237.60	2.65	0.27	0.04	0.31	0.73	1.27	0.38	17.82	879.80
2003	66.17	80.71	34.52	11.50	1.84	2.49	1.22	0.34	0.36	0.12	0.25	20.40	219.92
2004	16.87	121.12	59.50	43.41	5.96	0.15	1.02	0.00	1.18	2.31	0.34	0.79	252.63
2005	1.63	15.37	118.24	11.07	0.12	0.79	0.01	0.26	0.05	0.85	2.46	7.17	158.03
2006	61.86	361.24	158.21	5.97	0.24	0.83	0.68	0.38	0.15	0.37	3.97	5.55	599.45
2007	103.33	7.68	125.18	46.68	0.98	0.21	0.24	0.62	0.38	0.51	1.57	4.42	291.79
2008	144.99	442.75	227.09	48.31	11.28	2.14	0.95	0.06	0.51	2.48	1.40	0.26	882.22
2009	279.02	208.42	129.02	20.63	3.31	0.60	0.07	0.41	1.10	0.37	3.13	8.26	654.36
2010	82.45	220.93	229.68	148.21	5.82	1.35	0.91	0.06	0.38	0.31	0.57	5.55	696.22
2011	27.90	67.09	5.40	121.38	1.40	1.05	3.82	0.04	0.22	0.85	1.57	9.62	240.34
2012	128.78	319.09	262.51	151.54	28.98	4.21	0.25	0.10	0.05	0.74	2.10	2.73	901.08
2013	34.37	51.27	179.86	16.55	12.38	0.47	0.57	0.29	0.19	4.82	0.01	2.52	303.30
2014	50.40	56.87	11.80	6.63	43.36	17.06	0.37	0.35	0.38	5.56	0.04	10.72	203.52
2015	24.59	100.50	333.83	152.16	89.11	4.08	1.50	0.09	0.10	5.98	3.39	11.62	726.95
2016	51.94	377.01	240.90	139.94	0.52	7.27	0.17	0.04	0.25	0.60	0.04	7.74	826.43
Prom	80.72	187.34	163.11	89.99	22.49	3.21	0.85	0.20	1.29	1.93	6.25	26.40	583.79
Max	767.32	908.18	507.08	1207.73	784.16	242.17	13.33	0.85	20.00	7.16	116.32	449.34	4011.26
Min	0.17	2.67	0.00	2.03	0.12	0.10	0.00	0.00	0.05	0.04	0.01	0.15	75.94
conteo	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Fuente: PISCO

Estación: CAMPAMENTO SEDE **Latitud:** 3°33'8,4" S **Dpto:** Tumbes
Variable: Precipitación Mensual (mm) **Longitud:** 80°25'46,64" W **Prov:** Tumbes
Altitud: 17 msnm **Dist:** Tumbes

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	0.59	25.08	53.75	13.18	0.33	0.76	1.33	0.20	0.32	0.49	0.79	0.24	97.05
1982	2.35	0.62	0.09	2.04	0.82	0.28	0.93	0.03	0.87	1.24	1.38	61.09	71.75
1983	411.21	376.21	418.99	668.84	582.12	72.70	31.99	0.11	5.71	1.81	2.14	40.23	2612.07
1984	0.17	122.33	55.15	3.67	1.10	1.26	0.60	0.24	0.61	1.66	0.77	0.54	188.10
1985	3.32	1.86	22.58	0.51	0.51	0.22	0.98	0.59	0.11	1.00	0.60	1.02	33.30
1986	48.01	5.21	0.42	66.56	0.85	0.19	0.23	0.06	0.17	0.39	1.09	5.18	128.36
1987	44.67	191.62	230.59	40.15	1.47	0.26	0.68	0.46	0.51	0.22	0.58	0.31	511.52
1988	9.52	23.40	1.39	20.75	0.55	0.47	0.66	0.03	0.25	0.24	1.73	0.77	59.77
1989	47.74	215.92	79.49	16.72	0.41	1.90	0.37	0.74	0.13	1.36	0.69	0.07	365.54
1990	3.19	14.21	8.75	3.85	0.64	0.40	0.39	0.36	0.14	4.50	3.28	0.65	40.35
1991	1.49	51.51	71.38	3.58	20.41	0.35	0.33	0.12	0.16	0.49	1.31	4.38	155.50
1992	33.86	144.60	420.56	263.74	91.91	1.46	0.32	0.22	0.83	1.08	4.12	2.13	964.83
1993	6.77	134.57	81.13	43.51	18.30	0.30	0.56	0.39	0.21	2.62	1.85	5.80	296.00
1994	92.19	41.08	42.06	16.88	1.95	0.61	0.40	0.48	1.00	0.38	1.17	6.93	205.11
1995	52.77	57.21	44.51	1.38	3.63	0.27	2.05	0.41	0.10	1.37	9.18	9.46	182.34
1996	17.12	34.92	12.75	13.02	0.24	0.33	0.64	0.21	0.11	2.29	1.61	0.38	83.63
1997	2.85	27.51	103.23	54.34	21.29	4.32	10.03	0.37	5.52	5.52	191.65	670.45	1097.06
1998	384.03	838.72	484.53	386.95	130.86	1.08	1.26	0.02	0.26	4.78	0.67	7.87	2241.02
1999	5.68	106.35	189.59	76.08	14.08	2.79	2.03	0.11	1.08	2.76	0.52	3.13	404.22
2000	3.82	39.84	47.94	62.34	19.79	4.64	0.37	0.91	0.12	0.15	0.91	1.49	182.33
2001	34.49	52.70	238.09	55.25	2.51	0.36	0.59	0.13	0.51	0.18	6.60	3.77	395.18
2002	1.82	176.82	284.68	132.99	0.29	0.20	0.40	0.10	0.27	2.08	0.50	5.55	605.69
2003	22.09	37.29	16.09	13.71	0.61	0.87	1.54	0.10	0.19	0.31	1.25	33.92	127.96
2004	14.74	26.44	33.36	50.71	6.33	0.47	0.82	0.05	1.82	3.46	0.44	1.29	139.92
2005	4.01	7.18	48.22	29.70	0.21	0.84	0.26	0.11	0.00	1.83	1.99	9.06	103.42
2006	35.50	227.68	45.66	5.06	0.07	0.96	1.80	0.47	0.22	0.23	6.12	3.03	326.81
2007	59.16	1.58	63.01	5.00	4.76	0.11	0.42	1.15	0.07	1.94	2.98	2.09	142.26
2008	118.01	274.57	114.24	24.31	0.49	0.37	0.36	0.04	0.35	0.91	0.89	0.14	534.68
2009	116.49	114.51	18.66	18.45	4.88	0.26	0.41	0.09	0.46	0.29	3.95	2.15	280.61
2010	14.03	158.39	126.04	105.85	0.27	0.56	0.71	0.01	0.31	0.32	3.06	2.84	412.41
2011	17.21	47.55	3.89	35.93	2.02	0.26	3.45	0.03	0.10	0.26	0.76	1.47	112.92
2012	50.71	168.73	88.65	55.30	1.24	1.29	0.59	0.03	0.05	0.37	1.07	1.98	370.00
2013	16.96	35.14	95.28	48.51	4.37	0.56	0.97	0.02	0.14	4.54	0.60	0.77	207.86
2014	21.68	21.08	7.82	3.88	23.81	1.42	0.37	0.10	0.26	5.69	0.55	11.09	97.77
2015	10.86	37.66	226.34	85.56	33.97	1.83	0.39	0.04	0.12	5.12	1.86	2.81	406.56
2016	36.36	280.82	249.11	50.55	0.21	0.87	0.57	0.15	0.89	0.37	0.41	4.67	624.98
Prom	47.47	122.85	111.04	57.30	12.34	1.07	1.29	0.23	0.59	1.99	10.02	33.01	399.20
Max	411.21	838.72	484.53	668.84	582.12	72.70	31.99	1.15	5.71	5.69	191.65	670.45	2612.07
Min	0.17	0.62	0.09	0.51	0.07	0.11	0.23	0.01	0.00	0.15	0.41	0.07	33.30
conteo	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Fuente: PISCO

Estación: CABO INGA Latitud: 3° 58' 33,39" Dpto: Tumbes
Variable: Precipitación Mensual (mm) Longitud: 80° 24' 6,54" Prov: Tumbes
Altitud: 231 msnm Dist: San Jacinto

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	0.28	105.21	119.41	51.64	0.75	1.38	0.00	0.00	0.43	0.60	0.14	1.34	281.18
1982	0.52	2.65	0.13	23.50	0.57	0.15	0.00	0.00	0.26	1.28	5.92	205.21	240.19
1983	986.11	665.98	764.44	1818.17	861.49	277.51	10.22	0.01	6.68	3.54	0.80	2.77	5397.72
1984	0.58	320.00	126.95	5.11	1.59	3.07	0.00	0.02	0.18	0.21	0.01	5.21	462.91
1985	7.87	20.72	137.21	2.67	1.19	1.24	0.00	0.05	0.14	1.63	0.05	3.42	176.18
1986	92.48	43.62	0.20	147.24	1.12	0.12	0.00	0.01	0.18	0.36	4.23	5.11	294.67
1987	202.40	359.67	436.20	112.41	2.79	0.48	1.49	0.21	2.68	0.16	0.15	1.71	1120.35
1988	39.45	26.62	9.87	16.56	1.19	0.38	0.24	0.03	0.47	0.34	2.30	5.93	103.40
1989	112.03	330.80	118.20	52.24	0.92	3.32	0.00	0.06	0.24	1.56	0.26	0.24	619.86
1990	9.47	29.19	25.88	10.26	1.74	1.05	0.13	0.02	0.15	1.94	2.77	2.20	84.82
1991	1.39	94.88	46.91	5.70	17.98	0.69	0.00	0.02	0.10	1.47	0.94	8.14	178.21
1992	66.39	339.06	849.69	443.95	190.61	2.72	0.36	0.03	0.76	1.26	3.79	6.17	1904.79
1993	11.15	261.70	212.85	116.42	57.58	2.15	0.82	0.15	0.47	7.70	0.11	4.14	675.23
1994	129.00	274.61	100.60	38.08	2.85	0.17	0.08	0.02	0.15	0.80	0.15	24.84	571.36
1995	30.05	77.53	51.44	7.34	21.87	0.15	0.84	0.09	0.22	1.15	6.77	13.25	210.70
1996	34.61	67.78	61.61	10.01	0.49	0.26	0.01	0.02	0.11	0.39	0.11	5.68	181.07
1997	14.22	51.99	176.95	128.69	59.85	16.51	1.35	0.60	20.80	5.79	119.12	487.99	1083.87
1998	662.28	1438.60	550.26	715.46	155.19	14.56	1.52	0.00	1.33	3.75	0.13	3.68	3546.77
1999	9.93	206.36	200.26	315.66	61.59	1.74	0.15	0.00	1.59	0.77	0.11	5.19	803.33
2000	5.85	179.54	246.66	179.43	72.80	6.03	0.00	0.00	0.04	0.09	0.08	7.54	698.05
2001	85.18	68.71	489.28	147.08	7.48	0.27	0.05	0.00	0.21	0.12	5.42	10.17	813.97
2002	6.49	334.65	468.70	414.60	4.50	0.83	0.00	0.16	0.34	1.33	0.13	18.17	1249.91
2003	84.52	140.30	39.48	25.65	2.94	3.66	0.20	0.07	0.16	0.18	0.27	15.32	312.74
2004	22.88	147.92	100.97	38.68	5.90	0.15	0.17	0.00	0.37	4.15	0.06	0.39	321.65
2005	1.80	17.39	181.36	13.16	0.14	0.83	0.00	0.05	0.03	0.23	3.11	14.47	232.55
2006	81.42	427.29	229.69	7.10	0.35	0.67	0.50	0.08	0.14	0.17	5.21	6.46	759.07
2007	126.16	9.11	257.55	82.19	0.45	0.30	0.00	0.08	0.14	0.26	0.42	6.47	483.13
2008	179.93	583.16	305.54	85.26	19.71	1.60	0.90	0.01	0.22	2.36	1.20	0.36	1180.26
2009	423.12	309.08	253.54	25.66	3.47	0.46	0.00	0.09	0.26	0.18	1.81	9.84	1027.50
2010	113.80	297.47	417.68	232.15	6.24	1.33	0.46	0.01	0.24	0.35	0.49	4.93	1075.15
2011	25.48	66.23	5.75	138.74	1.44	1.10	4.89	0.00	0.15	1.06	2.14	13.71	260.69
2012	154.60	520.83	477.14	350.66	54.60	2.48	0.18	0.01	0.06	0.90	2.99	4.89	1569.35
2013	42.28	64.65	238.45	31.44	14.44	0.20	0.03	0.07	0.09	4.27	0.00	2.89	398.81
2014	52.30	76.93	15.15	8.24	49.89	15.05	0.21	0.07	0.30	6.26	0.00	15.65	240.05
2015	24.99	115.75	489.38	212.61	92.59	4.51	0.93	0.02	0.11	8.18	3.11	13.34	965.53
2016	71.34	381.91	322.81	198.92	0.49	12.61	0.26	0.10	0.22	0.66	0.00	9.05	998.40
Prom	108.68	234.94	236.89	172.57	49.41	10.55	0.72	0.06	1.11	1.82	4.84	26.27	847.87
Max	986.11	1438.60	849.69	1818.17	861.49	277.51	10.22	0.60	20.80	8.18	119.12	487.99	5397.72
Min	0.28	2.65	0.13	2.67	0.14	0.12	0.00	0.00	0.03	0.09	0.00	0.24	84.82
conteo	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Fuente: PISCO

Estación: RICA PLAYA **Latitud:** 3° 48' 42,84" **Dpto:** Tumbes
Variable: Precipitación Mensual (mm) **Longitud:** 80° 30' 19,65" **Prov:** Tumbes
Altitud: 68 msnm **Dist:** San Jacinto

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	0.01	49.81	59.21	23.19	0.22	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	132.89
1982	1.07	0.82	0.00	14.28	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	2.58	48.54	67.77
1983	529.01	358.36	384.07	848.04	493.13	102.26	6.41	0.00	2.13	0.86	0.06	4.05	2728.37
1984	0.18	147.78	71.83	2.67	1.19	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	225.89
1985	3.70	9.76	96.97	1.08	0.93	0.39	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00	0.70	113.80
1986	40.66	22.82	0.03	54.15	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	0.85	121.41
1987	100.70	176.98	241.77	60.34	2.92	0.04	0.51	0.14	0.45	0.00	0.00	0.11	583.95
1988	17.14	15.59	5.64	10.52	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04	1.24	51.70
1989	60.70	182.79	83.12	24.17	0.34	1.46	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00	353.03
1990	5.28	16.33	16.69	4.91	0.98	0.38	0.00	0.00	0.00	0.59	1.11	0.75	47.00
1991	1.01	40.08	50.24	2.42	10.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.28	2.04	106.73
1992	33.68	181.21	517.40	242.14	116.70	0.99	0.11	0.00	0.00	0.00	1.34	1.54	1095.12
1993	9.06	154.34	120.64	52.48	20.11	1.46	0.34	0.00	0.00	2.60	0.00	0.74	361.76
1994	91.68	90.45	59.85	19.40	2.17	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	10.02	273.60
1995	17.52	46.94	26.31	3.87	7.06	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	2.14	8.00	112.10
1996	11.88	21.55	27.17	6.77	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.02	0.56	68.50
1997	7.44	23.12	100.09	61.35	20.36	8.81	1.45	0.00	8.83	2.46	56.10	243.36	533.37
1998	453.79	624.96	474.80	306.87	87.16	5.20	0.40	0.00	0.69	1.18	0.00	1.34	1956.39
1999	9.27	89.05	111.77	154.25	28.11	0.75	0.11	0.00	0.31	0.00	0.00	1.14	394.76
2000	1.50	73.94	93.62	95.44	45.30	3.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.77	316.02
2001	58.57	48.49	305.54	60.83	4.69	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	2.25	2.68	483.11
2002	8.87	168.86	331.83	189.73	1.88	0.00	0.00	0.15	0.22	0.35	0.00	4.58	706.48
2003	34.98	47.04	22.95	15.62	1.28	1.02	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	8.94	132.22
2004	8.88	71.68	44.21	28.65	4.22	0.00	0.32	0.00	0.23	1.34	0.00	0.00	159.52
2005	1.84	8.88	82.29	8.24	0.06	0.29	0.00	0.00	0.00	0.16	0.96	2.26	104.98
2006	36.68	230.43	100.19	4.55	0.14	0.50	0.21	0.00	0.00	0.00	1.59	1.93	376.22
2007	70.01	3.41	129.14	27.16	1.10	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.56	0.91	232.47
2008	117.10	281.44	168.73	21.61	3.48	0.74	0.45	0.00	0.00	0.93	0.33	0.00	594.81
2009	203.23	132.98	91.84	19.38	2.49	0.69	0.00	0.00	0.33	0.00	2.47	2.95	456.37
2010	46.16	137.36	198.13	103.32	2.22	0.55	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	1.57	489.57
2011	13.83	49.35	2.30	95.48	0.89	0.34	4.18	0.00	0.00	0.03	0.46	3.08	169.94
2012	79.66	193.39	237.26	110.52	17.69	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.46	641.79
2013	24.39	33.29	168.20	10.19	7.39	0.17	0.05	0.00	0.00	1.38	0.00	0.50	245.55
2014	28.57	36.05	9.89	5.22	30.43	5.22	0.00	0.00	0.00	2.25	0.00	2.51	120.14
2015	13.86	54.33	309.05	116.28	53.10	2.48	0.43	0.00	0.00	1.96	1.26	5.61	558.36
2016	30.03	176.80	222.84	103.39	0.12	3.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.27	539.00
Prom	60.33	111.12	137.93	80.79	26.96	4.01	0.44	0.01	0.37	0.48	2.16	10.25	434.85
Max	529.01	624.96	517.40	848.04	493.13	102.26	6.41	0.18	8.83	2.60	56.10	243.36	2728.37
Min	0.01	0.82	0.00	1.08	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	47.00
conteo	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Fuente: PISCO

Estación: PUERTO PIZARRO **Latitud:** 3°30'13,67" S **Dpto:** Tumbes

Variable: Precipitación Mensual (mm) **Longitud:** 80°23'42,14" W **Prov:** Tumbes

Altitud: 6 msnm **Dist:** Tumbes

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	1.03	18.96	73.03	19.08	0.35	1.02	1.64	0.35	0.38	0.69	0.55	0.49	117.57
1982	1.74	0.83	0.33	2.02	0.83	0.45	1.04	0.06	1.18	1.11	1.09	81.25	91.91
1983	380.47	348.51	569.09	825.73	594.66	98.69	31.33	0.10	5.48	1.93	1.63	31.41	2889.03
1984	0.37	138.17	83.12	4.90	1.77	1.37	0.58	0.21	0.55	1.08	0.42	1.01	233.57
1985	3.82	1.48	9.81	0.81	0.50	0.46	0.77	0.40	0.14	0.92	0.29	1.31	20.71
1986	45.40	2.01	0.62	81.32	0.98	0.34	0.29	0.10	0.24	0.44	0.73	4.80	137.28
1987	54.52	165.63	249.21	34.02	1.82	0.51	0.87	0.38	0.81	0.33	0.24	0.57	508.91
1988	10.26	10.18	1.55	19.23	0.61	0.76	0.66	0.06	0.33	0.29	0.96	1.10	46.00
1989	32.67	165.59	65.51	14.15	0.83	2.67	0.49	0.54	0.20	1.73	0.31	0.19	284.87
1990	2.75	12.11	8.50	3.56	0.68	0.69	0.57	0.40	0.18	2.36	2.61	0.76	35.18
1991	1.87	51.01	85.57	3.87	23.03	0.61	0.40	0.05	0.22	0.64	0.73	4.02	172.02
1992	31.06	154.73	469.77	176.91	110.05	1.99	0.43	0.43	0.72	1.44	3.14	3.21	953.88
1993	7.30	138.01	124.25	54.06	17.86	0.88	0.88	0.65	0.36	2.03	1.61	2.99	350.89
1994	63.95	55.05	45.74	15.59	1.83	0.80	0.44	0.31	0.74	0.43	0.86	9.32	195.06
1995	62.71	59.29	56.19	1.44	3.41	0.71	2.27	0.57	0.16	1.60	6.80	14.07	209.23
1996	22.26	43.06	18.24	5.77	0.41	0.57	0.71	0.21	0.19	2.04	1.43	0.72	95.61
1997	6.02	28.79	138.89	62.52	17.32	5.79	5.50	0.33	7.24	5.41	167.55	569.82	1015.19
1998	330.99	811.68	611.59	499.19	126.68	1.61	1.31	0.05	0.40	5.46	0.40	9.22	2398.57
1999	4.64	163.67	215.20	106.29	16.28	3.55	2.28	0.31	1.48	2.54	0.21	3.87	520.32
2000	3.40	40.73	73.86	56.60	22.83	7.21	0.49	0.88	0.12	0.16	0.53	2.00	208.81
2001	47.98	56.58	283.55	69.44	3.11	0.59	0.66	0.13	0.50	0.26	5.67	4.96	473.43
2002	2.21	160.61	371.83	169.60	0.78	0.43	0.52	0.21	0.26	2.87	0.40	7.52	717.24
2003	28.70	44.75	21.37	15.95	0.75	1.31	1.56	0.15	0.17	0.50	0.55	39.37	155.12
2004	15.22	29.81	43.51	50.37	7.84	0.81	1.08	0.16	1.95	3.10	0.31	1.84	156.00
2005	3.26	6.95	67.14	31.52	0.56	0.94	0.29	0.24	0.00	1.52	1.07	11.75	125.25
2006	43.31	192.87	65.29	7.94	0.17	1.45	1.33	0.65	0.46	0.31	5.41	4.06	323.26
2007	60.22	2.19	90.87	7.83	4.22	0.29	0.50	1.33	0.09	2.00	1.40	2.26	173.20
2008	108.87	261.10	147.96	37.65	0.94	0.74	0.47	0.11	0.31	0.91	0.85	0.33	560.26
2009	134.17	119.87	37.55	19.84	4.76	0.51	0.52	0.13	0.35	0.40	2.52	3.71	324.31
2010	19.70	155.46	145.35	126.58	0.47	0.85	1.19	0.05	0.56	0.66	2.43	3.04	456.34
2011	23.26	54.12	5.34	48.40	2.21	0.72	2.66	0.02	0.13	0.34	0.46	2.37	140.04
2012	63.83	175.05	132.30	91.36	1.42	1.47	0.46	0.03	0.05	0.38	1.07	2.24	469.64
2013	18.44	33.96	138.54	50.28	6.00	0.78	0.94	0.08	0.21	5.71	0.40	1.09	256.44
2014	22.10	30.00	8.04	4.74	36.60	1.76	0.44	0.12	0.34	5.26	0.46	14.74	124.59
2015	10.29	41.97	294.21	76.42	47.43	2.33	0.51	0.08	0.14	5.75	1.47	3.61	484.21
2016	40.47	284.54	229.64	64.38	0.60	1.26	0.88	0.13	1.41	0.40	0.20	6.29	630.20
Prom	47.64	124.59	140.27	69.74	13.52	1.56	1.16	0.29	0.73	2.09	8.50	30.05	440.13
Max	380.47	811.68	611.59	825.73	594.66	98.69	31.33	1.33	7.24	5.75	167.55	569.82	2889.03
Min	0.37	0.83	0.33	0.81	0.17	0.29	0.29	0.02	0.00	0.16	0.20	0.19	20.71
conteo	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Fuente: PISCO

Estación: CEDROS **Latitud:** 3°38'1" S **Dpto:** Tumbes
Variable: Precipitación Mensual (mm) **Longitud:** 80°32'1" W **Prov:** Tumbes
Altitud: 74 msnm **Dist:** Corrales

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	0.26	119.74	68.85	6.85	0.49	0.43	0.60	0.14	0.09	0.04	0.00	0.11	197.60
1982	4.31	0.18	0.00	7.91	0.31	0.00	0.20	0.05	0.45	0.63	3.15	46.64	63.83
1983	362.08	279.57	310.64	437.82	318.40	37.50	17.41	0.35	4.07	1.12	0.22	30.95	1800.11
1984	0.20	106.41	49.40	2.33	0.79	0.42	0.14	0.16	0.27	0.45	0.00	0.99	161.57
1985	3.58	5.17	45.87	0.39	0.74	0.08	0.24	0.36	0.04	0.55	0.00	0.60	57.61
1986	40.86	12.59	0.12	38.30	0.52	0.00	0.07	0.07	0.06	0.22	1.46	2.35	96.62
1987	59.89	139.97	187.98	27.81	1.95	0.01	0.65	0.75	0.69	0.00	0.00	0.12	419.81
1988	14.80	13.34	2.95	9.12	0.34	0.00	0.24	0.06	0.19	0.00	0.93	0.97	42.92
1989	48.66	124.26	59.36	12.60	0.31	0.91	0.06	0.48	0.09	0.78	0.00	0.00	247.52
1990	3.79	16.84	10.54	2.03	0.39	0.15	0.11	0.33	0.09	2.08	1.34	0.80	38.50
1991	0.97	36.10	63.52	1.61	8.86	0.00	0.02	0.05	0.05	0.28	0.35	2.78	114.59
1992	31.04	120.56	418.34	184.39	58.52	0.94	0.15	0.31	0.35	0.09	1.08	0.84	816.61
1993	8.42	109.95	64.64	26.44	12.81	0.11	0.21	0.39	0.09	3.29	0.00	2.64	229.00
1994	93.05	48.63	29.22	6.95	1.24	0.00	0.24	0.13	0.41	0.15	0.00	6.97	186.99
1995	30.02	40.92	28.21	0.96	7.06	0.00	0.73	0.76	0.04	1.13	5.15	7.43	122.41
1996	12.92	25.02	4.19	10.59	0.14	0.19	0.08	0.64	0.05	2.35	0.84	0.19	57.22
1997	1.83	14.48	70.39	46.59	26.23	2.18	4.92	0.25	5.43	4.70	65.69	354.73	597.43
1998	429.61	538.66	419.89	194.54	81.50	1.37	0.89	0.04	0.16	1.54	0.00	1.88	1670.08
1999	11.43	67.96	138.04	68.82	17.93	1.04	1.09	0.16	0.49	1.58	0.00	2.35	310.88
2000	3.02	39.45	50.23	50.93	35.54	2.37	0.16	0.70	0.69	0.00	0.00	1.02	184.11
2001	26.44	35.21	226.04	31.56	4.18	0.06	0.62	0.44	0.60	0.00	2.60	1.99	329.74
Prom	68.53	102.25	114.54	48.60	20.74	0.81	0.99	0.39	0.88	1.64	8.25	42.13	409.76
Max	429.61	538.66	419.89	437.82	318.40	37.50	17.41	0.76	5.43	4.70	65.69	354.73	1800.11
Min	0.20	0.18	0.00	0.39	0.14	0.00	0.02	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	38.50
conteo	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00	

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Fuente: PISCO

Estación: CONDOR FLORES **Latitud:** 3°53'24,09" S **Dpto:** Tumbes
Variable: Precipitación Mensual (mm) **Longitud:** 80°8'22,73" W **Prov:** Zarumilla
Altitud: 384 msnm **Dist:** Matapalo

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	4.77	62.62	167.47	93.04	1.93	1.97	0.92	1.15	0.42	1.96	7.08	6.52	349.85
1982	6.56	5.94	1.61	35.83	2.41	0.60	0.70	0.60	1.23	3.01	38.00	396.51	492.98
1983	801.31	366.03	695.96	2046.94	674.50	114.46	21.62	0.68	4.09	5.76	10.32	26.53	4768.20
1984	9.89	341.94	169.87	38.79	4.92	2.76	0.82	0.88	0.69	1.77	8.88	9.17	590.41
1985	22.23	20.26	49.38	13.04	3.03	1.01	0.58	1.39	0.25	1.97	4.22	11.35	128.71
1986	128.72	63.54	3.94	331.40	3.59	0.38	0.53	0.90	0.50	1.15	12.12	21.59	568.35
1987	245.98	257.72	390.34	186.98	7.13	0.96	2.03	1.19	1.34	1.39	7.97	5.14	1108.17
1988	53.20	27.84	6.53	58.36	3.47	0.93	0.82	0.77	0.74	0.93	10.49	8.46	172.53
1989	155.78	198.45	144.96	96.04	2.52	4.39	0.57	0.93	0.48	4.55	4.60	2.19	615.46
1990	16.08	31.05	32.61	33.74	3.57	1.50	0.64	0.80	0.31	2.14	18.69	10.66	151.77
1991	12.00	99.42	114.20	30.53	31.09	1.20	0.47	0.58	0.34	1.31	6.01	12.25	309.41
1992	72.91	230.40	705.23	540.66	164.53	3.64	0.85	1.35	1.07	2.18	16.78	17.00	1756.60
1993	31.09	228.98	293.05	327.54	49.97	2.77	1.41	1.45	0.83	4.34	9.07	17.51	967.99
1994	160.93	208.29	107.58	140.00	8.45	0.94	0.80	0.87	0.67	0.86	5.97	35.93	671.30
1995	108.71	99.97	82.68	23.74	10.86	0.66	1.82	1.00	0.60	1.75	17.86	36.74	386.38
1996	76.71	97.11	79.79	31.63	2.01	1.30	0.80	1.10	0.44	2.18	6.83	8.55	308.46
1997	39.36	58.06	198.87	285.49	29.49	9.99	2.43	1.46	9.04	8.36	559.29	684.75	1886.58
Prom	83.36	138.48	152.40	161.68	20.16	3.13	1.45	1.18	2.31	3.50	119.80	156.70	844.14
Max	801.31	366.03	705.23	2046.94	674.50	114.46	21.62	1.46	9.04	8.36	559.29	684.75	4768.20
Min	4.77	5.94	1.61	13.04	1.93	0.38	0.47	0.58	0.25	0.86	4.22	2.19	128.71
conteo	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00

REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

Fuente: PISCO

Estación: QBA ANGOSTURA

Latitud: 3°46'1" S

Dpto: Tumbes

Variable: Precipitación Mensual (mm)

Longitud: 80°24'1" W

Prov: Tumbes

Altitud: 89 msnm

Dist: Pampa de Hospital

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	0.36	65.46	67.09	14.82	0.38	0.82	0.57	0.03	0.12	0.19	0.64	0.68	151.16
1982	1.12	1.49	0.12	6.92	0.47	0.20	0.32	0.00	0.34	1.03	6.30	88.10	106.41
1983	622.59	447.11	407.54	577.18	576.06	152.03	20.50	0.08	3.88	2.05	1.55	6.21	2816.79
1984	0.46	214.71	70.66	1.92	1.69	2.00	0.38	0.06	0.21	0.31	0.71	2.44	295.54
1985	7.08	12.11	76.86	0.61	0.89	0.91	0.37	0.16	0.01	1.10	0.45	1.86	102.42
1986	59.22	27.76	0.14	40.77	1.06	0.16	0.24	0.02	0.07	0.27	4.78	3.90	138.39
1987	121.58	178.32	246.16	37.24	2.04	0.44	1.65	0.88	1.05	0.06	0.36	0.84	590.63
1988	18.21	23.92	5.55	6.61	0.64	0.40	0.63	0.09	0.27	0.13	3.17	3.21	62.83
1989	83.98	258.29	83.29	17.94	0.75	2.64	0.32	0.26	0.11	1.23	0.56	0.00	449.37
1990	7.25	21.91	18.12	3.41	1.51	0.92	0.52	0.11	0.05	1.59	3.78	0.94	60.11
1991	1.48	56.41	52.78	1.67	15.36	0.28	0.21	0.02	0.05	0.74	1.67	5.79	136.45
1992	40.35	189.56	458.95	148.32	131.58	2.00	0.89	0.13	0.50	0.67	5.36	3.22	981.52
1993	13.15	174.13	123.18	36.93	22.39	1.56	1.43	0.61	0.26	5.09	0.85	3.11	382.68
1994	105.22	92.99	61.50	14.05	1.72	0.34	0.74	0.11	0.29	0.51	0.82	13.99	292.29
1995	50.32	56.47	37.55	1.39	11.72	0.22	1.33	0.50	0.02	0.67	9.44	12.50	182.13
1996	28.66	30.54	21.89	8.74	0.40	0.46	0.42	0.17	0.05	1.24	1.48	1.60	95.65
1997	9.45	29.41	85.96	52.85	26.97	9.57	5.77	0.36	12.31	5.00	167.26	421.48	826.40
Prom	41.36	76.71	66.02	22.79	12.64	2.43	1.94	0.35	2.59	2.50	35.97	90.53	355.83
Max	622.59	447.11	458.95	577.18	576.06	152.03	20.50	0.88	12.31	5.09	167.26	421.48	2816.79
Min	0.36	1.49	0.12	0.61	0.38	0.16	0.21	0.00	0.01	0.06	0.36	0.00	60.11
conteo	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00

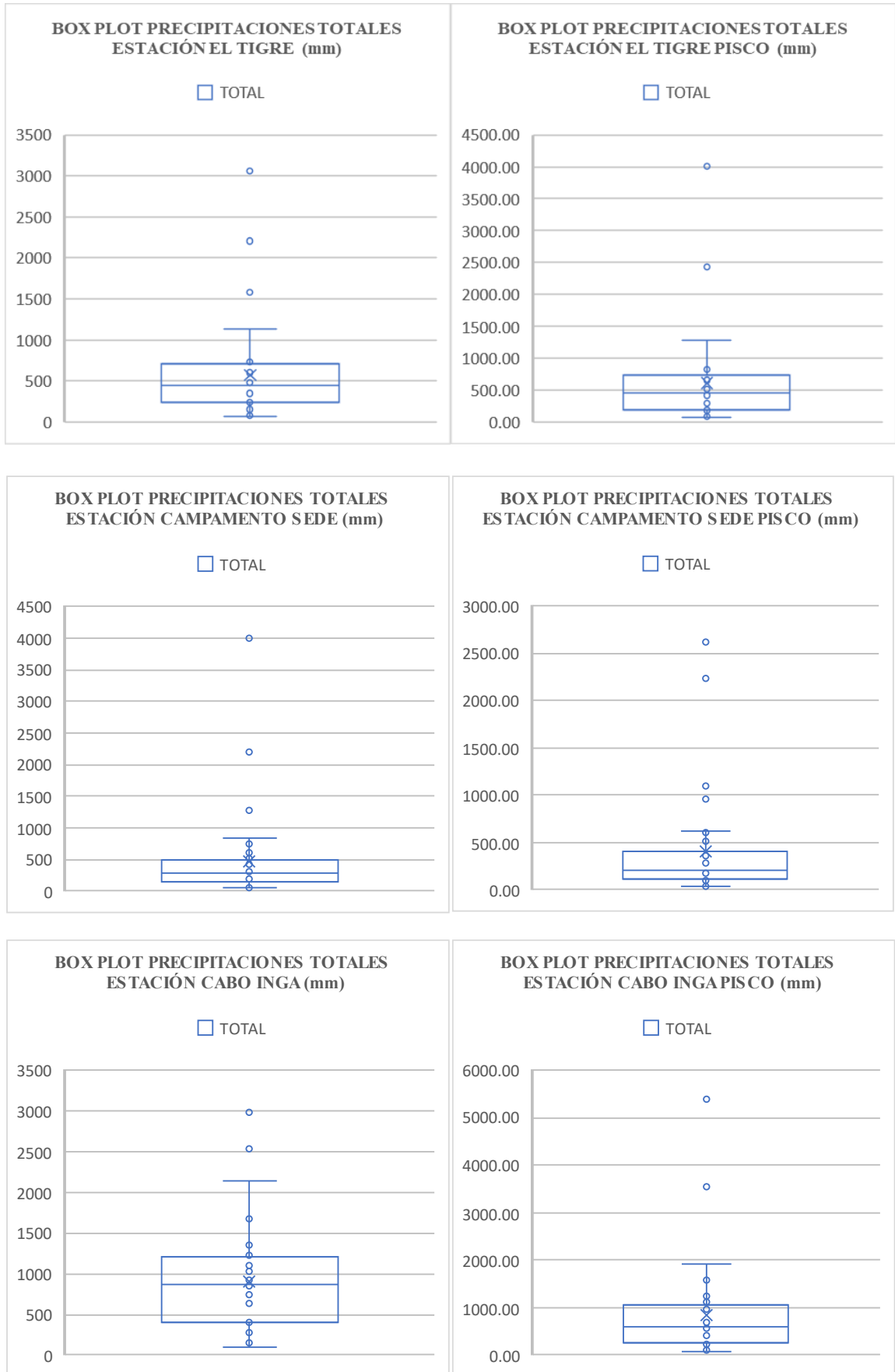
REGISTRO DE PRECIPITACION MENSUAL (mm)

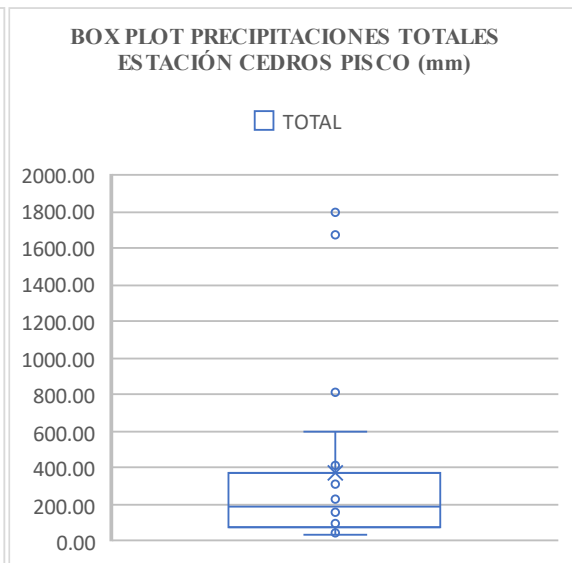
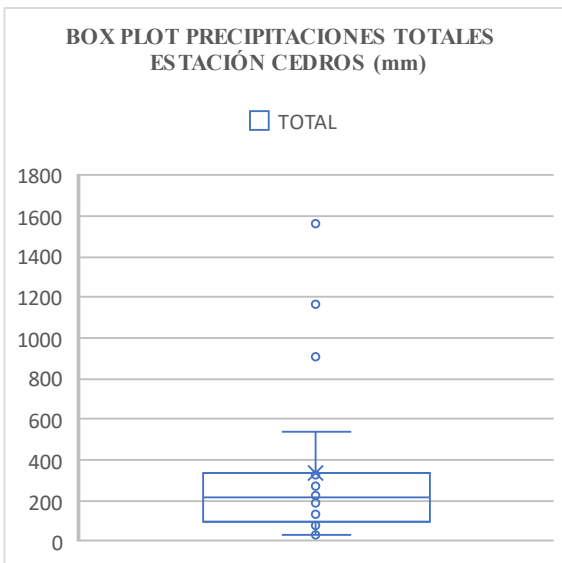
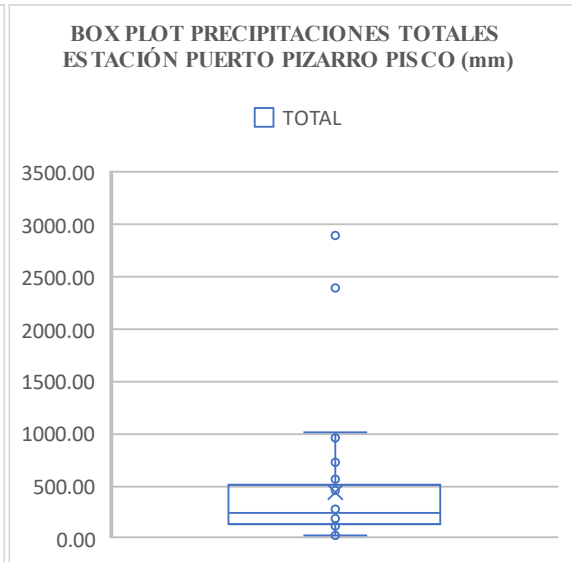
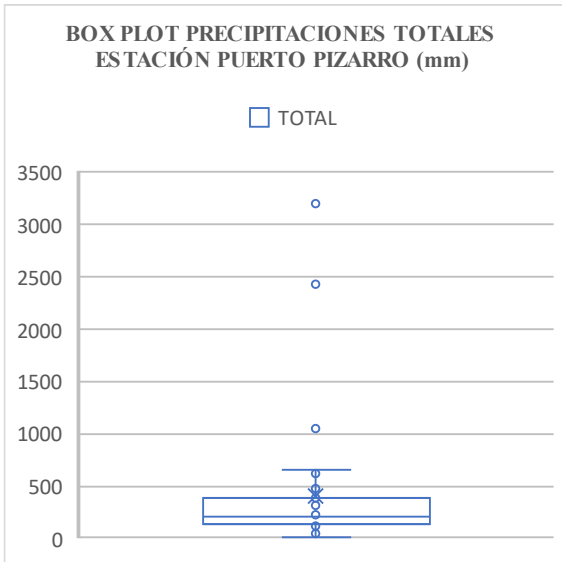
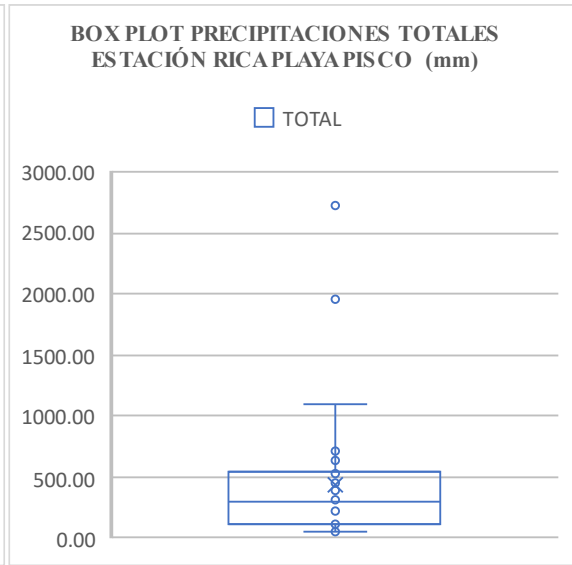
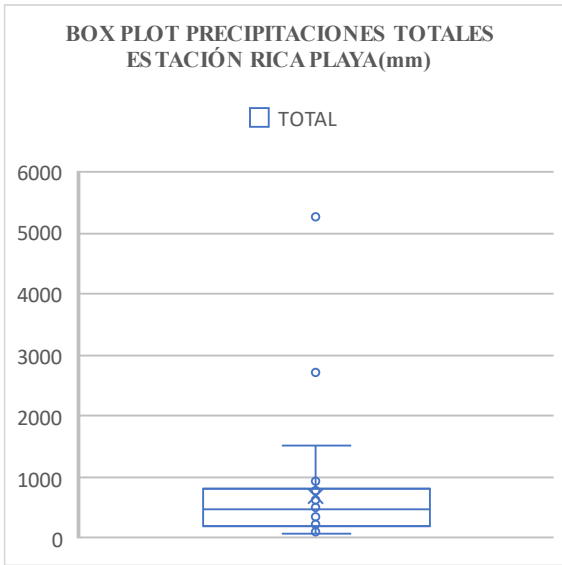
Fuente: PISCO

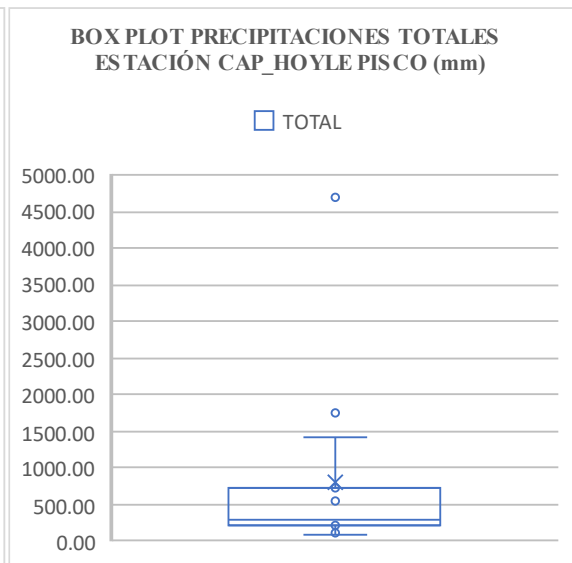
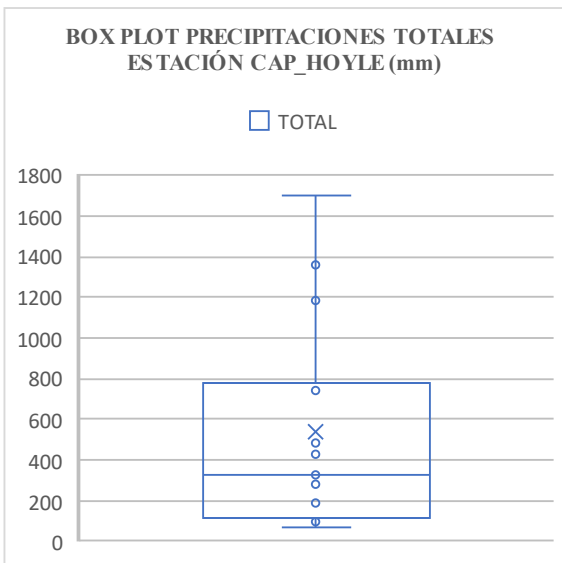
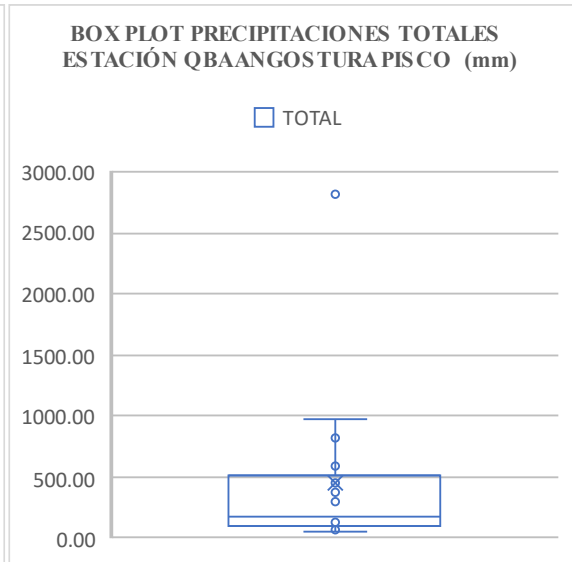
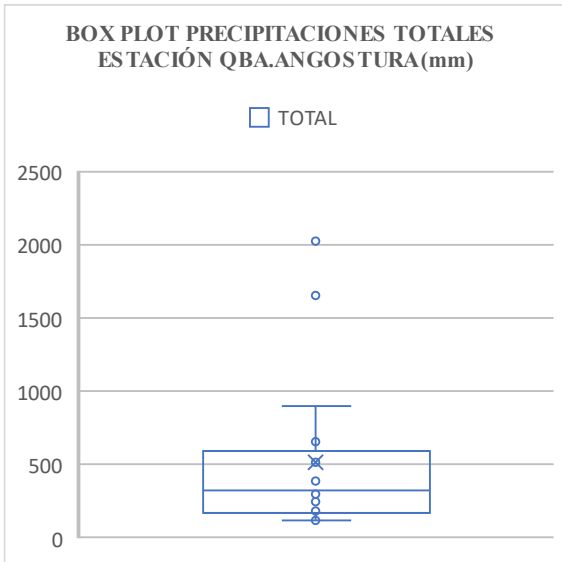
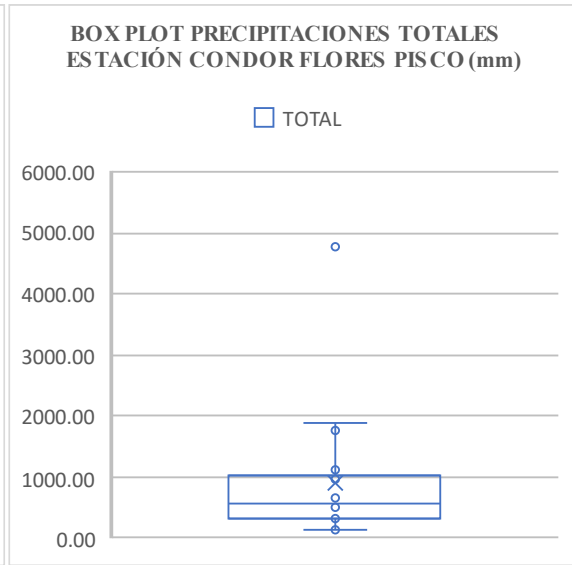
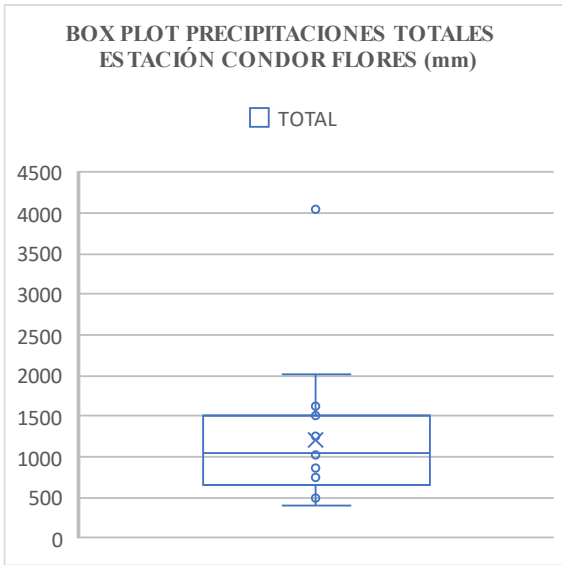
Estación: CAP HOYLE Latitud: 4°41" S Dpto: Tumbes
 Variable: Precipitación Mensual (mm) Longitud: 80°29'1" W Prov: Tumbes
 Altitud: 235 msnm Dist: San Jacinto

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1981	0.99	96.98	164.21	28.25	0.41	1.07	0.00	0.09	0.57	1.19	0.30	1.91	295.97
1982	1.88	4.00	0.65	16.54	0.30	0.08	0.00	0.10	0.68	2.18	6.42	222.63	255.46
1983	997.34	702.05	1003.25	1162.67	607.85	204.89	6.24	0.13	4.80	4.73	0.79	6.63	4701.35
1984	2.64	347.25	192.40	6.98	0.95	2.11	0.00	0.16	0.37	0.77	0.31	4.91	558.85
1985	9.06	27.24	134.73	1.81	0.96	0.73	0.00	0.25	0.34	1.94	0.16	4.10	181.32
1986	104.84	60.48	1.21	103.44	0.67	0.05	0.00	0.13	0.35	0.99	3.42	6.91	282.50
1987	239.71	496.34	569.51	109.03	2.20	0.34	0.89	0.24	2.11	0.84	0.50	1.96	1423.66
1988	40.70	28.45	8.97	14.69	1.29	0.20	0.12	0.15	0.64	0.62	2.18	4.70	102.71
1989	134.64	309.32	164.45	35.41	0.55	2.40	0.00	0.17	0.40	2.20	0.37	0.41	650.31
1990	9.78	31.93	36.88	7.52	0.95	0.66	0.05	0.11	0.33	2.21	3.12	4.33	97.88
1991	3.72	111.53	77.56	5.71	7.34	0.52	0.00	0.14	0.29	1.45	0.82	6.22	215.28
1992	65.48	313.22	940.79	309.91	118.46	2.19	0.20	0.15	0.86	1.48	2.60	6.24	1761.59
1993	15.38	299.41	286.05	90.87	25.58	2.11	0.47	0.30	0.60	5.43	0.24	5.92	732.37
1994	140.39	339.03	120.26	25.98	2.56	0.09	0.07	0.15	0.35	1.02	0.28	24.67	654.85
1995	33.90	121.19	57.28	11.26	6.04	0.07	0.47	0.15	0.50	1.25	4.04	16.26	252.42
Prom	63.23	253.21	154.53	42.71	11.39	0.76	0.34	0.20	0.49	2.57	1.52	15.62	546.55
Max	997.34	702.05	1003.25	1162.67	607.85	204.89	6.24	0.30	4.80	5.43	6.42	222.63	4701.35
Min	0.99	4.00	0.65	1.81	0.30	0.05	0.00	0.09	0.29	0.62	0.16	0.41	97.88
conteo	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	

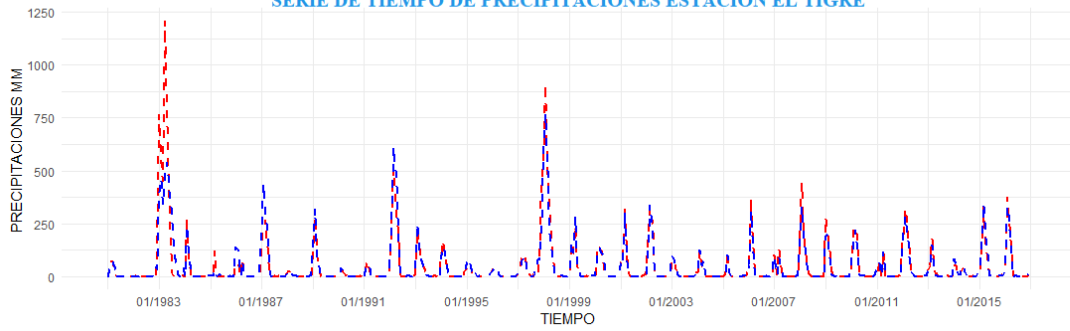
10.4. Anexo D: Box Plot – Histogramas - Correlación







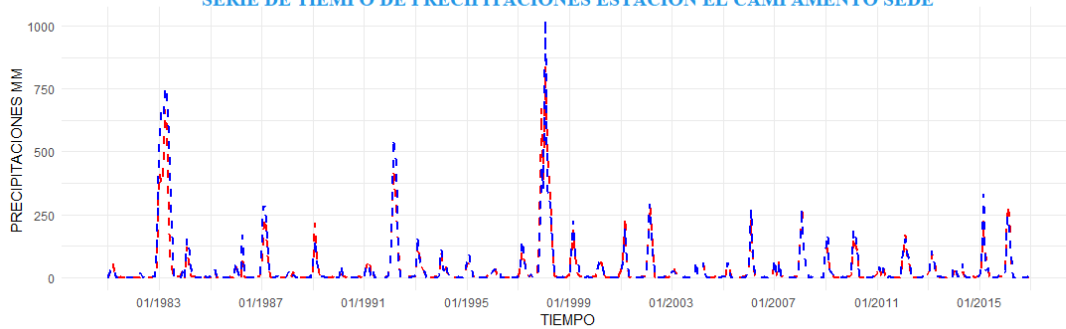
SERIE DE TIEMPO DE PRECIPITACIONES ESTACIÓN EL TIGRE



Estacion
- - PISCO
- - SENAMHI

COMPROBACIÓN DEL PRODUCTO GRILLADO PISCO DE PRECIPITACIÓN V2,1 CON LA DATA OBSERVADA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA TUMBES. (1981-2016)

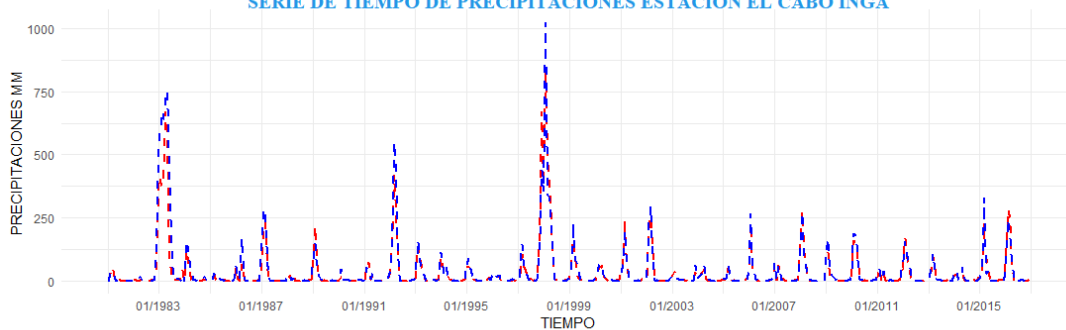
SERIE DE TIEMPO DE PRECIPITACIONES ESTACIÓN EL CAMPAMENTO SEDE



Estacion
- - PISCO
- - SENAMHI

COMPROBACIÓN DEL PRODUCTO GRILLADO PISCO DE PRECIPITACIÓN V2,1 CON LA DATA OBSERVADA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA TUMBES. (1981-2016)

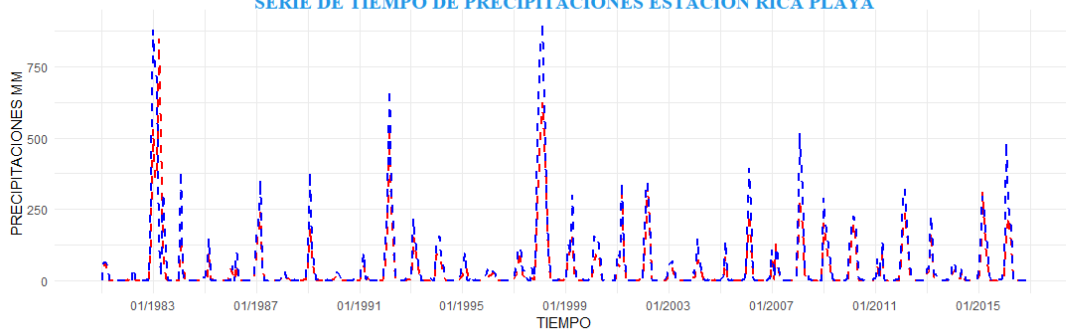
SERIE DE TIEMPO DE PRECIPITACIONES ESTACIÓN EL CABO INGA



Estacion
- - PISCO
- - SENAMHI

COMPROBACIÓN DEL PRODUCTO GRILLADO PISCO DE PRECIPITACIÓN V2,1 CON LA DATA OBSERVADA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA TUMBES. (1981-2016)

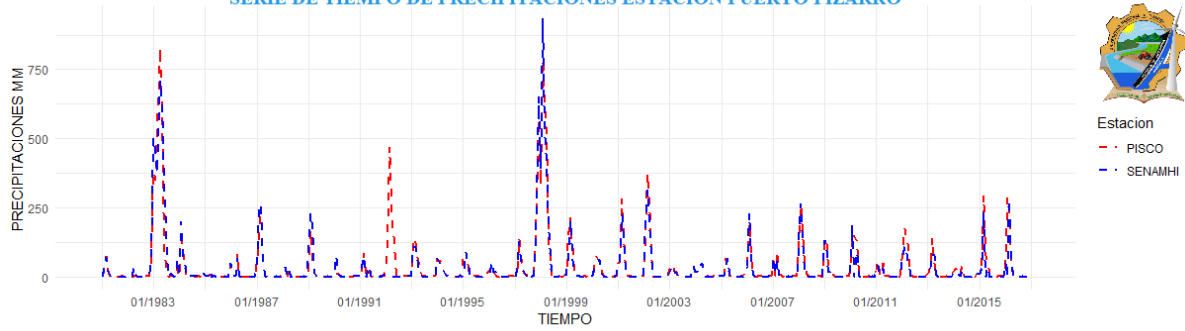
SERIE DE TIEMPO DE PRECIPITACIONES ESTACIÓN RICA PLAYA



Estacion
- - PISCO
- - SENAMHI

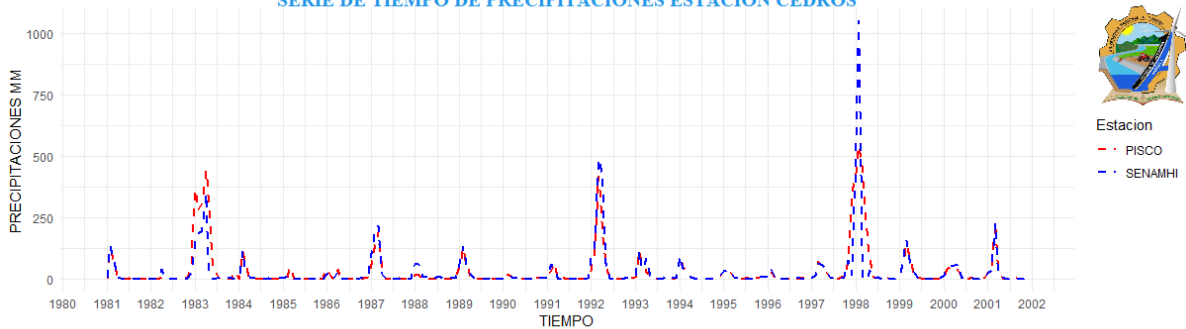
COMPROBACIÓN DEL PRODUCTO GRILLADO PISCO DE PRECIPITACIÓN V2,1 CON LA DATA OBSERVADA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA TUMBES. (1981-2016)

SERIE DE TIEMPO DE PRECIPITACIONES ESTACIÓN PUERTO PIZARRO



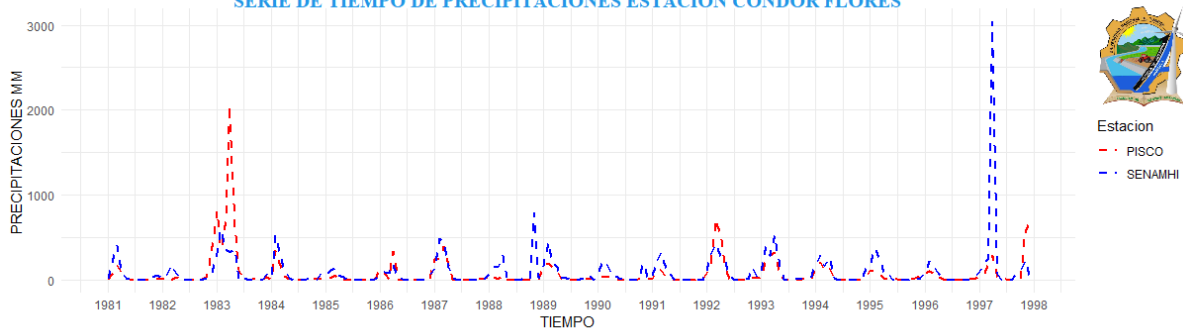
COMPROBACIÓN DEL PRODUCTO GRILLADO PISCO DE PRECIPITACIÓN V2,1 CON LA DATA OBSERVADA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA TUMBES.(1981-2016)

SERIE DE TIEMPO DE PRECIPITACIONES ESTACIÓN CEDROS



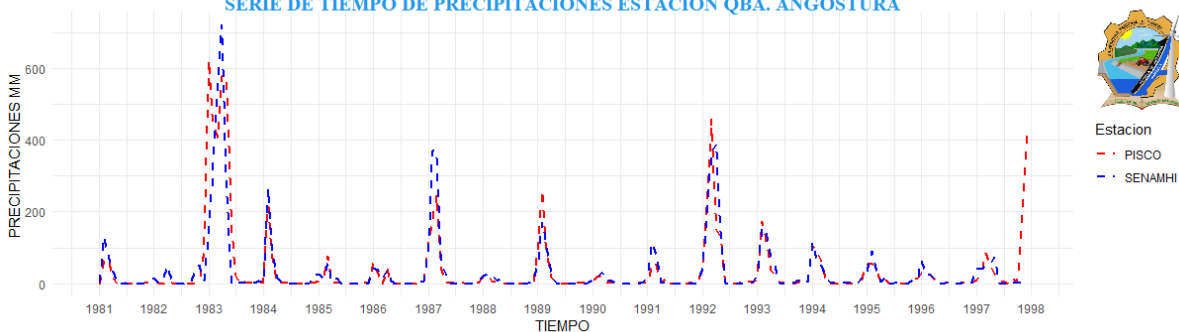
COMPROBACIÓN DEL PRODUCTO GRILLADO PISCO DE PRECIPITACIÓN V2,1 CON LA DATA OBSERVADA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA TUMBES.(1981-2016)

SERIE DE TIEMPO DE PRECIPITACIONES ESTACIÓN CONDOR FLORES

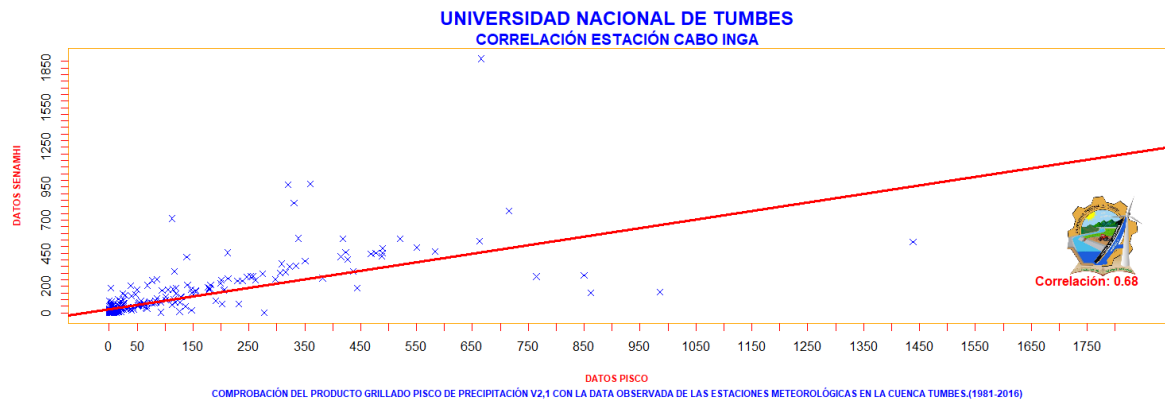
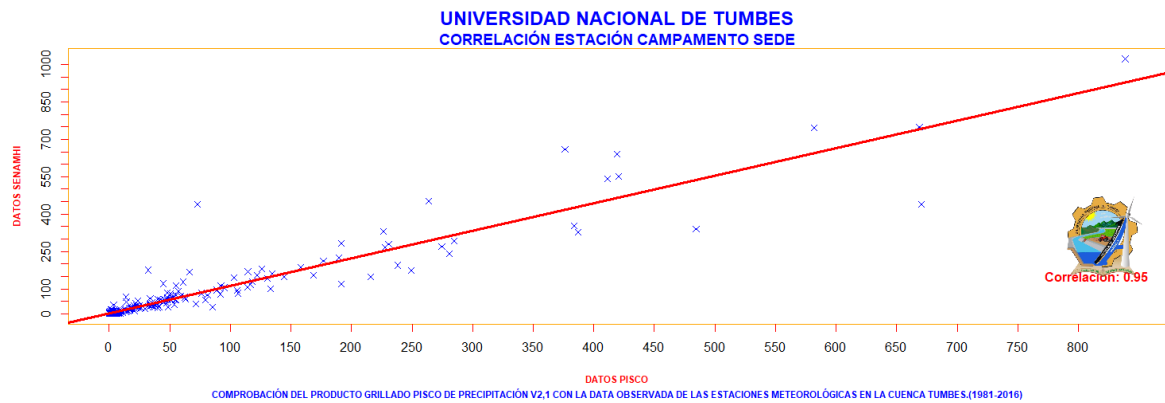
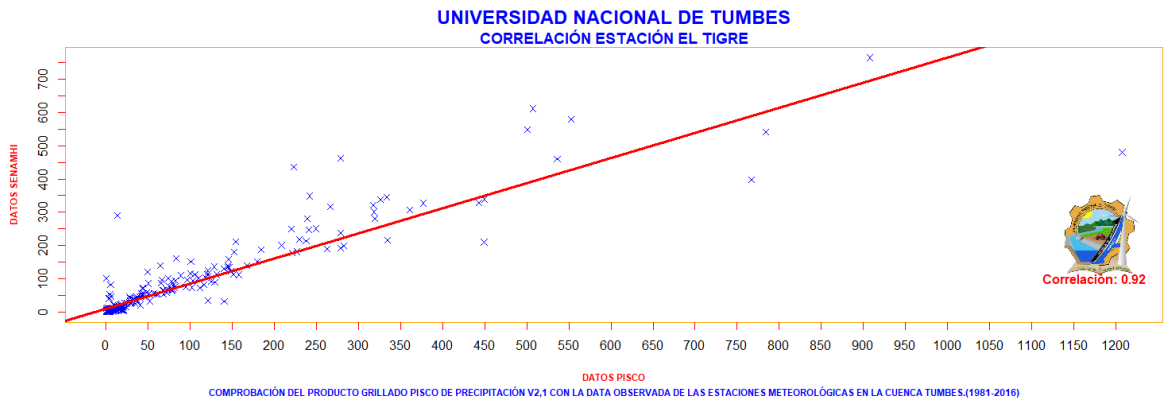
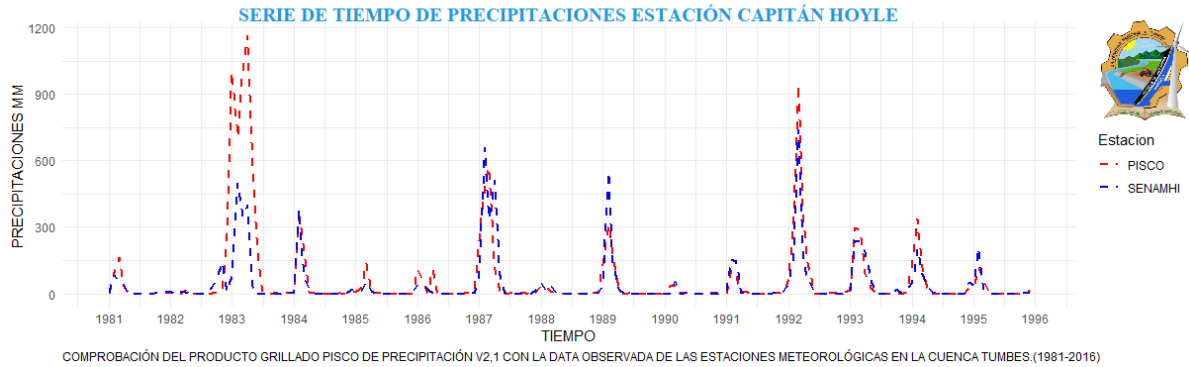


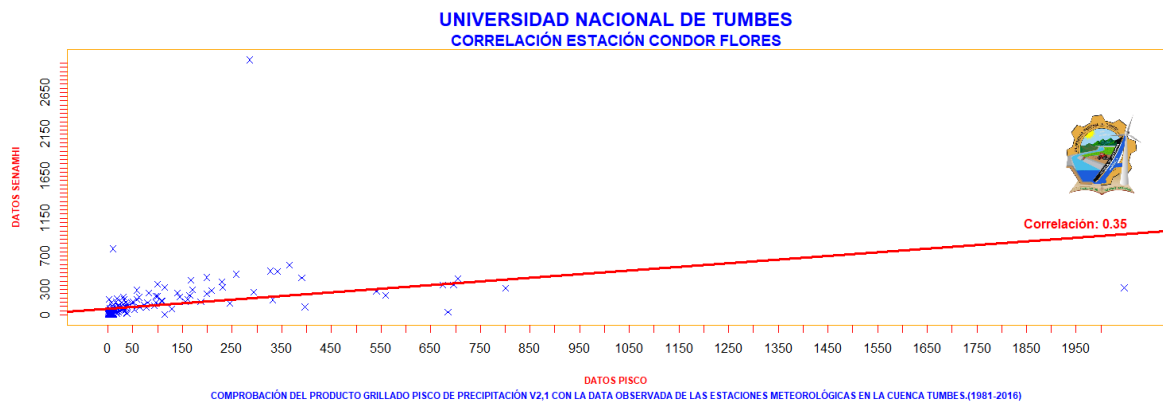
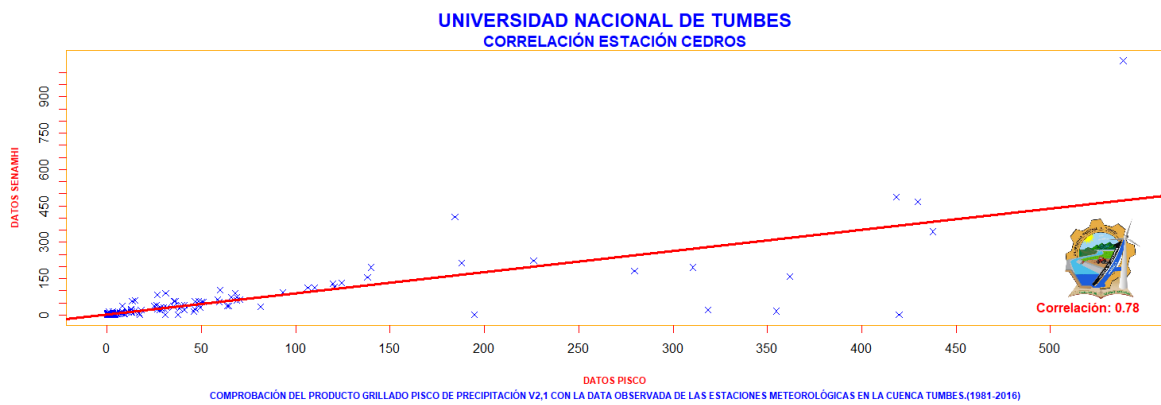
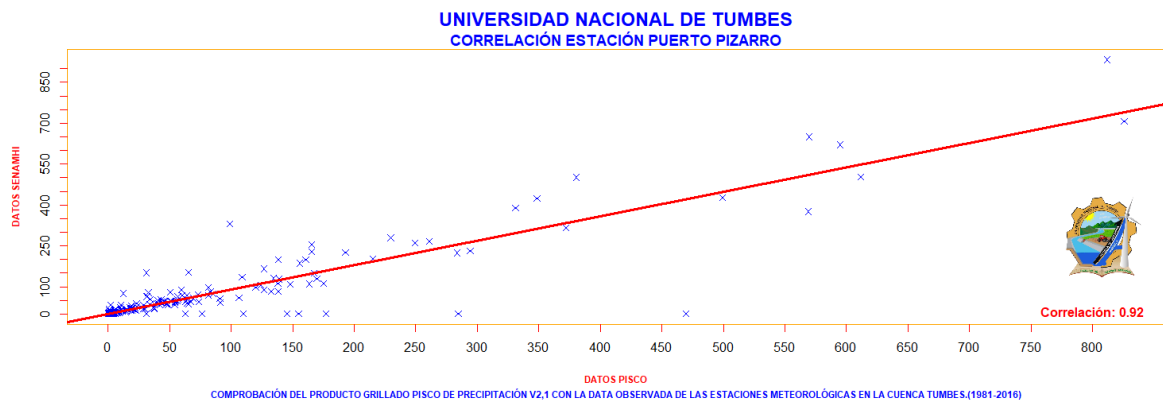
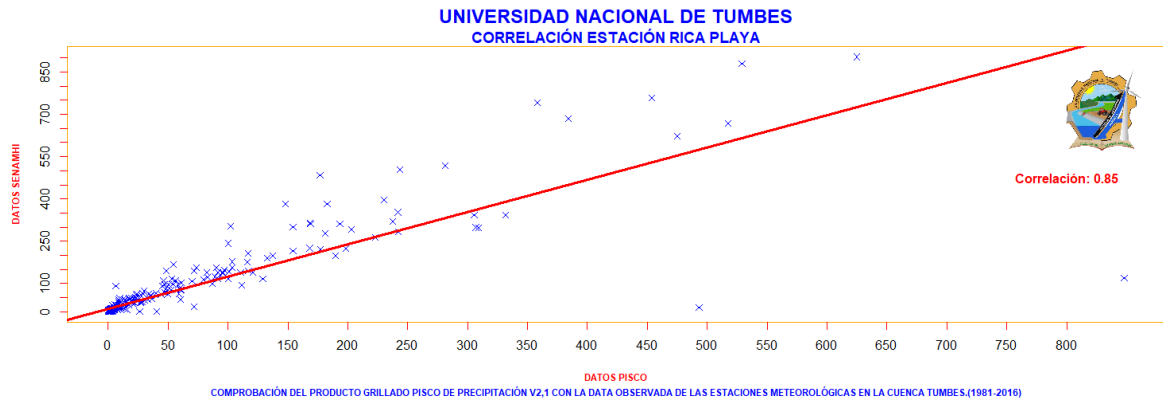
COMPROBACIÓN DEL PRODUCTO GRILLADO PISCO DE PRECIPITACIÓN V2,1 CON LA DATA OBSERVADA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA TUMBES.(1981-2016)

SERIE DE TIEMPO DE PRECIPITACIONES ESTACIÓN QBA. ANGOSTURA

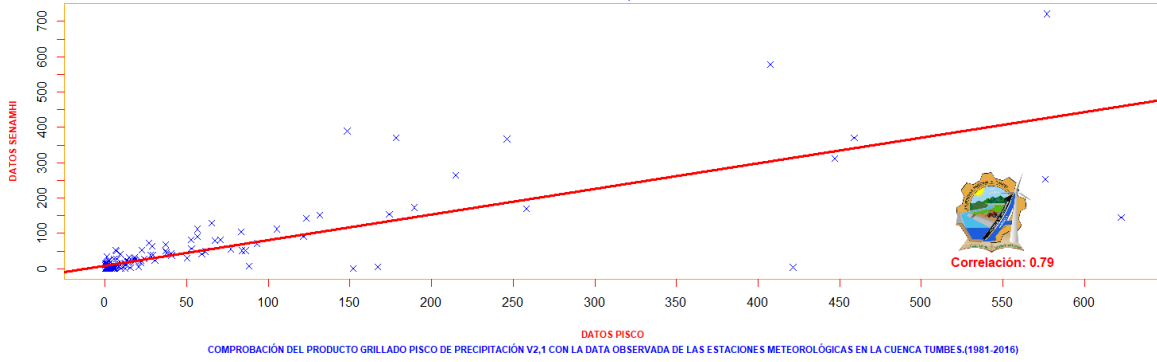


COMPROBACIÓN DEL PRODUCTO GRILLADO PISCO DE PRECIPITACIÓN V2,1 CON LA DATA OBSERVADA DE LAS ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA TUMBES.(1981-2016)

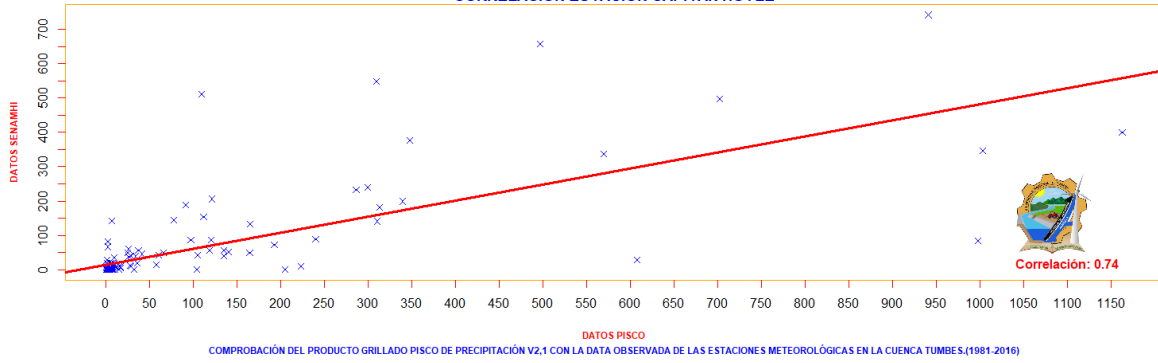




UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
CORRELACIÓN ESTACIÓN QUEBRADA ANGOSTURA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
CORRELACIÓN ESTACIÓN CAPITÁN HOYLE



10.5. Anexo E: Matriz de Consistencia

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	UNIDADES
COMPARACIÓN DE LAS DATAS DE PRECIPITACIÓN DEL PRODUCTO PISCO V2,1 Y ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN LA CUENCA TUMBES. (1981-2016)	¿Cuál es la diferencia de las datas de Precipitación del Producto Pisco V2,1 y Estaciones Meteorológicas en la Cuenca Tumbes en el periodo de 1981 al 2016, según las métricas?	<p>General</p> <p>Comparar las data del producto grillado Pisco precipitaciones v.2,1 con los datos observados en las estaciones meteorológicas en la Cuenca río Tumbes.</p> <p>Específicos</p> <p>1.Analizar y realizar procedimientos de consistencia en la data de precipitaciones observada.</p> <p>2.Determinar la correlación de los datos de precipitaciones por estación meteorológica y elevación de la data del producto grillado Pisco precipitaciones v.2,1 con la data observada en la cuenca del río Tumbes.</p>	<p>General</p> <p>Los datos de la precipitación a nivel mensual del producto PISCO en contraste con los datos de precipitación mensual observadas en las estaciones meteorológicas ubicadas en la cuenca del río Tumbes, que son comprobados mediante estadísticos presentan un buen ajuste.</p> <p>Específicas</p> <p>1. La correlación a de las precipitaciones a nivel mensual de la serie es satisfactoria o buena.</p>	<p>Variable 1:</p> <p>Valores de precipitación observadas.</p> <p>Variable 2:</p> <p>Valores de precipitación estimadas.</p>	<p>Población:</p> <p>Como población tenemos a todas las estaciones meteorológicas con su registro de precipitaciones presente en la Región de Tumbes y todas las grillas del producto PISCO que cubren el Región de Tumbes.</p>

		<p>3. Obtener la correlación de los datos de precipitaciones estacionales y por región climática de la data del producto grillado Pisco precipitaciones v.2,1 con la data observada en la cuenca del río Tumbes.</p>	<p>2. A nivel multianual la comparación de los datos de precipitación presenta buena o satisfactoria correlación.</p> <p>3.La correlación presente en la comparación de la serie de tiempo de los datos estimados y observados se presentan como buena o satisfactoria a mayor altitud y región climática.</p>	<p>Muestra:</p> <p>Tenemos a todas las estaciones meteorológicas con sus registros de precipitaciones que se encuentran habilitadas en la cuenca del río Tumbes y las grillas del producto Pisco, para el periodo de 36 años (1981-2016).</p>
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------