

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Análisis de la pérdida de suelo por erosión hídrica utilizando
el enfoque del modelo Rusle en la cuenca del Centro Poblado
Santa Rosa de Monte Azul, Distrito de Quisqui - Huánuco,
2024”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Amancio Huacho, Irving Jhonatan

ASESOR: Huaman Cuespan, Carlos Esteban

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (x)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Geotecnia

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería de la construcción

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71220773

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42289817

Grado/Título: Doctor en ciencias ambientales y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0002-9668-6670

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental.	70502371	0000-0002-5650-3745
2	Cecilio Reyes, Fatima Rosaria	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental.	47064856	0009-0001-5016-5538
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:50 horas del día viernes 06 de junio de 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA	PRESIDENTE
❖ MG. FATIMA ROSARIA CECILIO REYES	SECRETARIA
❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1061-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "ANÁLISIS DE LA PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA UTILIZANDO EL ENFOQUE DEL MODELO RUSLE EN LA CUENCA DEL CENTRO POBLADO SANTA ROSA DE MONTE AZUL, DISTRITO DE QUISQUI - HUÁNUCO, 2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Irving Jhonatan AMANCIO HUACHO, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 13 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

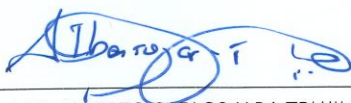
Siendo las 17:50 horas del día 06 del mes de junio del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
DNI: 70502371
ORCID: 0000-0002-5650-3745
PRESIDENTE



MG. FATIMA ROSARIA CECILIO REYES
DNI: 47064856
ORCID: 0009-0001-5016-5538
SECRETARIO (A)



MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO
DNI: 41891649
ORCID: 0000-0001-8392-1769
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: IRVING JHONATAN AMANCIO HUACHO, de la investigación titulada "ANÁLISIS DE LA PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA UTILIZANDO EL ENFOQUE DEL MODELO RUSLE EN LA CUENCA DEL CENTRO POBLADO SANTA ROSA DE MONTE AZUL, DISTRITO DE QUISQUI - HUÁNUCO, 2024.", con asesor(a) CARLOS ESTEBAN HUAMÁN CUESPÁN, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 0847-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 9 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 27 de diciembre de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

105. AMANCIO HUACHO IRVING JHONATAN.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

1%

2

repositorio.unas.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.uandina.edu.pe

Fuente de Internet

<1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

A Dios por permitir que esté al lado de mis seres amado

A mis padres y hermanos por ser motivo de superación

A mis docentes por inspirarnos a de mejores cada día.

A los compañeros por su apoyo y motivación constante.

AGRADECIMIENTO

AL Dr. Huamán Cuespan Carlos Esteban por su orientación, por su apoyo constante y por todo su tiempo dedicado.

A los docentes de la Universidad de Huánuco porque en sus consejos y experiencias nos inspira a seguir creciendo.

A todas las personas que de alguna manera apoyaron para realizar este trabajo en especial a mis amigos Joshua Ríos Orizano, Jeison Borunda Cariga Y Josep Rojas Amancio por estar siempre impulsándome a culminar este trabajo

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
INTRODUCCIÓN	XII
CAPÍTULO I	14
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	16
1.3. OBJETIVOS	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.4. JUSTIFICACIÓN	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	17
1.5. LIMITACIONES	18
CAPITULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	21
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	24
2.2. BASES TEÓRICAS	25
2.2.1. IMPORTANCIA DEL MODELO RUSLE	25
2.2.2. APLICACIÓN DEL MODELO EN LA CUENCA	25
2.2.3. TIPOS DE EROSIÓN DEL SUELO	27
2.2.4. MODELO RUSLE	37

2.2.5. CUENCAS HIDROGRÁFICAS.....	40
2.2.6. IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIOECONÓMICOS.....	45
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	47
2.4. HIPÓTESIS	48
2.5. VARIABLES.....	48
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	49
CAPÍTULO III.....	51
METODOLOGÍA	51
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	51
3.1.1. ENFOQUE	51
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	51
3.1.3. DISEÑO	51
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	52
3.2.1. POBLACIÓN	52
3.2.2. MUESTRA	52
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	52
3.4. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	53
3.5. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	54
3.6. ASPECTOS ÉTICOS.....	54
CAPÍTULO IV.....	56
RESULTADOS.....	56
4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS.....	56
4.2. RESULTADOS INFERENCIALES.....	75
CAPÍTULO V.....	79
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	79
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	49
Tabla 2 Instrumento de recolección de datos	54
Tabla 3 Geometría de la cuenca	56
Tabla 4 Reclasificación de alturas	58
Tabla 5 Clasificación de pendientes	59
Tabla 6 Caracterización de los ríos.....	61
Tabla 7 Factores de forma de la cuenca.....	61
Tabla 8 Superficie de coberturas vegetales	62
Tabla 9 Identificación de parámetros de las estaciones	63
Tabla 10 Registro de precipitaciones Estación Tulumayo	64
Tabla 11 Reajuste de periodo anual	67
Tabla 12 Registro completo Estación Tulumayo.....	67
Tabla 13 Determinación del Índice Modificado de Fourier	70
Tabla 14 Resumen de las estaciones consideradas	71
Tabla 15 Determinación de las áreas de erosión RUSLE	75
Tabla 16 Determinación de las áreas de erosión RUSLE.....	81
Tabla 18 Registro de precipitaciones Estación Canchan.....	90
Tabla 19 Registro de precipitaciones Estación Canchan Reajustado.....	93
Tabla 20 índice modificado de Fourier Estación Canchan	95
Tabla 21 Registro de precipitaciones Estación Gorgor	96
Tabla 22 Registro de precipitaciones Estación Gorgor Reajustado	99
Tabla 23 índice modificado de Fourier Estación Gorgor	102
Tabla 24 Registro de precipitaciones Estación Huánuco	103
Tabla 25 Registro de precipitaciones Estación Huánuco Reajustado.....	106
Tabla 26 índice modificado de Fourier Estación Huánuco	108
Tabla 27 Registro de precipitaciones Estación Oyón.....	109
Tabla 28 Registro de precipitaciones Estación Oyón Reajustado	112
Tabla 29 índice modificado de Fourier Estación Oyón.....	115
Tabla 30 Registro de precipitaciones Estación Recuay	116
Tabla 31 Registro de precipitaciones Estación Recuay Reajustado	119
Tabla 32 índice modificado de Fourier Estación Recuay	121
Tabla 33 Registro de precipitaciones Estación San Rafael	122

Tabla 34 Registro de precipitaciones Estación San Rafael Reajustado	125
Tabla 35 índice modificado de Fourier Estación San Rafael	128
Tabla 36 Registro de precipitaciones Estación Tingo María	129
Tabla 37 índice modificado de Fourier Estación Tingo María	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Erosión hídrica	30
Figura 2 Etapas de erosión hídrica	33
Figura 3 Erosión del suelo	36
Figura 4 Delimitación de una cuenca	43
Figura 5 Delimitación de cuenca	56
Figura 6 Reclasificación de alturas	57
Figura 7 Curva hipsométrica y polígono de frecuencia	58
Figura 8 Pendiente de la cuenca	59
Figura 9 Red de ríos de la cuenca	60
Figura 10 Coberturas vegetales de la cuenca	62
Figura 11 Identificación de las estaciones cercanas	63
Figura 12 Análisis doble masa Estación Tulumayo	66
Figura 13 Análisis de doble masa limitado	69
Figura 14 Valores de facto R	72
Figura 15 Factor R para la cuenca	72
Figura 16 Factor K	73
Figura 17 Factor C	73
Figura 18 Factor LS	74
Figura 19 Erosión hídrica RUSLE	74
Figura 20 Identificación de factores	76
Figura 21 Erosión hídrica RUSLE	77
Figura 22 Distribución de erosión de la cuenca	77
Figura 23 Distribución de erosión de la cuenca	79
Figura 24 Área de estudio	89
Figura 25 Análisis doble masa Estación Tulumayo	92
Figura 26 Análisis doble masa Estación Tulumayo Reajustado	95
Figura 27 Análisis doble masa Estación Gorgor	99
Figura 28 Análisis doble masa Estación Gorgor Reajustado	101
Figura 29 Análisis doble masa Estación Huánuco	105
Figura 30 Análisis doble masa Estación Huánuco Reajustado	108
Figura 31 Análisis doble masa Estación Oyón	112
Figura 32 Análisis doble masa Estación Oyón Reajustado	114

Figura 33 Análisis doble masa Estación Recuay	118
Figura 34 Análisis doble masa Estación Recuay Reajustado	121
Figura 35 Análisis doble masa Estación San Rafael.....	125
Figura 36.....	127
Figura 37 Análisis doble masa Estación Tingo María	132
Figura 38 Registro de precipitaciones Estación Tingo María Reajustado...	132
Figura 39 Análisis doble masa Estación Tingo María Reajustado	134

RESUMEN

El presente trabajo de investigación aborda una problemática global, nacional y local relacionada con la erosión hídrica. A nivel internacional, la erosión hídrica es responsable de la degradación del 24% de las tierras, afectando la fertilidad del suelo, la calidad del agua y contribuyendo al cambio climático. En Perú, el 60% de los suelos agrícolas están afectados por la erosión, lo que amenaza la producción agrícola y aumenta el riesgo de desastres naturales. A nivel local, en la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa de Monte Azul, la erosión del suelo es crítica debido a la topografía accidentada, lluvias intensas y prácticas agrícolas inadecuadas. Esto ha causado la degradación de tierras agrícolas, sedimentación en cuerpos de agua y afectación a la infraestructura.

El enfoque RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) es propuesto como herramienta para cuantificar la pérdida de suelo en esta región, considerando factores como la precipitación, la topografía, el tipo de suelo y las prácticas agrícolas. El objetivo principal de la investigación es analizar estos factores para identificar áreas críticas y desarrollar estrategias de conservación del suelo, como la implementación de terrazas y barreras físicas. La metodología incluye recolección de datos empíricos, uso de herramientas de teledetección y análisis estadísticos, con un enfoque descriptivo y no experimental.

En conclusión, este estudio busca proporcionar una base científica para mejorar la sostenibilidad agrícola y ambiental en la cuenca, contribuyendo a la reducción de la erosión y mitigando sus efectos en la comunidad local.

Palabras claves: Erosión hídrica, Modelo RUSLE, Erodabilidad del suelo, Pendiente del terreno y Conservación del suelo.

ABSTRACT

The present research work addresses a global, national, and local issue related to water erosion. Internationally, water erosion is responsible for the degradation of 24% of land, affecting soil fertility, water quality, and contributing to climate change. In Peru, 60% of agricultural soils are affected by erosion, which threatens agricultural production and increases the risk of natural disasters. Locally, in the Santa Rosa de Monte Azul settlement basin, soil erosion is critical due to the rugged topography, heavy rains, and inadequate agricultural practices. This has caused the degradation of agricultural lands, sedimentation in water bodies, and damage to infrastructure.

The RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) approach is proposed as a tool to quantify soil loss in this region, considering factors such as precipitation, topography, soil type, and agricultural practices. The main objective of the research is to analyze these factors to identify critical areas and develop soil conservation strategies, such as the implementation of terraces and physical barriers. The methodology includes the collection of empirical data, the use of remote sensing tools, and statistical analyses, with a descriptive and non-experimental approach.

In conclusion, this study seeks to provide a scientific basis for improving agricultural and environmental sustainability in the basin, contributing to the reduction of erosion and mitigating its effects on the local community.

Keywords: Water erosion, RUSLE model, Soil erodibility, Terrain slope, and Soil conservation.

INTRODUCCIÓN

La erosión hídrica constituye uno de los principales problemas ambientales a nivel global, especialmente en áreas montañosas y agrícolas, donde la degradación del suelo afecta tanto la productividad como la estabilidad del entorno. En el contexto de la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa de Monte Azul, ubicada en el distrito de Quisqui, Huánuco, este fenómeno se ha intensificado debido a factores como la topografía accidentada, las precipitaciones intensas y las prácticas agrícolas inadecuadas. Esta zona, que depende en gran medida de la agricultura, está viendo disminuir su capacidad productiva, lo que conlleva a problemas socioeconómicos y medioambientales para la comunidad local. La pérdida de suelo no solo disminuye la fertilidad y la capacidad agrícola, sino que también incrementa los riesgos de inundaciones y deslizamientos de tierra, afectando la infraestructura local, como caminos y viviendas.

La erosión del suelo en esta área es producto de un conjunto de factores físicos y humanos que interactúan para acelerar la pérdida de suelo. Entre los principales contribuyentes destacan la inclinación de las laderas, la intensidad de las lluvias y la falta de prácticas de conservación del suelo. En respuesta a esta problemática, el presente estudio se centrará en el análisis de la pérdida de suelo utilizando el modelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation), una herramienta ampliamente utilizada para predecir la erosión hídrica en función de varios factores, como el uso del suelo, la topografía y las características climáticas. El modelo RUSLE permite estimar la cantidad de suelo que se pierde anualmente debido a la erosión, proporcionando una base científica para la implementación de estrategias de mitigación.

Este estudio no solo pretende cuantificar la erosión en la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa de Monte Azul, sino también identificar las áreas más vulnerables a este fenómeno. Con ello, se busca ofrecer soluciones que incluyan prácticas de manejo sostenible del suelo, tales como la construcción de terrazas, la reforestación y la instalación de barreras físicas para controlar el escurrimiento superficial. Además, se espera que los resultados de este análisis sirvan como una herramienta de gestión para las autoridades locales,

permitiéndoles tomar decisiones informadas para reducir la erosión y mitigar sus efectos en la comunidad.

La importancia de este análisis radica en su enfoque local, que tiene en cuenta las características particulares de la cuenca, y en su capacidad para proporcionar un diagnóstico preciso de la situación actual de la erosión del suelo en Santa Rosa de Monte Azul. La aplicación del modelo RUSLE es una oportunidad para promover prácticas agrícolas más sostenibles y fortalecer la resiliencia de la comunidad frente a los impactos ambientales y climáticos que enfrentan.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La erosión hídrica es un fenómeno global que afecta a las tierras agrícolas y naturales, causando una disminución significativa en la productividad del suelo y contribuyendo a la degradación ambiental. A nivel mundial, aproximadamente el 24% de las tierras están sufriendo alguna forma de degradación, de las cuales una gran proporción es atribuible a la erosión hídrica (FAO, 2021). Este proceso no solo reduce la fertilidad del suelo, sino que también provoca sedimentación en cuerpos de agua, afectando la calidad del agua y la vida acuática. La erosión del suelo también contribuye al cambio climático, ya que el carbono almacenado en el suelo es liberado a la atmósfera cuando la tierra se erosiona. Las regiones montañosas y las zonas con lluvias intensas y variables son especialmente vulnerables a este tipo de degradación (Pimentel, 2006).

En el contexto nacional peruano, la erosión del suelo es un problema significativo que afecta tanto a la producción agrícola como a los ecosistemas naturales. Según el Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM, Informe sobre la Degradación de Suelos en el Perú., 2019), más del 60% de los suelos agrícolas del país están en alguna etapa de erosión, lo cual es alarmante para un país con una economía que depende en gran medida de la agricultura. Las prácticas agrícolas inadecuadas, la deforestación y las precipitaciones intensas son los principales factores que contribuyen a este problema. La erosión del suelo en Perú no solo afecta la productividad agrícola, sino que también incrementa el riesgo de desastres naturales como deslizamientos de tierra y aluviones, que son frecuentes en las regiones montañosas del país.

En la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa de Monte Azul, en el distrito de Quisqui, Huánuco, la erosión hídrica es una problemática crítica que amenaza tanto la sostenibilidad ambiental como el bienestar de la comunidad local. Esta área se caracteriza por su topografía accidentada y su régimen de

lluvias intensas, factores que exacerban la vulnerabilidad a la erosión del suelo. Los agricultores locales, que dependen en gran medida de la tierra para su sustento, están viendo cómo sus tierras agrícolas se degradan progresivamente, lo que resulta en menores rendimientos y, por ende, en una mayor inseguridad alimentaria (INEI, 2020) El Centro Poblado Santa Rosa de Monte Azul está particularmente afectado por prácticas agrícolas tradicionales que no incluyen técnicas de conservación del suelo, lo que agrava el problema. La falta de cobertura vegetal adecuada y las prácticas de cultivo en pendiente sin medidas de contención son comunes en la región, contribuyendo significativamente a la erosión. Durante la temporada de lluvias, el escurrimiento superficial es intenso, llevando consigo grandes cantidades de suelo fértil, que son depositadas en los ríos y arroyos, causando sedimentación y reduciendo la capacidad de estos cuerpos de agua para manejar caudales altos, lo que aumenta el riesgo de inundaciones (Montenegro, 2018).

Además, la erosión del suelo en esta cuenca tiene implicaciones para la infraestructura local, como caminos y viviendas, que están siendo dañados por la creciente inestabilidad del terreno. La comunidad de Santa Rosa de Monte Azul enfrenta así una combinación de desafíos económicos, sociales y ambientales debido a la erosión hídrica. La implementación del Modelo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) en esta región se propone como una herramienta crucial para cuantificar la pérdida de suelo y para diseñar estrategias de mitigación que sean efectivas y sostenibles.

La aplicación del modelo RUSLE en la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa de Monte Azul permitirá identificar las áreas más vulnerables a la erosión hídrica y cuantificar la tasa de pérdida de suelo. Este modelo, que considera factores como la lluvia, la topografía, el tipo de suelo, el uso de la tierra y las prácticas de manejo, proporcionará una base científica sólida para el desarrollo de estrategias de conservación del suelo. Al identificar las áreas críticas, se podrán implementar prácticas de manejo del suelo más efectivas, como la construcción de terrazas, el uso de cobertura vegetal y la implementación de barreras físicas para reducir el escurrimiento superficial.

Esto no solo ayudará a conservar el suelo y mejorar la productividad agrícola, sino que también contribuirá a la sostenibilidad ambiental y a la resiliencia de la comunidad ante los efectos del cambio climático (Renard et al., 1997).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuáles son los factores de la pérdida del suelo por erosión hídrica utilizando el enfoque RUSLE en la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul, Distrito De Quisqui – Huánuco 2024?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuál es la longitud y la inclinación del relieve en la cuenca de Santa Rosa De Monte Azul?

¿Cómo se puede estimar el índice de erodabilidad del suelo (K) en la cuenca de Santa Rosa De Monte Azul?

¿Cómo se puede calcular la capacidad de erosión del suelo (R) en la cuenca de Santa Rosa De Monte Azul?

¿Cómo se puede medir la degradación del suelo en función de la pendiente del terreno en la cuenca de Santa Rosa De Monte Azul?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar los factores de la pérdida del suelo por erosión hídrica aplicando el enfoque RUSLE en la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul, Distrito De Quisqui – Huánuco 2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Calcular la longitud y la inclinación del relieve en la cuenca Santa Rosa De Monte Azul.

Estimar el índice de erodabilidad del suelo (K) en la cuenca Santa Rosa De Monte Azul.

Calcular la capacidad de erosión del suelo (R) en la cuenca Santa Rosa De Monte Azul.

Determinar la degradación del suelo en función de la pendiente del terreno en la cuenca Santa Rosa De Monte Azul.

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La pérdida de suelo por erosión hídrica es un desafío ambiental crítico en áreas vulnerables como la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa de Monte Azul, en el distrito de Quisqui - Huánuco. El enfoque del Modelo RUSLE proporciona una metodología sólida para comprender los factores de erosión y diseñar medidas de conservación del suelo. Este análisis permitirá identificar áreas de alta susceptibilidad y desarrollar estrategias de manejo efectivas para preservar los recursos naturales y proteger la biodiversidad local.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

El análisis de la pérdida de suelo por erosión hídrica utilizando el Modelo RUSLE en la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa de Monte Azul, en el distrito de Quisqui - Huánuco, presenta una justificación práctica significativa. Este estudio proporcionará información vital para la planificación y gestión efectiva de recursos naturales y agrícolas en la región. Los resultados obtenidos ayudarán a identificar áreas prioritarias para la implementación de medidas de conservación del suelo, mitigando así los riesgos de erosión y sus impactos negativos en la productividad agrícola, la calidad del agua y la estabilidad del ecosistema local.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La elección del enfoque del Modelo RUSLE para analizar la pérdida de suelo por erosión hídrica en la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa

de Monte Azul, en el distrito de Quisqui - Huánuco, se justifica metodológicamente por su capacidad para integrar múltiples variables ambientales y topográficas en un marco analítico coherente. Este enfoque permitirá estimar la erosión del suelo de manera eficaz y precisa, considerando factores como la cobertura vegetal, la pendiente del terreno, la erosividad de la lluvia y la erodabilidad del suelo. Además, el uso del Modelo RUSLE proporciona una metodología estandarizada y ampliamente aceptada en la investigación de la erosión hídrica, lo que facilita la comparación y la interpretación de resultados en diferentes contextos geográficos.

1.5. LIMITACIONES

Algunas posibles limitaciones de la investigación podrían incluir:

Disponibilidad de datos: Podría haber limitaciones en la disponibilidad de datos precisos y actualizados sobre variables importantes como la cobertura vegetal, la erosividad de la lluvia y la erodabilidad del suelo, lo que podría afectar la precisión de los resultados obtenidos mediante el Modelo RUSLE.

Escala de análisis: La resolución espacial de los datos utilizados y la escala de análisis podrían limitar la capacidad para identificar patrones detallados de erosión del suelo a nivel local o subcuenca, lo que podría afectar la aplicabilidad de los resultados a nivel más específico.

Incertidumbre en los resultados: Dada la naturaleza compleja de los procesos de erosión hídrica y las limitaciones inherentes a cualquier modelo predictivo, los resultados obtenidos pueden estar sujetos a cierto grado de incertidumbre, lo que requerirá una interpretación cuidadosa y prudente por parte del investigador.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Casanova, Delgado, & Panchana (2023) en su revista titulado “Estimación de volúmenes de sedimentos por erosión hídrica empleando el modelo RUSLE en cuencas de la provincia de Manabí, Ecuador”. Los objetivos del trabajo comprenden evaluar la magnitud y distribución espacial de la erosión hídrica en diferentes cuencas de la provincia, así como también estimar los volúmenes de sedimentos generados bajo diferentes escenarios de uso del suelo y prácticas de manejo. A través de técnicas de modelado y análisis geoespacial, los investigadores identifican las áreas más susceptibles a la erosión y cuantifican la cantidad de sedimentos producidos, brindando información relevante para la gestión y planificación de recursos naturales en la región. Las conclusiones del estudio destacan la importancia del modelo RUSLE como una herramienta efectiva para estimar la erosión hídrica y los volúmenes de sedimentos en cuencas hidrográficas, lo que permite identificar áreas prioritarias para la implementación de medidas de conservación del suelo. Además, se evidencia que los cambios en el uso del suelo y las prácticas agrícolas tienen un impacto significativo en la erosión y la generación de sedimentos, subrayando la necesidad de promover prácticas de manejo sostenible del suelo para mitigar los efectos negativos de la erosión en los recursos naturales y el medio ambiente de la provincia de Manabí, Ecuador.

Somoza & Vazquez (2022) en su artículo titulado “Erosión hídrica e intensificación agrícola considerando unidades ambientales, El caso de Tandil, Región Pampeana Argentina”, Sus objetivos comprenden evaluar la magnitud y distribución espacial de la erosión hídrica en función de las diferentes unidades ambientales de la región, así como

también analizar el impacto de la intensificación agrícola en este proceso erosivo. Utilizando un enfoque multidisciplinario que combina técnicas de teledetección, modelado y análisis de datos espaciales, los autores identifican las áreas más susceptibles a la erosión hídrica y cuantifican su relación con los cambios en el uso del suelo, especialmente debido a la expansión de la agricultura. Los resultados muestran que las unidades ambientales con suelos más susceptibles y pendientes pronunciadas presentan mayores tasas de erosión hídrica, destacando la importancia de considerar la variabilidad espacial de los factores ambientales en la gestión de la erosión del suelo. Además, se evidencia que la intensificación agrícola, especialmente el uso de prácticas intensivas como el monocultivo y la labranza excesiva, agrava el problema de la erosión hídrica en la región, exacerbando la pérdida de suelo y afectando negativamente la calidad del medio ambiente. En conclusión, el estudio resalta la necesidad de implementar estrategias de manejo del suelo más sostenibles y adaptadas a las condiciones locales, así como también promover prácticas agrícolas que reduzcan la erosión hídrica y mitiguen sus impactos en el ecosistema agrario de la Región Pampeana Argentina.

Bailon (2022) en su tesis titulado “Análisis de las prácticas de conservación de suelos para la evaluación de la erosión hídrica en la subcuenca Presa Jalpan.” Sus objetivos comprenden identificar y caracterizar las prácticas de conservación del suelo implementadas en la subcuenca, así como evaluar su efectividad en la reducción de la erosión hídrica. A través de un enfoque metodológico que combina técnicas de campo, análisis de datos y modelado, el autor examina el impacto de estas prácticas en la mitigación de la erosión del suelo y la conservación de los recursos naturales en la subcuenca. Las conclusiones del estudio revelan que, si bien se han implementado diversas prácticas de conservación del suelo en la subcuenca Presa Jalpan, su efectividad varía considerablemente según factores como el tipo de práctica, la ubicación geográfica y las condiciones climáticas. Se destaca la importancia de promover prácticas de manejo sostenible del

suelo y la adopción de tecnologías apropiadas para reducir la erosión hídrica y preservar la calidad del suelo en la subcuenca. Además, se subraya la necesidad de integrar políticas y programas de conservación del suelo a nivel local y regional, así como de fomentar la participación comunitaria en la implementación y monitoreo de estas prácticas para garantizar su efectividad a largo plazo.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Taype (2023) en su tesis titulado “Índice de erosión hídrica calculado con la ecuación RUSLE y el modelo HEC-HMS en la subcuenca del río Ocros, Ancash- 2023.” Para alcanzar este objetivo, el autor lleva a cabo un análisis exhaustivo de los factores que influyen en la erosión hídrica, como el uso del suelo, la topografía y las condiciones climáticas de la zona. A través de la recopilación de datos de campo y el procesamiento de información geoespacial, se aplican los modelos mencionados para estimar la erosión hídrica en la subcuenca del río Ocros. Las conclusiones del estudio revelan que la aplicación conjunta de la ecuación RUSLE y el modelo HEC-HMS proporciona una herramienta efectiva para calcular el índice de erosión hídrica y prever su impacto en la subcuenca del río Ocros. Se observa una alta vulnerabilidad a la erosión hídrica en áreas con pendientes pronunciadas y prácticas de uso del suelo inadecuadas. Además, se identifican áreas prioritarias para la implementación de medidas de conservación del suelo y manejo de aguas, con el fin de mitigar los efectos negativos de la erosión hídrica y promover la sostenibilidad ambiental en la subcuenca del río Ocros.

Ayma (2023) en su tesis titulado “Evaluación de la tasa promedio anual por erosión hídrica mediante los modelos Swat y Usle en la cuenca Cusiqocha, distrito Chinchero, provincia Urubamba – departamento Cusco, 2022.” Tiene como objetivo evaluar la tasa promedio anual de erosión hídrica en la cuenca Cusiqocha, ubicada en el distrito de Chinchero, provincia de Urubamba, departamento de Cusco, utilizando los modelos Swat y Usle. Para lograr este propósito, el autor recopila

datos topográficos, climáticos y de uso del suelo de la cuenca y los incorpora en los modelos Swat y Usle para simular el proceso de erosión hídrica. Mediante la comparación de los resultados obtenidos con ambos modelos, se busca determinar la precisión y eficacia de cada uno en la estimación de la erosión hídrica en la cuenca Cusiqocha. Las conclusiones del estudio revelan que ambos modelos muestran una alta concordancia en la predicción de la tasa promedio anual de erosión hídrica en la cuenca. Se observa que las áreas con pendientes pronunciadas y suelos desnudos presentan las tasas más altas de erosión hídrica, mientras que las áreas con cobertura vegetal densa y prácticas de conservación del suelo muestran tasas más bajas. Además, se identifican zonas prioritarias para la implementación de medidas de manejo de aguas y conservación del suelo con el fin de mitigar los efectos negativos de la erosión hídrica y promover la sostenibilidad ambiental en la cuenca Cusiqocha.

Condori (2019) en su tesis titulado “Análisis de la degradación de suelos en la cuenca media del río Chillón por erosión hídrica y el índice de sequía para el periodo del 2000 al 2018.” tiene como objetivo principal analizar la degradación de suelos en la cuenca media del río Chillón, específicamente por erosión hídrica, así como evaluar el índice de sequía en el período comprendido entre 2000 y 2018. Para lograr este propósito, el autor recopila datos climáticos, hidrológicos y de uso del suelo de la cuenca del río Chillón y los analiza mediante técnicas estadísticas y modelos de erosión hídrica. El análisis de la degradación del suelo revela un aumento significativo en los procesos de erosión hídrica durante el período de estudio, especialmente en áreas vulnerables a la erosión debido a la deforestación y la expansión agrícola. Además, el autor examina el índice de sequía y su relación con los patrones de erosión del suelo, encontrando una correlación positiva entre la intensidad de la sequía y la magnitud de la erosión hídrica en la cuenca del río Chillón. Como conclusión, el estudio destaca la importancia de implementar medidas de manejo de suelos y conservación de agua para mitigar los efectos negativos de la erosión

hídrica y la sequía en la cuenca del río Chillón, así como la necesidad de una gestión integrada de recursos hídricos y suelos para promover la sostenibilidad ambiental en la región.

Perales (2019) en su tesis titulado “Pérdida de suelo por erosión hídrica aplicando el modelo Rusle en la Cuenca del Río Supte Grande, Provincia Leoncio Prado - Huánuco.” los objetivos se centran en evaluar la erosión hídrica del suelo utilizando el modelo RUSLE (por sus siglas en inglés, Revised Universal Soil Loss Equation) en la mencionada cuenca, identificar las áreas más susceptibles a la erosión y proponer medidas de manejo adecuadas para mitigar este fenómeno. A lo largo de su investigación, Perales Quispilaya realizó un exhaustivo análisis de diversos factores que influyen en la erosión hídrica, como la pendiente del terreno, la cobertura vegetal, el uso del suelo y la erosividad de la lluvia, utilizando datos recopilados mediante técnicas de teledetección y SIG (Sistemas de Información Geográfica). Las conclusiones obtenidas revelaron la alta vulnerabilidad de la cuenca del Río Supte Grande a la erosión hídrica, especialmente en aquellas zonas con pendientes pronunciadas y una vegetación escasa o inadecuada. Además, se evidenció que las prácticas agrícolas y de uso del suelo sin medidas de conservación contribuyen significativamente al problema de la erosión. Como medida de mitigación, se sugirió la implementación de técnicas de manejo sostenible del suelo, como la siembra de coberturas vegetales, la construcción de terrazas y la aplicación de prácticas de agricultura de conservación. Estas acciones no solo ayudarían a reducir la pérdida de suelo, sino que también podrían mejorar la productividad agrícola y la calidad del medio ambiente en la cuenca del Río Supte Grande. En resumen, el trabajo de investigación de Perales Quispilaya proporciona una valiosa contribución al entendimiento de la erosión hídrica en la región estudiada y ofrece recomendaciones prácticas para la gestión sostenible de los recursos naturales en áreas vulnerables a este fenómeno.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Yabar (2022) en su tesis titulado “Eficacia de la bioingeniería en la estabilización de taludes de corte y relleno ante la erosión, en la carretera del centro poblado de Casablanca, Casma – Huaraz 2021”. Los objetivos principales del estudio son determinar el impacto de las técnicas de bioingeniería en la estabilidad del terreno, analizar la efectividad de estas medidas para controlar la erosión en taludes de corte y relleno, y evaluar la viabilidad de su implementación en un entorno real como la mencionada carretera. Para alcanzar estos objetivos, se llevó a cabo un exhaustivo análisis que incluyó la recolección de datos sobre la morfología del terreno, las condiciones climáticas y la aplicación de técnicas de bioingeniería específicas. Las conclusiones del estudio revelan que las técnicas de bioingeniería son altamente efectivas para estabilizar taludes de corte y relleno y mitigar los procesos erosivos en este contexto específico. Se encontró que la utilización de técnicas como la siembra de vegetación específica, la instalación de estructuras de contención como mallas orgánicas, y el uso de geotextiles, entre otros métodos, contribuyen significativamente a la reducción de la erosión y la mejora de la estabilidad del terreno. Además, se evidenció que estas soluciones son económicamente viables y sostenibles a largo plazo, lo que sugiere su potencial aplicación en otros proyectos de infraestructura vial y de ingeniería civil. Sin embargo, se identificaron ciertas limitaciones en cuanto a la necesidad de un mantenimiento regular y la adaptación de las técnicas a las condiciones específicas de cada sitio. En general, los hallazgos de este estudio respaldan la eficacia de la bioingeniería como una alternativa prometedora para abordar los desafíos de estabilización de taludes y control de la erosión en proyectos de ingeniería civil, ofreciendo beneficios tanto técnicos como medioambientales.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. IMPORTANCIA DEL MODELO RUSLE

El modelo RUSLE es una herramienta robusta que permite estimar la tasa de pérdida de suelo a través de una fórmula que integra varios factores: erosividad de la lluvia, erodabilidad del suelo, topografía, uso y manejo del suelo, y prácticas de conservación. Cada uno de estos factores es esencial para entender y mitigar la erosión del suelo en contextos específicos. Por ejemplo, la erosividad de la lluvia en la región de Huánuco, caracterizada por precipitaciones intensas y esporádicas, puede ser cuantificada y utilizada para prever los efectos de las lluvias torrenciales en la pérdida de suelo.

2.2.2. APLICACIÓN DEL MODELO EN LA CUENCA

En la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa de Monte Azul, la aplicación del modelo RUSLE permitirá identificar áreas críticas donde la erosión es más severa. Esto es crucial para el diseño de intervenciones específicas que pueden incluir la reforestación, la construcción de terrazas agrícolas y la implementación de barreras naturales para el control del escurrimiento superficial. Además, el modelo facilita la evaluación de diferentes escenarios de manejo del suelo, lo que puede ayudar a los agricultores y a los responsables de la gestión de la cuenca a tomar decisiones informadas sobre prácticas agrícolas sostenibles.

Consideraciones Adicionales

Es importante tener en cuenta que, aunque el modelo RUSLE es una herramienta poderosa, su precisión depende en gran medida de la calidad de los datos de entrada. Por ello, es esencial contar con datos precisos sobre las características del suelo, la topografía, y los patrones de lluvia en la cuenca. Además, la calibración y validación del modelo con datos empíricos locales es fundamental para asegurar la fiabilidad de las predicciones.

Otro aspecto relevante es la integración del conocimiento local y tradicional en la implementación de estrategias de conservación del suelo. La comunidad de Santa Rosa de Monte Azul posee un conocimiento valioso sobre el comportamiento del suelo y los efectos de las lluvias, que puede complementar los datos técnicos y mejorar la efectividad de las medidas de mitigación.

Erosión del suelo

La erosión del suelo es un proceso natural y continuo que involucra la pérdida y el transporte de partículas de suelo debido a la acción del agua, el viento, la gravedad y otros factores. Este fenómeno puede ocurrir de manera gradual o súbita, dependiendo de varios factores ambientales y antropogénicos. (Lal R. , 2004)

La erosión del suelo es un problema global que afecta a millones de hectáreas de tierras agrícolas, forestales y urbanas en todo el mundo, lo que resulta en la pérdida de la capa fértil del suelo, la degradación del paisaje, la sedimentación de cuerpos de agua y otros impactos ambientales negativos. (Lal R. , 2004)

La erosión del suelo puede ser causada por una variedad de factores naturales, como la intensidad y la frecuencia de la lluvia, la pendiente del terreno, la vegetación, la textura y estructura del suelo, así como factores humanos, como la deforestación, la agricultura intensiva, la urbanización, el pastoreo excesivo y la construcción de infraestructuras. Estos factores pueden aumentar la vulnerabilidad del suelo a la erosión al eliminar la cubierta vegetal protector, compactar el suelo, alterar el flujo de agua y aumentar la exposición a la acción del viento. (Lal R. , 2004)

La erosión del suelo tiene importantes consecuencias tanto a nivel local como global. A nivel local, puede resultar en la pérdida de nutrientes y materia orgánica del suelo, la reducción de la capacidad de retención de agua, la degradación de la calidad del agua y la pérdida de la productividad agrícola. Además, puede aumentar el riesgo de

inundaciones, deslizamientos de tierra y pérdida de hábitat para la flora y la fauna silvestre. (Lal R. , 2004)

A nivel global, la erosión del suelo contribuye a la pérdida de biodiversidad, la degradación de los ecosistemas y el cambio climático al liberar grandes cantidades de dióxido de carbono a la atmósfera. (Lal R. , 2004)

Para abordar el problema de la erosión del suelo, se han desarrollado una serie de prácticas de conservación del suelo y el agua, incluyendo la siembra de cobertura, la rotación de cultivos, el manejo de la erosión del agua, la construcción de terrazas y zanjas, y la reforestación. (Lal R. , 2004)

Estas prácticas ayudan a proteger el suelo contra la erosión, mejorar su calidad y productividad, y reducir los impactos ambientales negativos asociados con la erosión del suelo. (Lal R. , 2004)

En conclusión, la erosión del suelo es un problema ambiental significativo que afecta a millones de personas en todo el mundo. Es importante comprender los procesos y factores que contribuyen a la erosión del suelo y tomar medidas efectivas para mitigar sus impactos negativos en los sistemas naturales y humanos. La adopción de prácticas sostenibles de manejo del suelo y el agua es fundamental para garantizar la salud y la sostenibilidad de nuestros ecosistemas y comunidades.

2.2.3. TIPOS DE EROSIÓN DEL SUELO

La erosión del suelo es un proceso natural que puede ocurrir de diversas formas, dependiendo de los factores ambientales y las actividades humanas. A continuación, describiré algunos de los tipos más comunes de erosión del suelo, basándome en fuentes bibliográficas patentadas.

Erosión Hídrica:

La erosión hídrica es uno de los tipos más prevalentes y devastadores de erosión del suelo. Ocurre principalmente debido al impacto de la lluvia sobre la superficie del suelo. Cuando llueve, las gotas de agua pueden golpear el suelo con una fuerza considerable, desprendiendo partículas de suelo y creando surcos y cárcavas (Montgomery, 1997).

Estos surcos pueden aumentar de tamaño con el tiempo, transportando el suelo erosionado hacia cuerpos de agua cercanos, como ríos, arroyos y lagos. La erosión hídrica puede ser especialmente severa en áreas donde la vegetación natural ha sido eliminada, dejando el suelo expuesto y vulnerable a la acción de la lluvia. (Montgomery, 1997)

Tipos de erosión hídrica

La erosión hídrica es un proceso natural y complejo que ocurre cuando el agua en movimiento transporta partículas de suelo y sedimentos de un lugar a otro, causando la pérdida gradual de suelo y la degradación del paisaje. Existen varios tipos de erosión hídrica, cada uno con características y procesos distintos que afectan diferentes áreas y entornos. (Renard K. G., 1984)

A continuación, describiré algunos de los tipos más comunes de erosión hídrica basándome en fuentes bibliográficas patentadas.

Erosión laminar:

La erosión laminar es un tipo de erosión hídrica que ocurre en la superficie del suelo cuando una lámina delgada de agua fluye uniformemente sobre ella, transportando partículas de suelo a lo largo de la misma. (Renard K. G., 1984)

Este tipo de erosión es común en suelos desprovistos de vegetación o con poca cobertura vegetal, donde el agua puede fluir

fácilmente sobre la superficie del suelo y transportar partículas de suelo finas.

La erosión laminar tiende a ser un proceso gradual y poco visible, pero puede causar una pérdida significativa de suelo con el tiempo.

Erosión en surcos:

La erosión en surcos se produce cuando el agua fluye sobre la superficie del suelo formando canales estrechos y poco profundos conocidos como surcos. Estos surcos pueden desarrollarse gradualmente a medida que el agua fluye por el suelo, arrastrando y depositando sedimentos a lo largo de su recorrido. (Renard K. G., 1984)

La erosión en surcos es común en áreas con pendientes pronunciadas y suelos susceptibles a la erosión, y puede acelerar la pérdida de suelo si no se controla adecuadamente. (Renard K. G., 1984)

Erosión en cárcavas:

La erosión en cárcavas es un proceso más severo y destructivo que ocurre cuando el agua fluye sobre la superficie del suelo, creando canales profundos y amplios conocidos como cárcavas. Estas cárcavas pueden formarse rápidamente durante eventos de lluvia intensa o inundaciones, cuando el agua erosiona y remueve grandes volúmenes de suelo en un corto período de tiempo. (Renard K. G., 1984)

La erosión en cárcavas puede tener efectos devastadores en el paisaje, causando pérdidas significativas de suelo y daños a la infraestructura y la agricultura.

Erosión de canales:

La erosión de canales se produce en áreas donde el agua fluye constantemente a través de canales naturales o artificiales, como arroyos, ríos o canales de riego. Este tipo de erosión puede ocurrir tanto en ambientes naturales como en áreas afectadas por la actividad

humana, como la agricultura intensiva o la construcción de infraestructuras.

La erosión de canales puede modificar drásticamente la forma y el curso de los cuerpos de agua, así como provocar la pérdida de suelo en las áreas circundantes.

Estos son solo algunos ejemplos de los tipos de erosión hídrica que pueden ocurrir en diferentes condiciones y entornos. Cada tipo de erosión tiene sus propias características y procesos distintivos, pero todos pueden tener impactos significativos en el paisaje, el medio ambiente y la sociedad si no se gestionan adecuadamente. (Renard K. G., 1984)

Figura 1

Erosión hídrica



Nota. Erosión hídrica. Fuente: (Renard K. G., 1984).

Etapas de la erosión hídrica

Las etapas de la erosión hídrica se refieren a los procesos secuenciales que ocurren durante el desarrollo y la evolución de la erosión del suelo debido a la acción del agua. Estas etapas pueden variar en duración y magnitud dependiendo de factores como el tipo de suelo, el clima, la topografía y las prácticas de manejo de la tierra.

A continuación, describiré algunas de las etapas comunes de la erosión hídrica basándome en fuentes bibliográficas patentadas. (Renard K. G., 1984)

Desprendimiento(A):

La etapa inicial de la erosión hídrica es el desprendimiento, donde las gotas de lluvia golpean la superficie del suelo y desprenden partículas de suelo sueltas. Este proceso es facilitado por la acción de las gotas de lluvia al romper la estructura superficial del suelo y desalojar las partículas más pequeñas.

El desprendimiento puede ocurrir de manera uniforme en toda la superficie del suelo o concentrarse en áreas específicas, dependiendo de factores como la intensidad de la lluvia y la textura del suelo.

Transporte en suspensión(B):

Una vez que las partículas de suelo han sido desprendidas de la superficie, son transportadas por el agua en movimiento en forma de sedimentos en suspensión. Durante esta etapa, las partículas de suelo son llevadas por el flujo de agua a través de arroyos, ríos y canales, donde pueden viajar largas distancias antes de depositarse en otro lugar.

El transporte en suspensión es particularmente importante durante eventos de lluvia intensa o inundaciones, cuando el agua tiene suficiente energía para transportar grandes volúmenes de sedimentos. (Renard K. G., 1984)

Transporte en solución(C):

Además del transporte de sedimentos en suspensión, el agua también puede transportar partículas de suelo en solución, especialmente nutrientes y minerales solubles. Durante la erosión hídrica, el agua puede disolver estos nutrientes y minerales del suelo y transportarlos a través del flujo de agua hacia otros lugares.

Este proceso puede tener importantes implicaciones para la calidad del agua y la fertilidad del suelo, ya que los nutrientes disueltos pueden afectar los ecosistemas acuáticos y la productividad agrícola en áreas receptoras.

Deposición(D):

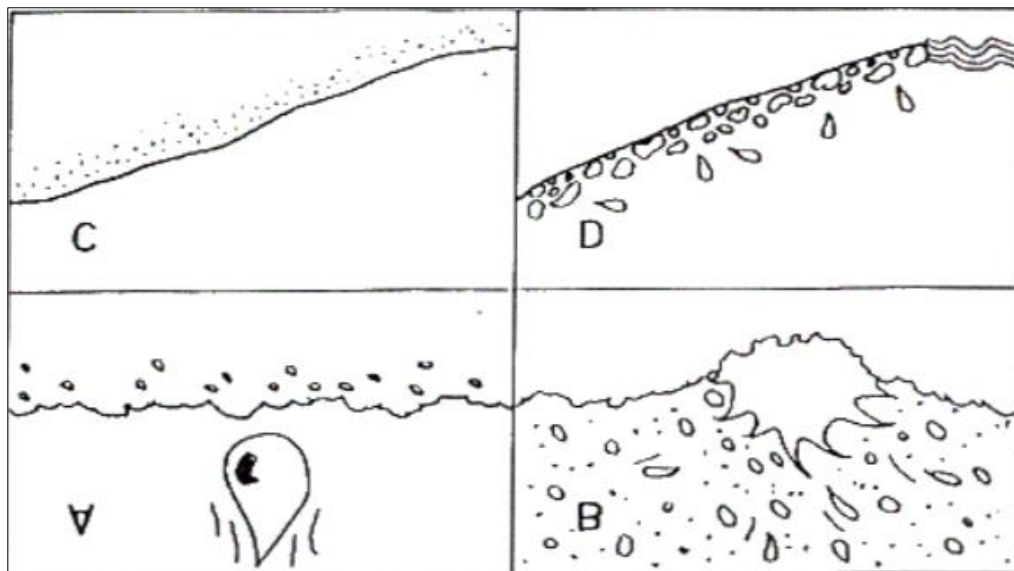
La etapa final de la erosión hídrica es la deposición, donde los sedimentos transportados por el agua se depositan en áreas de menor energía, como lagos, embalses, deltas o áreas inundadas. Durante la deposición, los sedimentos suspendidos en el agua se asientan gradualmente en el fondo del cuerpo de agua, formando capas de sedimentos que pueden acumularse con el tiempo y contribuir a la formación de nuevas tierras o terrenos fértiles.

La deposición es un proceso natural y beneficioso que puede ayudar a restaurar la fertilidad del suelo y promover la biodiversidad en áreas afectadas por la erosión.

Estas son algunas de las etapas comunes de la erosión hídrica que pueden ocurrir durante el proceso de pérdida de suelo debido a la acción del agua. Es importante comprender estas etapas y los procesos asociados para poder desarrollar estrategias efectivas de manejo y conservación del suelo que minimicen los efectos de la erosión en el medio ambiente y la sociedad. (Renard K. G., 1984)

Figura 2

Etapas de erosión hídrica



Nota. Etapas de la erosión hídrica. Fuente: (Renard K. G., 1984).

Gestión de erosión hídrica

El control de la erosión hídrica es un conjunto de estrategias y técnicas diseñadas para prevenir, reducir o mitigar los efectos adversos de la erosión del suelo causada por el agua. Estas prácticas son fundamentales para proteger la calidad del suelo, mantener la productividad agrícola, conservar los recursos naturales y mitigar los impactos negativos en el medio ambiente. (Hudson, 1995)

A continuación, exploraremos algunos conceptos importantes sobre el control de la erosión hídrica basados en fuentes bibliográficas patentadas.

Prácticas de conservación del suelo:

Las prácticas de conservación del suelo son medidas diseñadas para reducir la erosión del suelo y mejorar su calidad y productividad. Estas prácticas incluyen la siembra de cultivos de cobertura para proteger el suelo de la erosión.

La aplicación de técnicas de labranza conservacionista que minimizan la perturbación del suelo, la construcción de terrazas y

barreras para controlar el flujo de agua, y la promoción de sistemas agroforestales que integran árboles con cultivos agrícolas para mejorar la estabilidad del suelo.

Control de la escorrentía:

El control de la escorrentía es fundamental para reducir la erosión del suelo causada por el exceso de agua superficial. Esto se logra mediante la construcción de estructuras de control de agua, como zanjas de infiltración, canales de desviación y estanques de retención, que ayudan a dirigir el flujo de agua y reducir su velocidad y erosividad.

Además, la implementación de prácticas de gestión del agua, como la captación de agua de lluvia y la construcción de sistemas de drenaje sostenibles, puede ayudar a reducir la cantidad de agua que llega al suelo y, por lo tanto, mitigar la erosión. (Hudson, 1995)

Manejo de la vegetación:

La vegetación desempeña un papel crucial en la protección del suelo contra la erosión hídrica al proporcionar cobertura vegetal que protege el suelo de la acción directa de la lluvia y el viento.

El manejo adecuado de la vegetación incluye prácticas como la reforestación de áreas degradadas, la protección de bosques y áreas naturales, la siembra de setos vivos y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles que minimizan la pérdida de vegetación y la degradación del suelo.

Ingeniería de suelos y estructuras de control:

La ingeniería de suelos y las estructuras de control son técnicas utilizadas para estabilizar el suelo y reducir la erosión en áreas propensas a la pérdida de suelo.

Esto puede incluir la construcción de muros de contención, terraplenes, diques y revestimientos de suelos para proteger las áreas

vulnerables y controlar el flujo de agua. Estas estructuras ayudan a mantener la integridad del suelo y a prevenir la erosión en áreas críticas.

En resumen, el control de la erosión hídrica es fundamental para proteger los recursos naturales y mantener la sostenibilidad de los sistemas naturales y humanos. Al implementar prácticas de conservación del suelo, control de la escorrentía, manejo de la vegetación y estructuras de control, se puede minimizar la erosión del suelo y promover la salud del medio ambiente. (Hudson, 1995)

Erosión Eólica:

La erosión eólica es otro tipo importante de erosión del suelo, que ocurre cuando el viento levanta y transporta partículas de suelo de un lugar a otro. Este tipo de erosión es más común en regiones áridas y semiáridas, donde la vegetación es escasa y el suelo está suelto y seco.

Cuando el viento sopla a través de estas áreas, puede levantar y transportar grandes cantidades de arena y polvo, creando dunas y depositando sedimentos en otras áreas. La erosión eólica puede tener graves consecuencias, incluyendo la pérdida de suelo fértil, la degradación del paisaje y la contaminación del aire. (Montgomery, 1997)

Erosión Glacial:

La erosión glacial es un tipo de erosión del suelo que ocurre en regiones donde hay glaciares y casquetes de hielo. Cuando un glaciar se mueve a través de un paisaje, puede arrancar y transportar grandes cantidades de roca y suelo, tallando valles profundos y creando características geográficas distintivas, como morrenas y fiordos.

Este proceso de erosión puede ser extremadamente poderoso y puede dar forma al paisaje durante miles de años. La erosión glacial es un factor importante en la formación y evolución del relieve en regiones montañosas y polares.

Erosión Costera:

La erosión costera es un tipo de erosión del suelo que ocurre en áreas cercanas a la costa, donde la acción de las olas y las mareas puede desgastar y transportar sedimentos. Las olas golpean la costa con una fuerza considerable, desprendiendo partículas de suelo y erosionando acantilados y playas.

Este proceso puede ser especialmente pronunciado durante tormentas severas y eventos climáticos extremos. La erosión costera puede tener importantes consecuencias para las comunidades costeras, incluyendo la pérdida de terreno, la destrucción de infraestructuras y la pérdida de hábitat para la vida silvestre.

En resumen, la erosión del suelo puede ocurrir de diversas formas, dependiendo de los factores ambientales y las actividades humanas. Los tipos más comunes incluyen la erosión hídrica, la erosión eólica, la erosión glacial y la erosión costera.

Estos procesos pueden tener graves consecuencias para el medio ambiente y la sociedad, incluyendo la pérdida de suelo fértil, la degradación del paisaje y la pérdida de hábitat para la vida silvestre. (Montgomery, 1997)

Figura 3

Erosión del suelo



Nota. Erosión del suelo. Fuente. (Montgomery, 1997).

Causas de la erosión del suelo

La erosión del suelo es un proceso complejo influenciado por una variedad de factores naturales y humanos. A continuación, exploraremos algunas de las causas más significativas de la erosión del suelo, basadas en fuentes bibliográficas patentadas.

Deforestación:

La deforestación es una de las principales causas de erosión del suelo en muchas partes del mundo. Cuando se talan árboles para la agricultura, la construcción o la explotación maderera, se elimina la cubierta vegetal que protege el suelo de la erosión.

Sin la protección de la vegetación, el suelo se vuelve vulnerable a la acción del viento y la lluvia, lo que puede resultar en la pérdida de suelo fértil y la degradación del paisaje. (Lal R. , Soil erosion impact on agronomic productivity and environment quality. Critical Reviews in Plant Sciences, 1998)

Agricultura intensiva:

La agricultura intensiva, especialmente en laderas pronunciadas o suelos vulnerables, puede aumentar significativamente la erosión del suelo. El arado y la labranza excesiva pueden romper la estructura del suelo y dejarlo expuesto a la acción del agua y el viento.

Además, el uso de fertilizantes y pesticidas puede alterar la composición del suelo y reducir su capacidad para retener agua y nutrientes, lo que aumenta su susceptibilidad a la erosión (Lal R. , Soil erosion impact on agronomic productivity and environment quality. Critical Reviews in Plant Sciences, 1998).

2.2.4. MODELO RUSLE

El Modelo de Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (RUSLE, por sus siglas en inglés) es una herramienta ampliamente

utilizada para predecir y cuantificar la erosión del suelo en diferentes paisajes y condiciones ambientales. Desarrollado por primera vez en la década de 1960 por investigadores del Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos (USDA), el RUSLE ha sido revisado y mejorado a lo largo de los años para reflejar mejor los procesos de erosión del suelo y las prácticas de manejo de tierras. (Renard, 1997)

El modelo RUSLE se basa en la premisa de que la erosión del suelo es el resultado de la interacción de varios factores, incluyendo la erosividad de la lluvia, la erosión del suelo, la longitud y la pendiente del terreno, la cobertura vegetal y las prácticas de manejo de tierras. Estos factores se combinan en una ecuación matemática para calcular la tasa de erosión del suelo en una ubicación específica durante un período de tiempo determinado.

La ecuación RUSLE se formula de la siguiente manera:

Ecuación 1

Ecuación RUSLE

$$E = R * K * LS * C * P$$

Donde:

E representa la tasa de erosión del suelo (en toneladas por hectárea por año).

R es el factor de erosividad de la lluvia, que mide la capacidad de la lluvia para causar erosión del suelo.

K es el factor de erodabilidad del suelo, que indica la susceptibilidad del suelo a la erosión.

LS es el factor de longitud y pendiente del terreno, que tiene en cuenta la longitud de la pendiente y la pendiente del terreno.

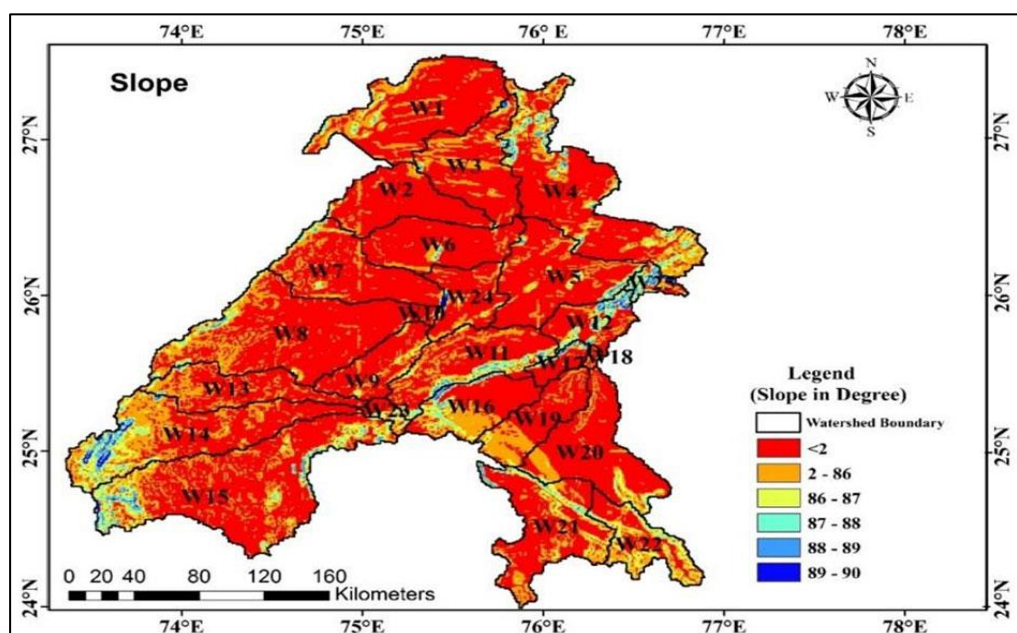
C es el factor de cobertura vegetal, que considera el efecto de la vegetación en la reducción de la erosión del suelo.

P es el factor de prácticas de manejo de tierras, que refleja el impacto de las prácticas de manejo de tierras en la erosión del suelo.

El modelo RUSLE ha sido ampliamente aplicado en estudios de erosión del suelo en una variedad de paisajes y regiones de todo el mundo. Se ha utilizado para evaluar el impacto de diferentes prácticas de manejo de tierras, como la siembra de cobertura, la rotación de cultivos y la construcción de terrazas, en la erosión del suelo.

También se ha utilizado para pronosticar la erosión del suelo en diferentes escenarios climáticos y de uso de la tierra, lo que permite a los planificadores y gestores de recursos naturales tomar decisiones informadas sobre la gestión de la tierra y la conservación del suelo.

En resumen, el modelo RUSLE es una herramienta poderosa y versátil para predecir y cuantificar la erosión del suelo en una variedad de paisajes y condiciones ambientales. Su capacidad para integrar múltiples factores y su facilidad de uso lo convierten en una herramienta invaluable para la gestión de recursos naturales y la conservación del suelo en todo el mundo. (Renard, 1997)



2.2.5. CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Las cuencas hidrográficas son áreas de drenaje natural del agua, donde toda la precipitación que cae en una determinada región fluye hacia un único punto de salida, como un río, un lago o un océano.

Son elementos fundamentales en el ciclo hidrológico de la Tierra, ya que regulan el flujo y la distribución del agua a lo largo de la superficie terrestre. Estas cuencas se forman por la topografía del terreno, ya que el agua tiende a fluir desde las áreas más altas hacia las más bajas. (Maidment D. R., 1993)

La gestión de las cuencas hidrográficas es crucial para garantizar la disponibilidad y la calidad del agua, así como para minimizar los riesgos de inundaciones y sequías. Para comprender y gestionar adecuadamente una cuenca hidrográfica, es necesario considerar varios aspectos, como la geología, la geomorfología, el clima, la vegetación, el suelo, y las actividades humanas que tienen lugar en la cuenca.

La geología y la geomorfología de una cuenca determinan en gran medida su forma y características físicas. Las montañas y las mesetas pueden actuar como divisores de aguas, dirigiendo el flujo de agua hacia diferentes cursos fluviales. La forma y el tamaño de una cuenca también influirán en la velocidad y la cantidad de agua que fluye a través de ella.

El clima es otro factor importante que influye en el comportamiento de una cuenca hidrográfica. Las precipitaciones y las temperaturas afectan la cantidad de agua que entra en la cuenca, así como la tasa de evaporación y la vegetación presente en ella. Las variaciones estacionales en el clima pueden dar lugar a patrones de flujo de agua estacionales, con períodos de inundaciones durante las estaciones húmedas y sequías durante las estaciones secas. (Maidment D. R., 1993)

La vegetación desempeña un papel crucial en la gestión de las cuencas hidrográficas, ya que ayuda a regular el ciclo del agua y protege

el suelo de la erosión. Las raíces de las plantas ayudan a retener el suelo, evitando así la escorrentía superficial y la erosión del suelo. Además, la vegetación puede filtrar contaminantes y mejorar la calidad del agua en la cuenca.

El suelo también es un componente importante de las cuencas hidrográficas, ya que afecta a la infiltración del agua y a la retención de nutrientes y contaminantes. Los suelos con una estructura porosa y una buena capacidad de retención de agua son fundamentales para mantener un flujo de agua saludable y prevenir la erosión del suelo.

Las actividades humanas, como la agricultura, la urbanización, la minería y la deforestación, pueden tener un impacto significativo en las cuencas hidrográficas. El uso no sostenible de la tierra puede provocar la degradación del suelo, la contaminación del agua y la pérdida de biodiversidad. Por lo tanto, es crucial adoptar prácticas de gestión sostenible que protejan y restauren la salud de las cuencas hidrográficas.

En conclusión, las cuencas hidrográficas son sistemas complejos que juegan un papel fundamental en el ciclo del agua y en la provisión de recursos hídricos. La comprensión de los procesos y factores que influyen en las cuencas hidrográficas es esencial para su gestión y conservación a largo plazo (Maidment, 1993).

Delimitación de cuencas

La delimitación de una cuenca es un proceso crucial en la gestión y el estudio de los recursos hídricos, ya que permite identificar y comprender el área de drenaje natural de un cuerpo de agua específico. Este proceso implica definir los límites geográficos de la cuenca, identificando los puntos de división de aguas que separan una cuenca de otra.

La delimitación de una cuenca hidrográfica se basa en una serie de técnicas y herramientas geoespaciales que ayudan a recopilar y analizar

datos topográficos, geológicos, hidrológicos y de uso del suelo. (Maidment D. R., 2002)

Una de las técnicas más comunes para delimitar una cuenca es el uso de modelos digitales de elevación (DEM, por sus siglas en inglés), que proporcionan información detallada sobre la topografía del terreno. Estos modelos permiten identificar las líneas de división de aguas, es decir, las crestas de las montañas o las colinas que separan las aguas que fluyen hacia diferentes cursos fluviales.

Utilizando software de SIG (Sistemas de Información Geográfica), los analistas pueden trazar estas líneas de división de aguas y delinear el contorno de la cuenca hidrográfica.

Otro enfoque común para delimitar una cuenca es utilizar imágenes de satélite y datos de teledetección para identificar características físicas y de uso del suelo dentro de la cuenca. Estas imágenes pueden proporcionar información sobre la vegetación, la erosión del suelo, la urbanización y otros aspectos importantes que influyen en el ciclo del agua.

Al combinar esta información con datos topográficos e hidrológicos, los investigadores pueden delinear con mayor precisión los límites de la cuenca y comprender mejor su funcionamiento hidrológico.

La delimitación de una cuenca también puede requerir el uso de datos de caudales y flujos de agua en diferentes puntos dentro de la cuenca. Estos datos pueden ser recopilados a través de estaciones hidrométricas y estaciones meteorológicas distribuidas en la región de estudio.

Al analizar la distribución espacial de los flujos de agua y la relación entre las precipitaciones y los caudales, los investigadores pueden definir los límites de la cuenca de manera más precisa y comprender mejor su comportamiento hidrológico. (Maidment D. R., 2002)

En resumen, la delimitación de una cuenca hidrográfica es un proceso multidisciplinario que combina técnicas de topografía, teledetección, hidrología y SIG para identificar y definir los límites geográficos de un área de drenaje natural. Este proceso es fundamental para comprender y gestionar adecuadamente los recursos hídricos en una región determinada. (Maidment D. R., 2002)

Figura 4

Delimitación de una cuenca



Nota. Delimitación de una cuenca. Fuente: (Maidment D. R., 2002)

Las cuencas hidrográficas son áreas de tierra definidas por líneas de división de aguas, donde toda el agua que cae dentro de sus límites fluye hacia un punto común de salida, como un río, lago o mar. Estas áreas son fundamentales en el ciclo del agua, ya que regulan el flujo de agua superficial y subterránea, así como la disponibilidad y calidad del agua en una región determinada.

Para comprender mejor este concepto, es importante explorar algunos aspectos clave relacionados con las cuencas hidrográficas. (Maidment D. R., 2002)

Topografía y geografía:

La topografía del terreno es un factor fundamental en la formación y delimitación de las cuencas hidrográficas. Las montañas, colinas y valles determinan la dirección y el patrón de flujo del agua, ya que el agua tiende a moverse de las áreas elevadas hacia las más bajas.

Las líneas de división de aguas, también conocidas como cordilleras o divisores de aguas, separan las cuencas hidrográficas entre sí, definiendo los límites de cada área de drenaje.

Ciclo del agua:

Las cuencas hidrográficas desempeñan un papel crucial en el ciclo del agua, que incluye la evaporación, condensación, precipitación, escorrentía, infiltración y almacenamiento del agua. El agua cae en forma de lluvia o nieve dentro de una cuenca, luego puede infiltrarse en el suelo, fluir hacia arroyos y ríos, o evaporarse de la superficie terrestre.

Este ciclo continuo de movimiento de agua es esencial para mantener el equilibrio hidrológico de una región. (Maidment D. R., 2002)

Interacciones naturales y humanas:

Las actividades humanas, como la agricultura, la urbanización, la deforestación y la construcción de infraestructuras, pueden tener un impacto significativo en las cuencas hidrográficas. La deforestación, por ejemplo, puede alterar el ciclo del agua al reducir la capacidad del suelo para retener agua y aumentar la escorrentía superficial.

Del mismo modo, la urbanización puede aumentar la escorrentía y la contaminación del agua debido al aumento de la superficie impermeable.

Gestión de recursos hídricos:

La gestión de las cuencas hidrográficas es fundamental para garantizar el uso sostenible y la conservación de los recursos hídricos. Esto incluye la implementación de prácticas de conservación del suelo y del agua, la protección de las áreas de recarga de acuíferos, la restauración de hábitats acuáticos y la regulación del uso del agua.

La gestión integrada de los recursos hídricos involucra a múltiples partes interesadas, incluidos gobiernos, comunidades locales, organizaciones no gubernamentales y el sector privado.

En conclusión, las cuencas hidrográficas son componentes vitales del sistema terrestre que regulan el ciclo del agua y la disponibilidad de recursos hídricos en una región determinada. Comprender los conceptos importantes relacionados con las cuencas hidrográficas es fundamental para su gestión y conservación a largo plazo. (Maidment D. R., 2002)

2.2.6. IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIOECONÓMICOS

Los impactos ambientales y socioeconómicos se refieren a los efectos que las actividades humanas y los cambios en el medio ambiente tienen en los sistemas naturales, así como en las comunidades humanas que dependen de ellos. Estos impactos pueden manifestarse de diversas formas y pueden tener consecuencias tanto a corto como a largo plazo.

Es importante comprender estos impactos para poder tomar decisiones informadas sobre el manejo y la conservación de los recursos naturales. (Ambiente)., 2002)

Impactos ambientales:

Los impactos ambientales abarcan una amplia gama de efectos adversos en los sistemas naturales, incluida la pérdida de biodiversidad, la degradación del suelo, la contaminación del aire y del agua, el cambio climático y la alteración de los ecosistemas.

Por ejemplo, la deforestación puede llevar a la pérdida de hábitats de especies silvestres y a la fragmentación del paisaje, lo que afecta negativamente la biodiversidad. Del mismo modo, la contaminación del agua por desechos industriales y agrícolas puede causar la muerte de especies acuáticas y la degradación de los ecosistemas acuáticos. (Ambiente)., 2002)

Impactos socioeconómicos:

Los impactos socioeconómicos se refieren a los efectos que tienen los cambios ambientales en las comunidades humanas y en su bienestar económico y social. Estos impactos pueden incluir la pérdida de medios de vida, la inseguridad alimentaria, la migración forzada, la disminución de los ingresos, la degradación de la salud humana y el aumento de los conflictos sociales.

Por ejemplo, la deforestación puede afectar negativamente a las comunidades locales que dependen de los recursos forestales para obtener alimentos, medicinas y materiales de construcción.

Interacciones entre impactos ambientales y socioeconómicos:

Los impactos ambientales y socioeconómicos suelen estar interconectados y pueden tener efectos en cascada en los sistemas naturales y humanos.

Por ejemplo, la deforestación puede aumentar la vulnerabilidad de las comunidades locales a los desastres naturales, como las inundaciones y los deslizamientos de tierra, lo que a su vez puede provocar la pérdida de vidas humanas y daños materiales.

Del mismo modo, la degradación del suelo puede reducir la productividad agrícola y aumentar la inseguridad alimentaria en las comunidades rurales. (Ambiente)., 2002)

Es importante tener en cuenta que los impactos ambientales y socioeconómicos pueden variar según el contexto geográfico, cultural, económico y político.

Por lo tanto, es fundamental realizar evaluaciones integrales de impacto ambiental y social para comprender mejor los efectos de las actividades humanas en el medio ambiente y en las comunidades que dependen de él (Ambiente, 2002).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Cobertura Vegetal: Se refiere a la presencia y densidad de plantas en un área determinada. Esta vegetación desempeña un papel crucial en la protección del suelo contra la erosión y en la regulación del ciclo del agua (Ambiente)., 2002)

Cuenca: Es un área de tierra delimitada por una divisoria de aguas, donde toda el agua que cae dentro de ella converge hacia un punto común, como un río, lago o embalse (UNALM, 2018)

Degradación: Se refiere al proceso de deterioro o pérdida de las características naturales y funcionales del suelo y del medio ambiente en general. Esto puede ser causado por factores como la erosión, la deforestación y la contaminación (Renard K. G., 1984)

Degradación del suelo: Se refiere al proceso gradual de pérdida de calidad y fertilidad del suelo debido a actividades humanas, como la agricultura intensiva, la deforestación y la contaminación (Maidment D. R., 1993)

Erosión: Es el proceso gradual de desgaste y remoción de la capa superficial del suelo debido a la acción del agua, el viento o la actividad humana, lo que puede tener consecuencias significativas en el medio ambiente. (Renard K. G., 1984)

Erosión del suelo: La erosión del suelo es la pérdida gradual de la capa superficial de la tierra debido a la acción del agua, el viento o la actividad humana. Este proceso puede resultar en la degradación del suelo y la pérdida de su fertilidad (Renard K. G., 1984)

Modelo RUSLE: Es una herramienta que permite predecir la erosión del suelo mediante la evaluación de factores como la erosividad de la lluvia, la erosión del suelo y el manejo de la tierra (Montgomery, 1997)

Pendiente: Es la inclinación del terreno medida en grados o porcentaje de elevación. Es un factor importante en la erosión del suelo, ya que influye en la velocidad y dirección del flujo de agua (Renard K. G., 1997)

Relieve: Se refiere a las diferentes formas y características físicas de la superficie terrestre, como montañas, valles, colinas y llanuras. Es fundamental para determinar el flujo del agua y la distribución de la vegetación (Ambiente), 2002)

2.4. HIPÓTESIS

HG: El análisis de los factores de la pérdida del suelo por erosión hídrica aplicando el enfoque RUSLE en la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul, está expuesta a una erosión media.

H0: El análisis de los factores de la pérdida del suelo por erosión hídrica aplicando el enfoque RUSLE en la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul, no está expuesta a una erosión media.

2.5. VARIABLES

Variable dependiente

Erosión media

Variable independiente

Factores contribuyentes a la pérdida de suelo.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
Erosión media	Variable dependiente	• Medida mediante la tasa de pérdida de suelo. • Calculada mediante técnicas de monitoreo y análisis de sedimentos en puntos estratégicos dentro de la cuenca.	Cantidad de suelo erosionado por unidad de tiempo, expresado en toneladas por hectárea por año.
Factores contribuyentes a la pérdida de suelo.	Variable Independiente	Uso de la tierra: Medición mediante análisis de imágenes satelitales para determinar la cobertura vegetal, áreas urbanas y zonas agrícolas.	• Cobertura vegetal: Porcentaje de área cubierta por vegetación en la cuenca. • Áreas urbanas: Porcentaje de área ocupada por infraestructuras urbanas. • Zonas agrícolas: Porcentaje de área dedicada a actividades agrícolas.
		Características de la cuenca: • Longitud y pendiente del terreno obtenidas a partir de datos topográficos. • Tipo de suelo evaluado mediante análisis de muestras recogidas en campo.	• Longitud del terreno: Longitud total del terreno de la cuenca, medida en kilómetros. • Pendiente del terreno: Porcentaje promedio de inclinación del terreno en la cuenca. • Tipo de suelo: Categorización del suelo según textura, contenido de materia orgánica y otros factores relevantes.

Condición pluvial: Registro de datos de precipitación obtenidos de estaciones meteorológicas cercanas.	• Registro de precipitación: Cantidad de lluvia registrada en milímetros durante un período específico de tiempo.
--	---

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

La investigación pertenece a un enfoque de investigación empírico-analítico. Este enfoque se centra en la recopilación de datos observacionales y la posterior aplicación de análisis estadísticos o modelos para probar relaciones causales o predictivas entre variables. En este caso, se propone evaluar cómo el uso de la tierra, las características de la cuenca y la condición pluvial influyen en el nivel de erosión en la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul. La metodología implica la recolección de datos empíricos sobre el terreno, como el mapeo del uso del suelo, mediciones topográficas y registros pluviométricos, seguido de análisis estadísticos o modelos de erosión para examinar las relaciones entre estas variables y el nivel de erosión. Este enfoque permitirá una evaluación rigurosa y cuantitativa de la hipótesis.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Este proyecto de investigación tiene un alcance descriptivo, ya que se basa en encontrar los factores contribuyentes a la pérdida de suelo La cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul.

3.1.3. DISEÑO

La investigación tratada se considerará un diseño de investigación no experimental debido a que el investigador no manipula directamente las variables de estudio. Se limita a observar y describir fenómenos tal como se presentan en su entorno natural, buscando establecer relaciones entre variables sin intervenir en ellas (Babbie, 2016).

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Es el conjunto completo de individuos, objetos o eventos que comparten una característica común y son objeto de estudio. Es la totalidad sobre la cual se generalizan los hallazgos de la investigación. (Babbie, 2016)

El estudio se basa en la población del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul, dentro del Distrito De Quisqui - Huánuco, como el grupo demográfico principal analizado.

3.2.2. MUESTRA

La muestra es un subconjunto representativo de la población de estudio, seleccionado de manera sistemática para proporcionar datos que permitan inferir conclusiones sobre la población más amplia. (Babbie, 2016)

La muestra de este estudio se definirá como el territorio comprendido dentro de la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul – Quisqui – Huánuco.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos en esta investigación se emplearon diversas técnicas, siendo la principal la observación directa en el campo de estudio, la cual permitió registrar las características visibles del terreno y las condiciones ambientales. Como instrumentos, se utilizaron el muestreo de suelo para obtener datos físicos y químicos representativos, mediciones hidrológicas para registrar parámetros como la precipitación y la escorrentía, y herramientas de teledetección mediante imágenes satelitales y sistemas de información geográfica (SIG), que facilitaron la delimitación de la cuenca y el análisis espacial de los factores de erosión hídrica bajo el enfoque del modelo RUSLE.

3.4. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Observación directa: Los investigadores podrían realizar inspecciones en el terreno para evaluar visualmente la erosión del suelo y las características de la cuenca. Esto podría incluir la medición de la erosión en puntos específicos utilizando métodos como el clavado de estacas o la instalación de dispositivos de monitoreo. (Babbie, 2016)

Muestreo de Suelo: Se podrían recoger muestras de suelo en diferentes puntos de la cuenca para analizar su textura, estructura, contenido de materia orgánica y otros parámetros relevantes para la erosión. Esto podría realizarse utilizando herramientas como cilindros de acero inoxidable o sondas de suelo. (Babbie, 2016)

Mediciones Hidrológicas: Se podrían utilizar medidores de caudal para evaluar el flujo de agua en diferentes puntos de la cuenca. Esto ayudaría a entender cómo el escurrimiento superficial contribuye a la erosión del suelo. Además, se podrían instalar pluviómetros para registrar la cantidad y distribución de la precipitación. (Babbie, 2016)

Teledetección: Se podrían utilizar imágenes de satélite y datos de teledetección para realizar análisis espaciales y obtener información sobre la cobertura vegetal, la topografía y otros aspectos de la cuenca a diferentes escalas espaciales.

Estas son solo algunas de las técnicas e instrumentos que podrían utilizarse en la recolección de datos para esta tesis. La elección específica dependerá de los objetivos de investigación y la metodología seleccionada. (Babbie, 2016).

Para la presentación de datos se utilizará lo siguiente:

Tabla 2

Instrumento de recolección de datos

Punto de Muestreo	Coorden	Elevación (m)	Distancia Horizontal (m)	Distancia Vertical (m)	Ángulo de Inclinación (°)	Observaciones	Fotografía (ID)
	adas GPS (Latitud, Longitud)						
PM01							
PM02							
PM03							
PM04							
PM05							
PM06							

Nota. Formulario de Registro de Datos.

3.5. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para procesar y analizar la información del presente proyecto de investigación sobre la pérdida de suelo por erosión hídrica en la cuenca de Santa Rosa de Monte Azul, estoy considerando utilizar diferentes herramientas. En primer lugar, tengo la intención de emplear programas como ArcGIS o QGIS para visualizar y analizar los mapas de la cuenca, así como los datos relacionados con la topografía y la cobertura vegetal. Luego, planeo aplicar técnicas estadísticas para investigar si existe alguna relación entre la erosión y variables como la precipitación o el tipo de suelo. Finalmente, mi objetivo es interpretar los resultados obtenidos para comprender su significado y cómo pueden contribuir a la gestión de la erosión del suelo en esta área específica.

3.6. ASPECTOS ÉTICOS

Durante el desarrollo de la investigación se garantizaron los principios éticos fundamentales, respetando la integridad del entorno natural sin alterar significativamente los ecosistemas intervenidos y evitando la difusión de datos personales de los habitantes del área de estudio. Asimismo, se obtuvo el

consentimiento para ingresar a terrenos agrícolas cuando fue necesario, y se aseguraron prácticas responsables en la recolección de muestras, manteniéndose el rigor científico sin comprometer el bienestar social ni ambiental de la comunidad local.

CAPÍTULO IV

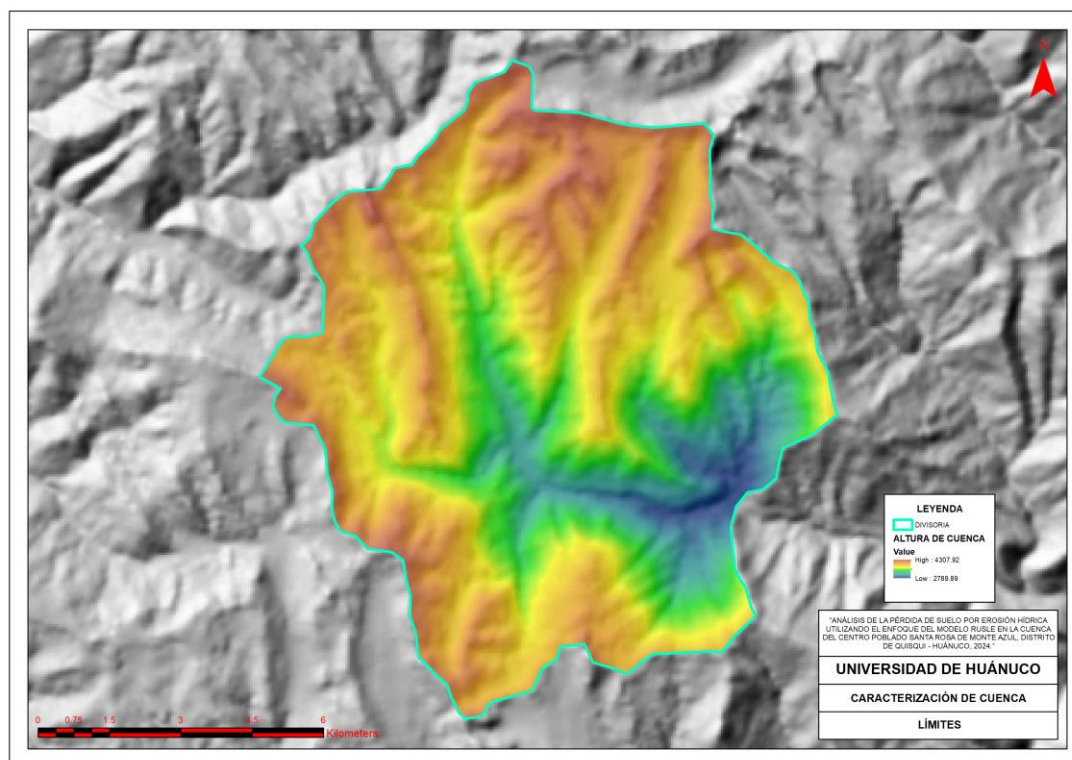
RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS

DELIMITACIÓN DE CUENCA

Figura 5

Delimitación de cuenca



Nota. A partir de la selección de los modelos de elevación digital que contienen a la cuenca en la zona de Santa Rosa de Monte Azul, se pudo identificar de la figura que cuenta con un rango de elevaciones entre 2789 a 4307 msnm, con la identificación de los límites que componen a la cuenca se lograron determinar lo siguiente.

Tabla 3

Geometría de la cuenca

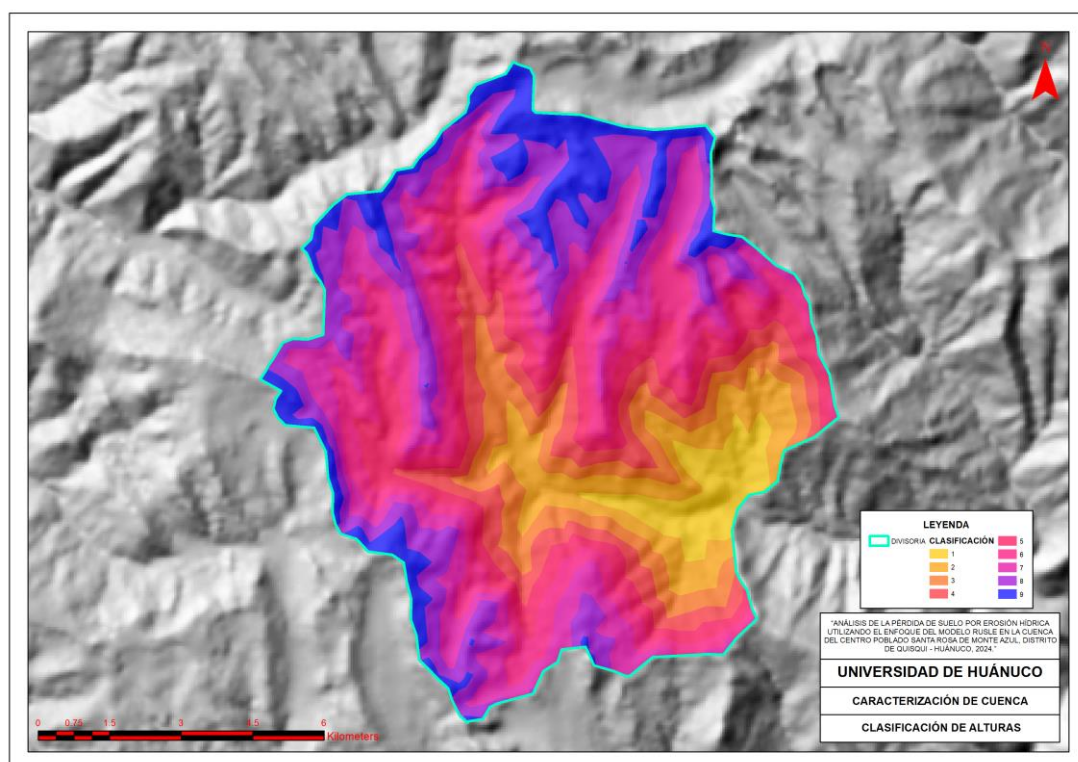
PARÁMETROS DE FORMA	
SUPERFICIE	100.79 km ²
PERÍMETRO	56.00 km
CENTROIDE ESTE	339455.28 m
CENTROIDE NORTE	8908129.25 m
CENTROIDE COTA	3777.85 msnm

ALTURA MÍNIMA	2789.89 msnm
ALTURA MÁXIMA	4307.92 msnm
ANCHO DE CUENCA	13.54 km
LARGO DE CUENCA	10.40 km

Nota. El modelo GIS de la cuenca de interés arrojó los parámetros geométricos que componen a la cuenca, se determinó que la cuenca de interés posee un área de 100.79 km², con un perímetro de 56.00 km, un ancho de cuenca de 13.54 km y un largo de la cuenca de 10.40 km. Así mismo al tener un modelo de elevación completo para el área de interés se pudo determinar características geográficas de la cuenca, se determinó que las coordenadas del centroide de la cuenca son 339455.28 E, 8908129.25 N y una elevación de 3777.85 msnm.

Figura 6

Reclasificación de alturas



Nota. Para la caracterización altitudinal de la cuenca de investigación, se elaboró una reclasificación de las alturas en un total de 09 rangos, los cuales contienen en su totalidad la amplitud de la cuenca, con dicha información se pudo elaborar un modelo de polígono de frecuencia y curva hipsométrica característica.

Tabla 4

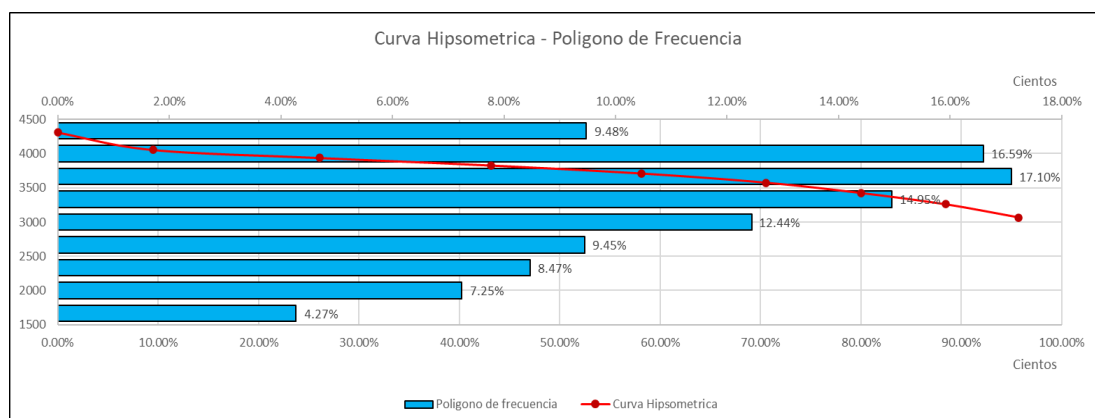
Reclasificación de alturas

INFERIOR	SUPERIOR	MEDIANA	SUPERFICIE	ACUMULADA	SUPERFICIE BAJO LA CV	% DE SUPERFICIE	SUPERFICIE SOBRE LA CURVA
2789	3068	2928.5	4.37	4.37	97.82	4.27	95.73
3068	3259	3163.5	7.41	11.77	90.42	7.25	88.48
3259	3425	3342	8.65	20.43	81.76	8.47	80.01
3425	3576	3500.5	9.65	30.08	72.11	9.45	70.57
3576	3710	3643	12.71	42.79	44.12	12.44	58.12
3710	3826	3768	15.28	58.07	44.12	14.95	43.17
3826	3936	3881	17.48	75.55	26.64	17.10	26.07
3936	4054	3995	16.96	92.50	9.69	16.59	9.48
4054	4307	4180.5	9.69	102.19	0.00	9.48	0.00

Nota. Como se evidenció en la figura anterior la cuenca fue reclasificada en un total de 09 rangos altitudinales con la finalidad de determinar las características del polígono de frecuencia y su respectiva curva hipsométrica, los rangos tomados en cuenta van desde los 2789 msnm a los 4307 msnm integrando así a la cuenca en toda la amplitud altitudinal.

Figura 7

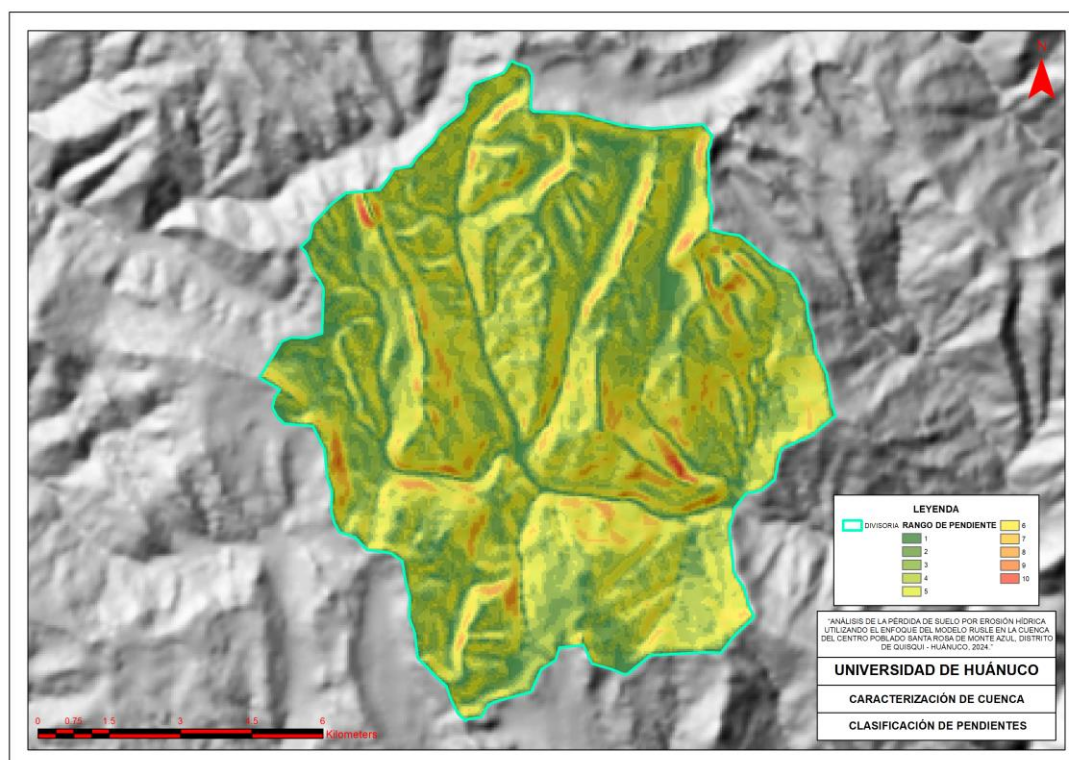
Curva hipsométrica y polígono de frecuencia



Nota. De la curva hipsométrica, según la forma que presenta se puede deducir que la cuenca se encuentra en un estado maduro en su desarrollo y que puede ser propenso a las crecidas a causa de los incrementos en las precipitaciones y por ende presentar una erosión hidrológica, según la determinación del polígono de frecuencias se pudo evidenciar que la altura más frecuente en la cuenca fue de 3881 msnm, con un porcentaje de 17.10% del total de la superficie de la cuenca.

Figura 8

Pendiente de la cuenca



Nota. Con el procesamiento de la información del modelo digital de elevación se lograron identificar las pendientes que componen a la cuenca, para la estimación de la pendiente promedio se elaboró una reclasificación de la cuenca en 10 rangos los cuales comprenden desde un 0% de pendiente hasta un 100% de pendiente con la finalidad de estimar la pendiente promedio de la cuenca de interés.

Tabla 5

Clasificación de pendientes

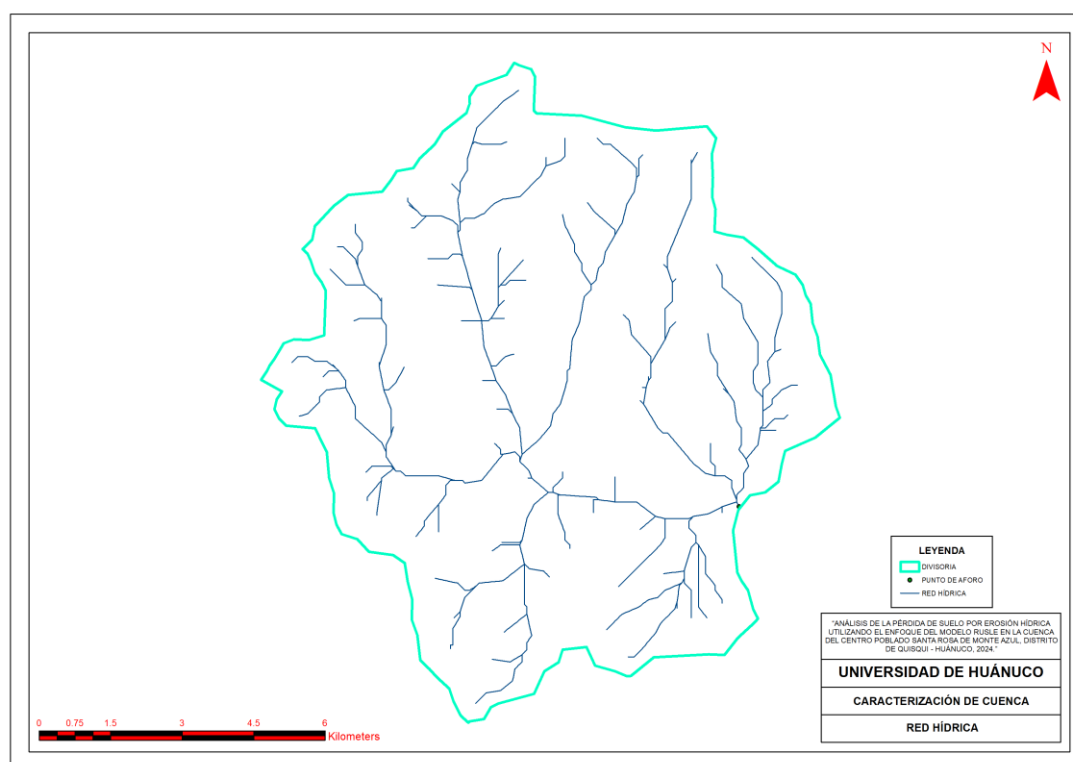
PENDIENTE DE LA CUENCA				
RANGO		PROM	REPE	MULT
INF	SUP			
0 %	10 %	5	2248	11240
10 %	20 %	15	5054	75810
20 %	30 %	25	8471	211775
30 %	40 %	35	11082	387870
40 %	50 %	45	8514	383130
50 %	60 %	55	3871	212905
60 %	70 %	65	1292	83980
70 %	80 %	75	281	21075
80 %	90 %	85	47	3995

90 %	100 %	95	22	2090
Total			40882	1393870
Pendiente promedio de la Cuenca			34.09	

Nota. Los 10 rangos de reclasificación para las pendientes de la cuenca se presentan en la tabla anterior de ella a partir de la cuantificación de las repeticiones en la cuenca y la estimación de los valores promedios de pendiente en cada rango establecido se pudo determinar que en promedio la cuenca presenta un pendiente de 34%.

Figura 9

Red de ríos de la cuenca



Nota. La delimitación y la identificación del modelo digital de elevación que corresponde a la cuenca de interés facilitó a partir de la topografía la determinación de los cauces que comprende la cuenca, evidenciándolo en la figura precedente con ello se puede observar que la red hídrica presenta un nivel de 4 grado en su caracterización.

Tabla 6*Caracterización de los ríos*

CARACTERIZACIÓN DE LOS RÍOS					
# ORDEN	REP	LONG	REPE	PENDIENT	PRODUCTO
1	83	56.98	1137	30.72	34931.85
2	15	37.59	774	21.14	16365.51
3	5	12.18	244	20.04	4889.79
4	1	5.21	103	17.20	1771.20
Longitud Total		111.95	2258		57958.35
Pendiente promedio				25.67	

Nota. En la caracterización de las redes hídricas de la cuenca de interés se pudo determinar que el cauce principal que recorre la cuenca presenta una longitud de 5.21 km, mientras que la red completa de los cauces es de 111.95 km, con la caracterización de las pendientes de la cuenca se pudo estimar que para los cauces estos presentan una pendiente promedio de 25.67%.

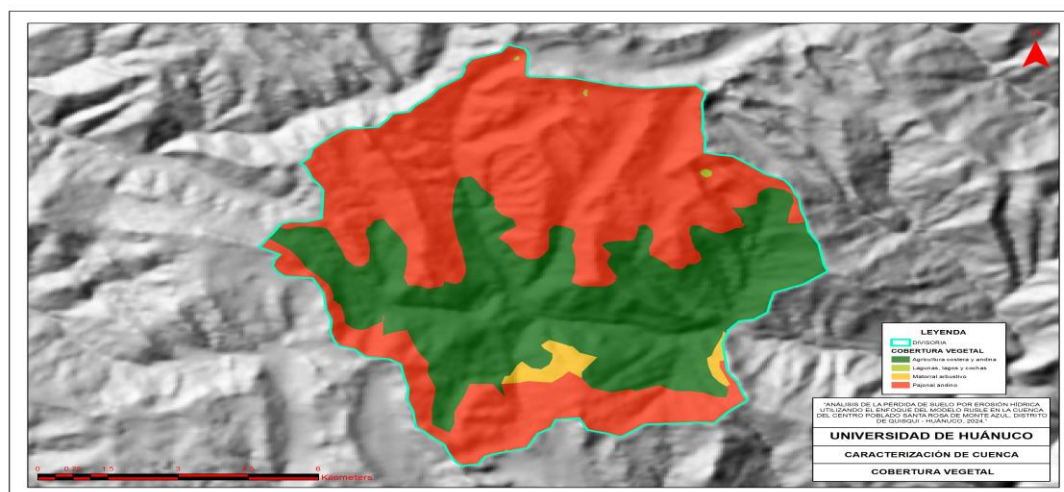
Tabla 7*Factores de forma de la cuenca*

Parámetros Geomorfológicos de la cuenca				
Nombre del Parámetro		Símbolo	Valor	Unidad
Factor Forma		F	1.30	S/N
Índice de Gravelious (Compacidad)		K	1.56	S/N
Rectángulo Equivalente (Lado Mayor)		L	23.76	km
Rectángulo Equivalente (Lado Menor)		I	4.24	km
Densidad de Drenaje		Dd	1.11	u/km ²
Índice de pendiente		Ip	0.60	S/N

Nota. Con la estimación de los valores geométricos y morfológicos de la cuenca se lograron estimar los factores que caracterizan a la cuenca de manera preliminar, de ello se pudo determinar que el factor de forma es de 1.30, el índice de compacidad es de 1.56, para la elaboración del rectángulo equivalente se pudo determinar que los lados son de 23.76 y 4.24 km para el lado mayor y menor, el valor de la densidad de drenaje fue de 1.11 y el índice de pendiente de la cuenca fue de 0.60. Con dichos valores característicos se pudo identificar que la cuenca presenta una actividad hídrica activa con lo cual los efectos erosivos a causa de ella pueden ser relevantes en la caracterización del suelo.

Figura 10

Coberturas vegetales de la cuenca



Nota. De la identificación de los suelos de la cuenca se pudo identificar 04 tipos de coberturas para la cuenca, los cuales fueron: Agricultura andina, lagunas, Matorrales y Pajonales.

Tabla 8

Superficie de coberturas vegetales

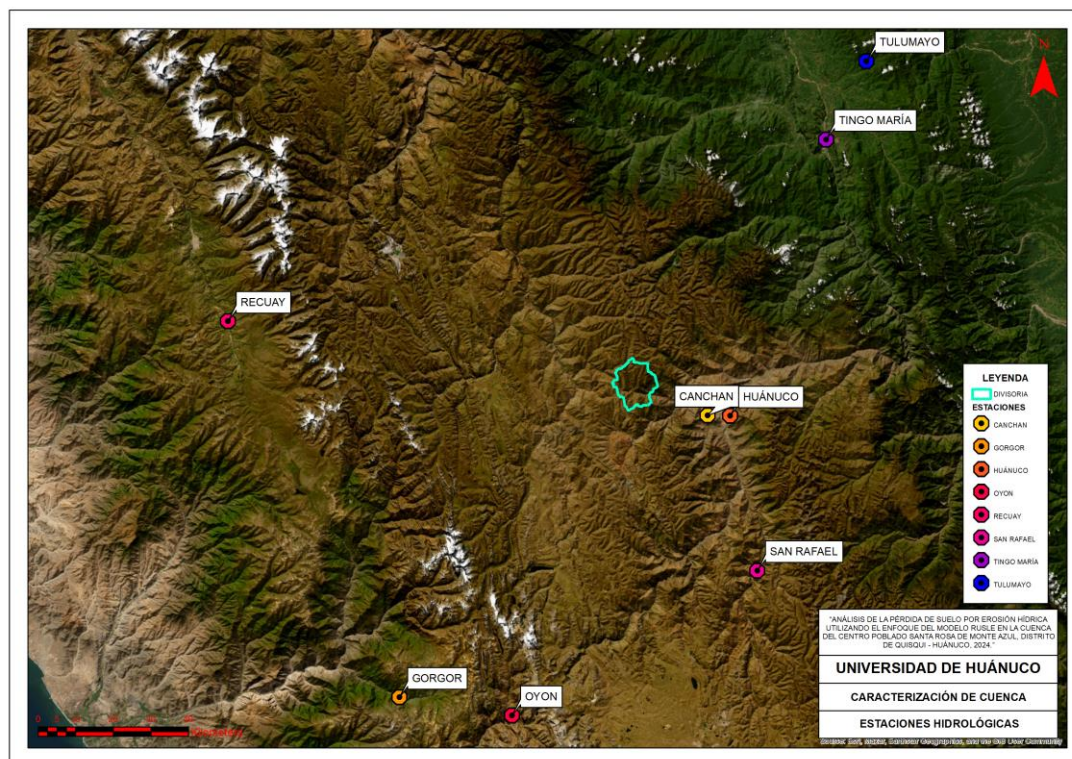
CARACTERIZACIÓN DE COBERTURA VEGETAL		
NOMBRE	SUPERFICIE (km ²)	%ÁREA
Agricultura costera y andina	41.30	40.40%
Lagunas, lagos y cochas	0.08	0.08%
Matorral arbustivo	1.66	1.62%
Pajonal andino	59.19	57.90%

Nota. Con la identificación de las coberturas vegetales para la cuenca de interés se pudo identificar que la cobertura predominante es la de Pajonal Andino con una superficie de 59.19 km² que representa un 57.90% de superficie de la cuenca, la cobertura siguiente es la de tipo Agricultura andina con una superficie de 41.30 km² el cual representa un 40.40% del total de la superficie.

Factores de erosión

Figura 11

Identificación de las estaciones cercanas



Nota. Para la determinación del factor R para la estimación de la erosión hidrológica se identificaron un total de 08 estaciones cercanas las cuales fueron: Canchan, Gorgor, Huánuco, Oyón, Recuay, San Rafael, Tingo María y Tulumayo. Cada una de las estaciones identificadas cuentan con un registro histórico de precipitaciones brindado por el SENAMHI las cuales fueron analizadas para su procesamiento.

Tabla 9

Identificación de parámetros de las estaciones

PERIODO DE INFORMACIÓN DE ESTACIONES HIDROLÓGICAS					
ID	NOMBRE	PERIODO INICIAL DE REGISTRO	PERIODO FINAL DE REGISTRO	PERIODO INICIAL SELECCIONADO	PERIODO FINAL SELECCIONADO
01	CANCHAN	1988	2014	1988	2013
02	GORGOR	1980	2014		
03	HUÁNUCO	1947	2014		
04	OYÓN	1963	2013		
05	RECUAY	1964	2013		
06	SAN RAFAEL	1965	2014		

07	TINGO MARÍA	1940	2015
08	TULUMAYO	1965	2014

Nota. De las 08 estaciones tomadas en cuenta para la estimación del factor R se identificaron los años de registro histórico con los que cuentan, de dicho análisis y con la intersección de cada una de la cuenca se pudo determinar que el periodo entre 1988 a 2013 cuenta con un registro común para todas las estaciones analizadas.

Tabla 10

Registro de precipitaciones Estación Tulumayo

REGISTROS HISTÓRICO DE LLUVIAS EN LA ESTACIÓN TULUMAYO															
AÑO	EN E	FE B	M AR	AB R	M AY	JU N	JU L	A G O	SE T	O CT	N O V	DI C	PR O M ED IO	MÁXI MO	MÁXIM O ACUM ULADO
1988	27 7.8 0	36 0.9 0	33 8.8 0	30 1.5 0	24 3.0 0	10 6.9 0	11 3.5 0	36. 60	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	14 8.2 5	360.90	360.90
1989	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.00	360.90
1990	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.00	360.90
1991	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.00	360.90
1992	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.00	360.90
1993	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.00	360.90
1994	31 3.3 0	31 5.2 0	31 0.8 1	23 8.5 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	98. 15	315.20	676.10
1995	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.00	676.10
1996	0.0 0	22 7.8 2	29 5.9 0	28 3.6 1	20 7.4 0	16 6.9 0	16. 03	64. 83	10 5.0 1	29 6.9 1	30 9.4 1	29 4.7 1	18 9.0 4	309.41	985.51
1997	40 6.3 2	40 7.6 3	35 7.8 6	37 2.2 4	19 6.8 1	22 3.5 2	48. 31	14 0.4 0	18 1.8 1	16 1.6 3	30 3.1 0	39 4.7 2	26 6.2 0	407.63	1393.1 4

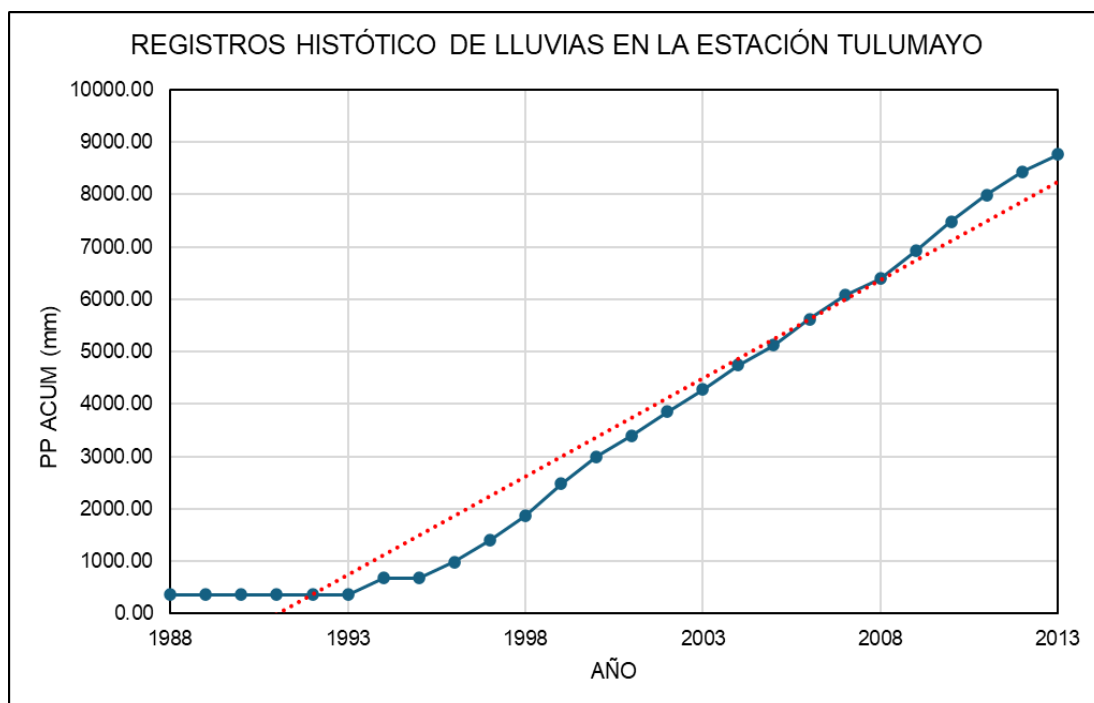
	47	42	42	33	19	15		13	13	15	16	23	23		
1998	4.2	9.1	1.9	6.1	2.4	1.1	39.60	6.2	1.5	1.4	2.6	2.4	8.2	474.22	1867.36
	2	3	1	3	0	0		1	3	1	0	1	2		
	61	39	43		22	12		13	10	18	21	21			
1999	5.0	6.9	8.5	96.20	9.9	7.2	63.70	31.60	6.3	4.3	1.9	0.3	9.3	615.00	2482.36
	0	0	0		1	2			0	0	0	0	2		
	31	34	51	22	11	27	11	13		13		30	22		
2000	0.4	2.2	3.1	1.3	8.9	6.9	9.3	7.6	72.61	7.7	94.60	0.3	0.4	513.10	2995.46
	0	0	0	0	0	0	0	0		0		0	1		
	37	28	23		32		27		13	19	37	40	23		
2001	0.3	0.2	5.5	90.70	7.1	95.00	7.1	71.70	5.9	8.8	7.7	4.2	8.6	404.20	3399.66
	0	0	0		0		0		1	0	0	0	8		
	37	45	29	25	23		28	13		18	36		22		
2002	2.8	4.1	5.1	1.8	9.7		77.80	6.7	6.7	61.70	7.1	0.6		454.10	3853.76
	1	0	0	1	2		1	1		0	0		1		
	27	39	30	42	13	22		18	22	18	26	40	25		
2003	7.0	3.7	9.7	2.1	8.1	8.6	74.30	0.9	8.1	9.3	8.6	4.8	9.6	422.10	4275.86
	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		
	31	16	31	11	14		39		12	19	46	23	21		
2004	7.2	9.7	6.6	3.6	0.5	97.80	0.6	72.00	4.6	1.7	5.2	9.6	9.9	465.20	4741.06
	0	0	0	0	0		0		0	0	0	1	3		
	26	32	38	17		27			16	26	14	38	21		
2005	6.5	2.8	4.7	5.3	69.60	2.3	18.80	65.20	2.3	7.6	1.1	0.4	0.5	384.70	5125.76
	0	0	0	0		0			0	0	0	0	5		
	25	43	24	15	15	23		16	10	26	41	49	25		
2006	0.7	1.3	7.9	7.9	1.0	4.5	77.80	9.0	9.7	6.3	8.7	1.4	0.5	491.40	5617.16
	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	2		
	40	18	22	22	19		12			25	24	45	20		
2007	0.2	3.6	2.4	1.2	2.5	38.00	4.3	59.50	55.20	2.1	9.6	8.3	4.7	458.30	6075.46
	0	0	0	0	0		0			0	0	0	4		
	21	26	31	20	11	14	26		11	24	11	28	19		
2008	4.8	8.4	7.3	2.2	7.5	3.9	9.3	69.60	8.4	2.5	2.9	1.2	6.5	317.30	6392.76
	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0		
	32	40	27	20	35	16	14	12	12	13	30	53	25		
2009	0.0	7.5	7.2	6.4	7.2	8.7	8.5	5.9	3.5	6.1	0.8	3.1	8.7	533.10	6925.86
	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4		
	19	55	25	24	10		12			10	28	26	18		
2010	1.7	7.9	7.3	0.0	0.4	48.30	2.1	30.50	31.52	9.1	2.4	4.2	6.2	557.90	7483.76
	0	0	0	0	0		0			0	0	0	9		

	38	51	20	17	13	11	15		19	24	19	29	22		
2011	9.7	3.5	1.1	4.5	1.7	4.4	8.5	31.10	4.6	5.5	2.3	4.7	0.1	513.50	7997.26
	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	3		
	36	43	25	28	15	21			16	32	27	22			
2012	5.8	7.3	7.9	7.3	3.0	1.5	40.20	57.20	80.90	8.4	1.3	2.5	1.1	437.30	8434.56
	0	0	0	0	0	0				0	0	0	1		
	27								12	33	27	21	10		
2013	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	2.2	4.9	4.8	1.9	332.20	8766.76
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7		
PROMEDI															
O	24	26	23	16	12	10				13	18	21			
MENSUAL	6.6	5.3	0.7	8.9	7.1	7.0	91.87	62.18	83.73	9.9	5.3	8.1			
MULTIAN	3	8	5	4	8	5				5	0	4			
UAL															

Nota. Con la determinación preliminar del periodo de análisis para la estación se pudo identificar por ejemplo que para la estación Tulumayo la falta de información en los primeros años es considerable por lo cual se planteó reajustar el periodo anual analizado con la finalidad de obtener un modelo más ajustado a la realidad.

Figura 12

Análisis doble masa Estación Tulumayo



Nota. El análisis de doble masa sirvió como comparación para la correlación entre los datos recolectados, de ella se pudo identificar que por la falta de registros en los años iniciales del periodo preliminar planteado la serie de datos se altera y requiere de un reajuste adecuado.

Tabla 11

Reajuste de periodo anual

PERIODO DE INFORMACIÓN DE ESTACIONES HIDROLÓGICAS					
ID	NOMBRE	PERIODO INICIAL DE REGISTRO	PERIODO FINAL DE REGISTRO	PERIODO INICIAL SELECCIONADO	PERIODO FINAL SELECCIONADO
01	CANCHAN	1988	2014		
02	GORGOR	1980	2014		
03	HUÁNUCO	1947	2014		
04	OYÓN	1963	2013		
05	RECUAY	1964	2013	1994	2013
06	SAN RAFAEL	1965	2014		
07	TINGO MARÍA	1940	2015		
08	TULUMAYO	1965	2014		

Nota. Con la identificación de la falta de información en los registros históricos de precipitación se optó por reajustar los periodos anuales analizados de ello se optó por elaborar un análisis en 20 años de periodo histórico los cuales comprenden a los años de 1994 al 2013, menorando así la cantidad de datos faltantes.

Tabla 12

Registro completo Estación Tulumayo

REGISTROS HISTÓRICO DE LLUVIAS EN LA ESTACIÓN TULUMAYO															
AÑO	E	F	M	A	M	JU	JU	A	S	O	N	DI	PROM EDIO	MÁXI MO	MÁXIMO ACUMUL ADO
	N	E	A	B	A	N	L	G	E	C	O	C			
	E	B	R	R	Y			O	T	T	V				
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12			
1994	31	31	31	23	14	57	13	46	20	26	24	69	247.8 8	699.5 7	699.57
	3.	5.	0.	8.	2.	.4	9.	.2	3.	4.	3.	9.			
	30	20	81	50	88	1	48	5	24	16	81	57			
1995	32	28	47	14	11	62	13	61	12	33	26	42	230.6 2	473.0 7	1172.63
	7.	6.	3.	7.	7.	.6	0.	.9	8.	7.	8.	6.			
	00	64	07	83	36	7	07	3	32	57	49	54			
1996	44	22	29	28	20	16	16	64	10	29	30	29	226.0 9	444.5 0	1617.14
	4.	7.	5.	3.	7.	6.	.0	.8	5.	6.	9.	4.			
	50	82	90	61	40	90	3	3	01	91	41	71			
1997	40	40	35	37	19	22	48	14	18	16	30	39	266.2 0	407.6 3	2024.77
	6.	7.	7.	2.	6.	3.	.3	0.	1.	1.	3.	4.			
	32	63	86	24	81	52	1	40	81	63	10	72			

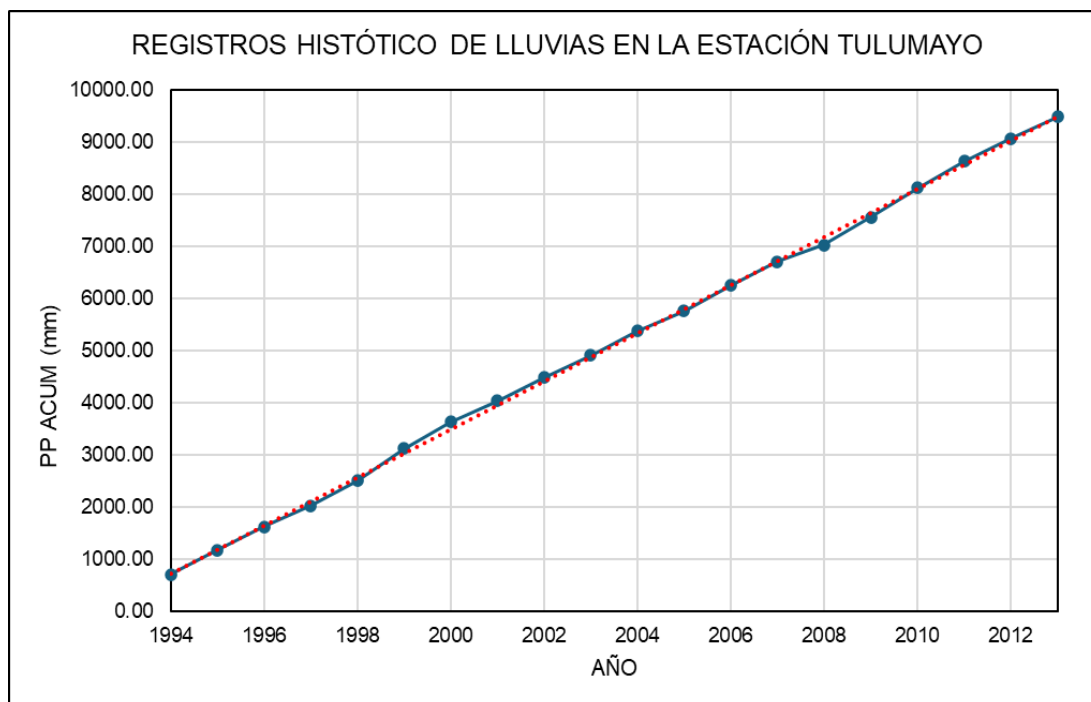
1998	47	42	42	33	19	15	39	13	13	15	16	23	238.2	474.2	2498.99
	4.	9.	1.	6.	2.	1.	.6	6.	1.	1.	2.	2.	2	2	
	22	13	91	13	40	10	0	21	53	41	60	41			
1999	61	39	43	96	22	12	63	31	13	10	18	21	219.3	615.0	3113.99
	5.	6.	8.	.2	9.	7.	.7	.6	6.	4.	1.	0.	2	0	
	00	90	50	0	91	22	0	0	30	30	90	30			
2000	31	34	51	22	11	27	11	13	72	13	94	30	220.4	513.1	3627.09
	0.	2.	3.	1.	8.	6.	9.	7.	.6	7.	.6	0.	1	0	
	40	20	10	30	90	90	30	60	1	70	0	30			
2001	37	28	23	90	32	95	27	71	13	19	37	40	238.6	404.2	4031.29
	0.	0.	5.	.7	7.	.0	7.	.7	5.	8.	7.	4.	8	0	
	30	20	50	0	10	0	10	0	91	80	70	20			
2002	37	45	29	25	23	77	28	13	61	18	36	42	262.1	454.1	4485.39
	2.	4.	5.	1.	9.	.8	6.	6.	.7	7.	0.	1.	0	0	
	81	10	10	81	72	0	71	71	0	10	60	01			
2003	27	39	30	42	13	22	74	18	22	18	26	40	259.6	422.1	4907.49
	7.	3.	9.	2.	8.	8.	.3	0.	8.	9.	8.	4.	0	0	
	00	70	70	10	10	60	0	90	10	30	60	80			
2004	31	16	31	11	14	97	39	72	12	19	46	23	219.9	465.2	5372.69
	7.	9.	6.	3.	0.	.8	0.	.0	4.	1.	5.	9.	3	0	
	20	70	60	60	50	0	60	0	60	70	20	61			
2005	26	32	38	17	69	27	18	65	16	26	14	38	210.5	384.7	5757.39
	6.	2.	4.	5.	.6	2.	.8	.2	2.	7.	1.	0.	5	0	
	50	80	70	30	0	30	0	0	30	60	10	40			
2006	25	43	24	15	15	23	77	16	10	26	41	49	250.5	491.4	6248.79
	0.	1.	7.	7.	1.	4.	.8	9.	9.	6.	8.	1.	2	0	
	70	30	90	90	00	50	0	00	70	30	70	40			
2007	40	18	22	22	19	38	12	59	55	25	24	45	204.7	458.3	6707.09
	0.	3.	2.	1.	2.	.0	4.	.5	.2	2.	9.	8.	4	0	
	20	60	40	20	50	0	30	0	0	10	60	30			
2008	21	26	31	20	11	14	26	69	11	24	11	28	196.5	317.3	7024.39
	4.	8.	7.	2.	7.	3.	9.	.6	8.	2.	2.	1.	0	0	
	80	40	30	20	50	90	30	0	40	50	90	20			
2009	32	40	27	20	35	16	14	12	12	13	30	53	258.7	533.1	7557.49
	0.	7.	7.	6.	7.	8.	8.	5.	3.	6.	0.	3.	4	0	
	00	50	20	40	20	70	50	90	51	10	80	10			
2010	19	55	25	24	10	48	12	30	31	10	28	26	186.2	557.9	8115.39
	1.	7.	7.	0.	0.	.3	2.	.5	.5	9.	2.	4.	9	0	
	70	90	30	00	40	0	10	0	2	10	40	20			

	38	51	20	17	13	11	15	31	19	24	19	29			
2011	9.	3.	1.	4.	1.	4.	8.	.1	4.	5.	2.	4.	220.1	513.5	8628.89
	70	50	10	50	70	40	50	0	60	50	30	70	3	0	
	36	43	25	28	15	21	40	57	80	16	32	27	221.1	437.3	9066.19
2012	5.	7.	7.	7.	3.	1.	.2	.2	.9	8.	1.	2.	1	0	
	80	30	90	30	00	50	0	0	0	40	30	50			
	27	41	36	36	17	14	87	21	12	33	27	21	249.2	412.3	9478.52
2013	8.	2.	2.	8.	4.	8.	.4	3.	3.	2.	4.	4.	4	3	
	50	33	57	28	13	45	7	99	20	20	90	80			
PROMEDI															
O	34	36	32	23	17	14	13	95	12	21	26	36			
MENSUAL	5.	1.	4.	0.	4.	7.	1.	.1	5.	2.	6.	0.			
MULTIAN	30	89	82	35	91	25	61	1	42	02	50	94			
UAL															

Nota. Al reajustar el periodo anual de investigación la cantidad de información faltante disminuyó de manera considerable, para la información aún faltante en los registros se aplicó una ponderación acorde a las distancias en las que se encuentran cada una de las estaciones, el procedimiento se llevó a cabo con las estaciones que si presentaban un registro en el periodo mensual que se estuvo estimando.

Figura 13

Análisis de doble masa limitado



Nota. La delimitación de los periodos anuales mejoró de manera considerable la curva de doble masa correspondiente a la estación presentando así menores quiebres en su trazo lo cual evidencia un ajuste adecuado.

El procedimiento de validación y relleno de la información faltante se realizó para cada una de las estaciones consideradas, las tablas se encuentran identificadas en la parte de los anexos de la investigación.

Tabla 13

Determinación del Índice Modificado de Fourier

ÍNDICE MODIFICADO DE FOURIER TULUMAYO															
AÑO	EN E	FE B	MA R	AB R	MA Y	JU N	JUL	AG O	SE T	OC T	NO V	DIC	IMF	R	
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12			
19	33.	33.	32.	19.	6.8	1.1	6.5	0.7	13.	23.	19.	164	355	3797	
94	00	40	48	12	6	1	4	2	89	46	98	.53	.08	.58	
19	38.	29.	80.	7.9	4.9	1.4	6.1	1.3	5.9	41.	26.	65.	309	2953	
95	64	69	86	0	8	2	1	9	5	18	05	74	.90	.50	
19	72.	19.	32.	29.	15.	10.	0.0	1.5	4.0	32.	35.	32.	285	2538	
96	83	13	27	65	85	27	9	5	6	49	29	01	.50	.44	
19	51.	52.	40.	43.	12.	15.	0.7	6.1	10.	8.1	28.	48.	317	3095	
97	68	02	09	38	13	64	3	7	35	8	76	77	.90	.87	
19	78.	64.	62.	39.	12.	7.9	0.5	6.4	6.0	8.0	9.2	18.	315	3045	
98	67	42	27	52	95	9	5	9	5	2	5	90	.07	.20	
19	143	59.	73.	3.5	20.	6.1	1.5	0.3	7.0	4.1	12.	16.	348	3675	
99	.71	86	06	2	08	5	4	8	6	3	57	80	.87	.79	
20	36.	44.	99.	18.	5.3	28.	5.3	7.1	1.9	7.1	3.3	34.	292	2650	
00	43	27	54	52	5	99	8	6	9	7	8	10	.27	.73	
20	47.	27.	19.	2.8	37.	3.1	26.	1.7	6.4	13.	49.	57.	293	2675	
01	87	41	36	7	36	5	81	9	5	80	81	04	.73	.14	
20	44.	65.	27.	20.	18.	1.9	26.	5.9	1.2	11.	41.	56.	319	3132	
02	19	56	69	16	27	2	14	4	1	13	34	36	.92	.27	
20	24.	49.	30.	57.	6.1	16.	1.7	10.	16.	11.	23.	52.	301	2807	
03	63	76	79	19	2	78	7	50	70	50	16	60	.51	.51	
20	38.	10.	37.	4.8	7.4	3.6	57.	1.9	5.8	13.	82.	21.	286	2552	
04	12	91	98	9	8	2	81	6	8	92	00	75	.35	.38	
20	28.	41.	58.	12.	1.9	29.	0.1	1.6	10.	28.	7.8	57.	277	2402	
05	11	24	57	16	2	35	4	8	43	34	8	27	.09	.09	
20	20.	61.	20.	8.2	7.5	18.	2.0	9.5	4.0	23.	58.	80.	315	3046	
06	91	88	44	9	8	29	1	0	0	59	32	33	.15	.56	

20	65.	13.	20.	19.	15.	0.5	6.2	1.4	1.2	25.	25.	85.	280	2453
07	19	72	13	92	08	9	9	4	4	87	36	49	.31	.82
20	19.	30.	42.	17.	5.8	8.7	30.	2.0	5.9	24.	5.4	33.	227	1667
08	57	55	70	34	6	8	76	5	5	94	1	53	.42	.76
20	32.	53.	24.	13.	41.	9.1	7.1	5.1	4.9	5.9	29.	91.	318	3114
09	98	48	75	72	09	7	0	1	1	7	14	53	.95	.78
20	16.	139	29.	25.	4.5	1.0	6.6	0.4	0.4	5.3	35.	31.	296	2719
10	44	.24	62	77	1	4	7	2	4	2	68	23	.37	.72
20	57.	99.	15.	11.	6.5	4.9	9.5	0.3	14.	22.	14.	32.	289	2605
11	49	82	31	53	7	5	1	7	34	82	00	88	.57	.64
20	50.	72.	25.	31.	8.8	16.	0.6	1.2	2.4	10.	38.	27.	286	2550
12	43	07	07	11	2	86	1	3	7	69	91	99	.25	.79
20	25.	56.	43.	45.	10.	7.3	2.5	15.	5.0	36.	25.	15.	290	2614
13	93	85	95	35	14	7	6	31	7	90	27	43	.13	.88
PROMEDIO R DE LA ESTACIÓN TULUMAYO													2805	.02

Nota. Identificado los valores de precipitación en el registro completo y ajustado para la estación Tulumayo se procedió a estimar el índice modificado de Fourier y a partir de ello estimar el valor del factor R de la estación a partir de un promedio aritmético, para la estación Tulumayo se pudo calcular que presenta un valor de factor R de 2805.02.

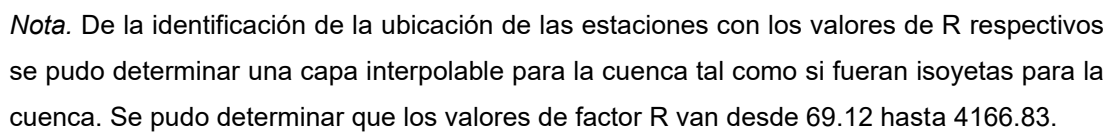
Tabla 14

Resumen de las estaciones consideradas

IDENTIFICACIÓN DE ESTACIONES HIDROLÓGICAS					
ID	NOMBRE	ESTE	NORTE	COTA	FACTOR R
01	CANCHAN	358797	8899963	1986	187.25
02	GORGOR	276790	8825154	3025	522.00
03	HUÁNUCO	364801.71	8899864.22	1919	161.00
04	OYÓN	306760.23	8820325.43	3652	312.28
05	RECUAY	231183.88	8924943.12	3431	578.54
06	SAN RAFAEL	371959	8858785	2699	343.42
07	TINGO MARÍA	390279	8973142	657	3951.06
08	TULUMAYO	401068	8993936	612	2805.02

Nota. Para cada una de las estaciones se determinaron los valores del factor R con la finalidad de elaborar una capa interpolada en el software ArcGIS, se obtuvieron los siguientes valores de factor 187.25, 522.00, 161.00, 312.28, 578.54, 343.42, 3951.06 y 2805.02 para las estaciones de Canchan, Gorgor, Huánuco, Oyón, Recuay, San Rafael, Tingo María y Tulumayo respectivamente.

Valores de facto R



Factor R para la cuenca

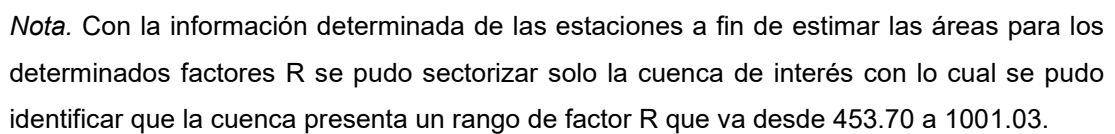
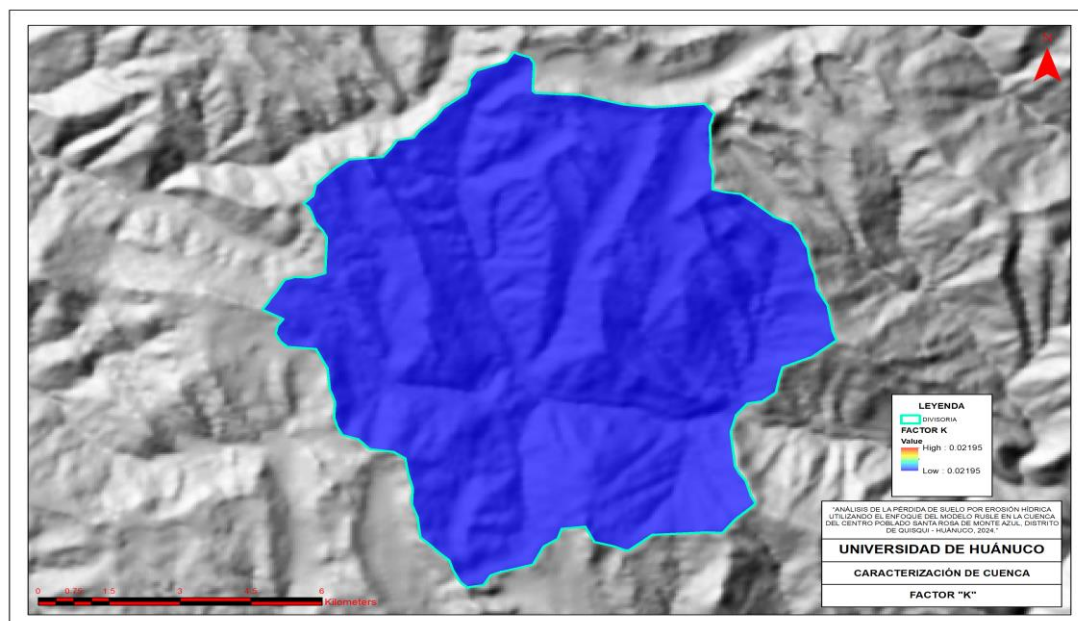


Figura 16

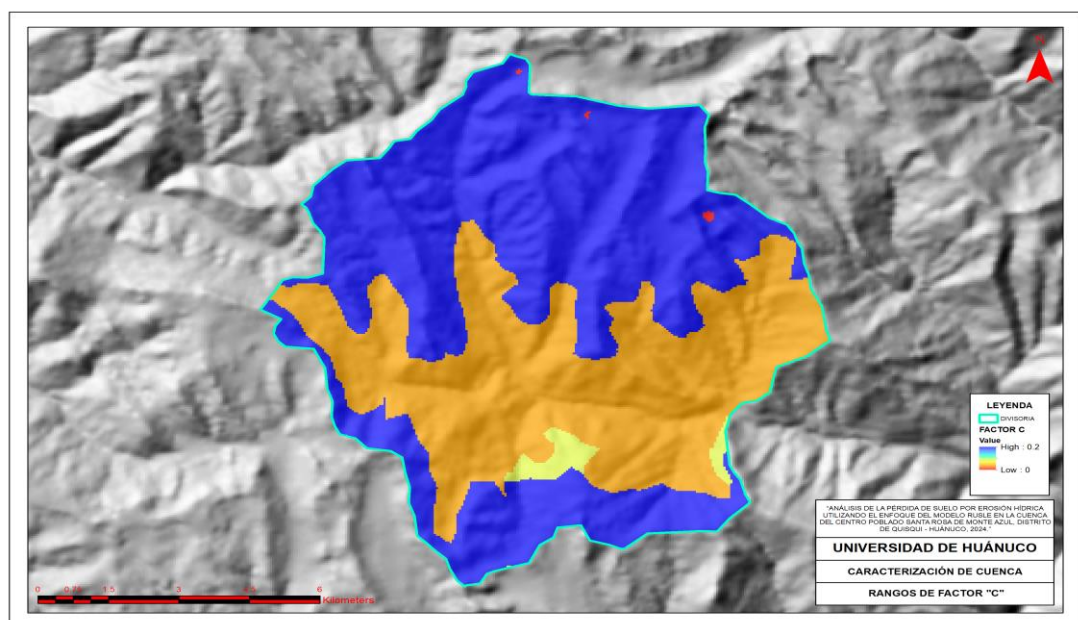
Factor K



Nota. Según la información cartográfica de la FAO en la caracterización de suelo se pudo identificar que la cuenca presenta un factor de 0.02195, el cual corresponde a un suelo tipo I-HI-KI-bc que representa un suelo con composición de topsoil de 58.9%.

Figura 17

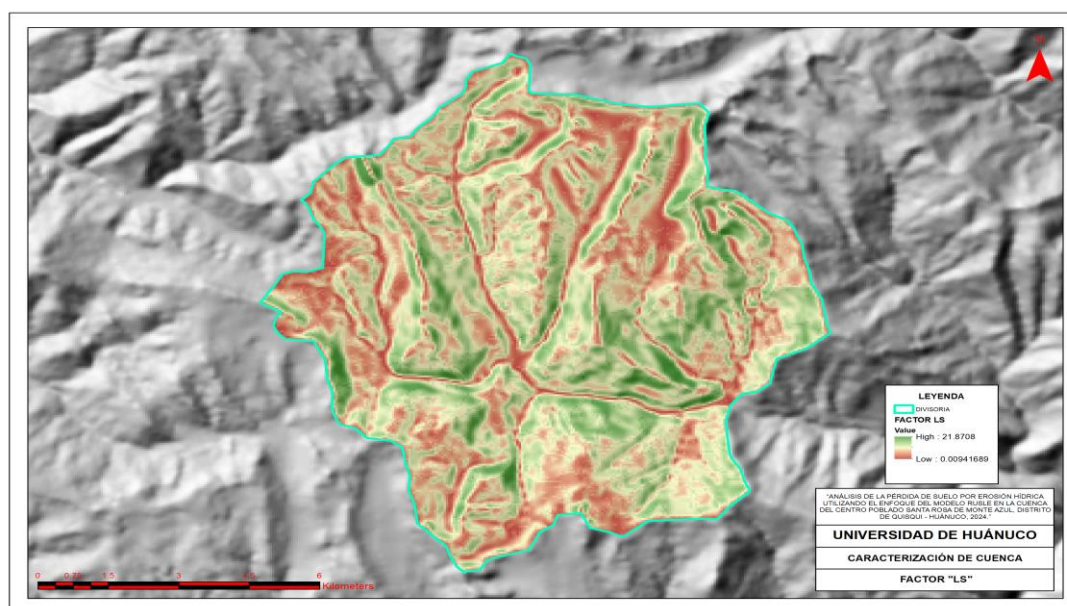
Factor C



Nota. Según la clasificación de suelo presentada en la delimitación de la cuenca, se logró determinar los coeficientes de factor de cobertura vegetal presentes en la cuenca los cuales se encuentran entre los rangos de 0 a 0.2 de acuerdo con las características de suelo.

Figura 18

Factor LS

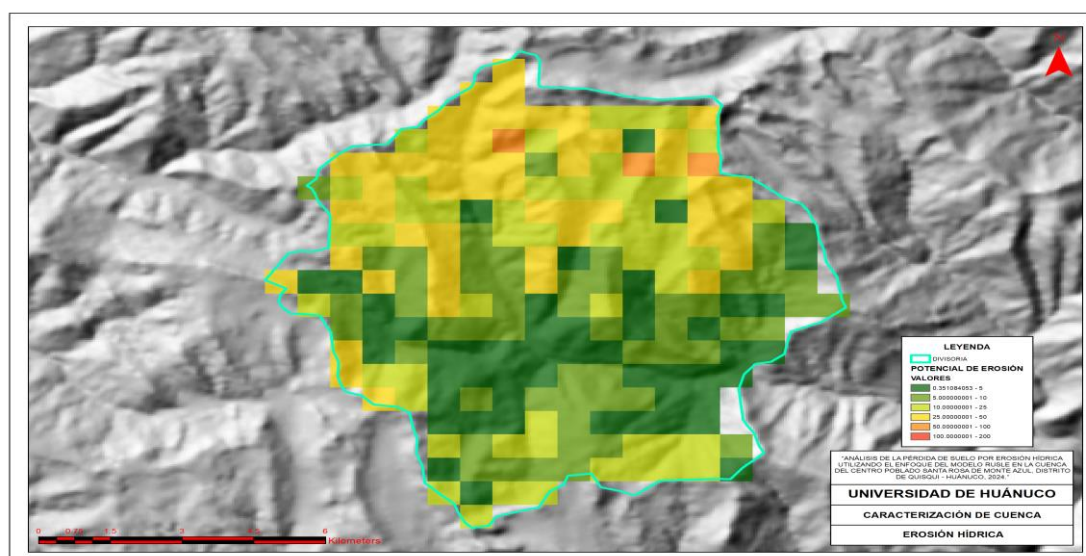


Nota. El factor LS de topografía se estimó a partir de la caracterización de las pendientes y las longitudes que corresponden a cada una de las pendientes, de esta caracterización se pudo determinar que la cuenca presenta un factor LS que se encuentra entre los valores de 0.0094 a 21.87.

Análisis de pérdida de suelo RUSLE

Figura 19

Erosión hídrica RUSLE



Nota. Con la multiplicación de las capas ráster de cada uno de los valores de los factores de caracterización RUSLE, se pudo determinar las zonas con diferentes grados de erosión, para

la caracterización de los grados de erosión se clasificaron los resultados en 07 rangos los cuales comprenden desde 0 a 200 t-año/ha.

Tabla 15

Determinación de las áreas de erosión RUSLE

PÉRDIDAS DE SUELO POR EL MÉTODO RUSLE				
RANGO		ÁREA	% DE EROSIÓN	TIPO DE EROSIÓN
MÍN	MAX			
0	5	23.54	24.16%	Zonas no susceptibles al proceso erosivo
5	10	25.05	25.72%	Zonas con niveles de erosión muy bajos y pérdidas de suelo tolerables
10	25	22.95	23.56%	Zonas con niveles de erosión bajos y pérdidas de suelo que pueden ser tolerables
25	50	24.65	25.30%	Zonas con procesos erosivos moderados
50	100	1.22	1.25%	Zonas con procesos erosivos graves
100	200	0.00	0.00%	Zonas con procesos erosivos muy graves

Nota. En la caracterización de las áreas de erosión hidrológica se pudo determinar que la cuarta parte de la superficie de la cuenca se encuentra en un estado de Zonas con procesos erosivos moderados, dicha característica es crítica debido a que los registros tienen que ser actualizados a medida que se incrementen tanto los registros hidrológicos como la caracterización del suelo de la cuenca. De los resultados de erosión RUSLE se pudo determinar que las áreas de 23.54 km² se clasifican como Zonas no susceptibles al proceso erosivo, 25.05 km² se clasifican como Zonas con niveles de erosión muy bajos y pérdidas de suelo tolerables, 22.95 km² se clasifican como Zonas con niveles de erosión bajos y pérdidas de suelo que pueden ser tolerables, 24.65 km² se clasifican como Zonas con procesos erosivos moderados y 1.22 km² se clasifican como Zonas con procesos erosivos graves.

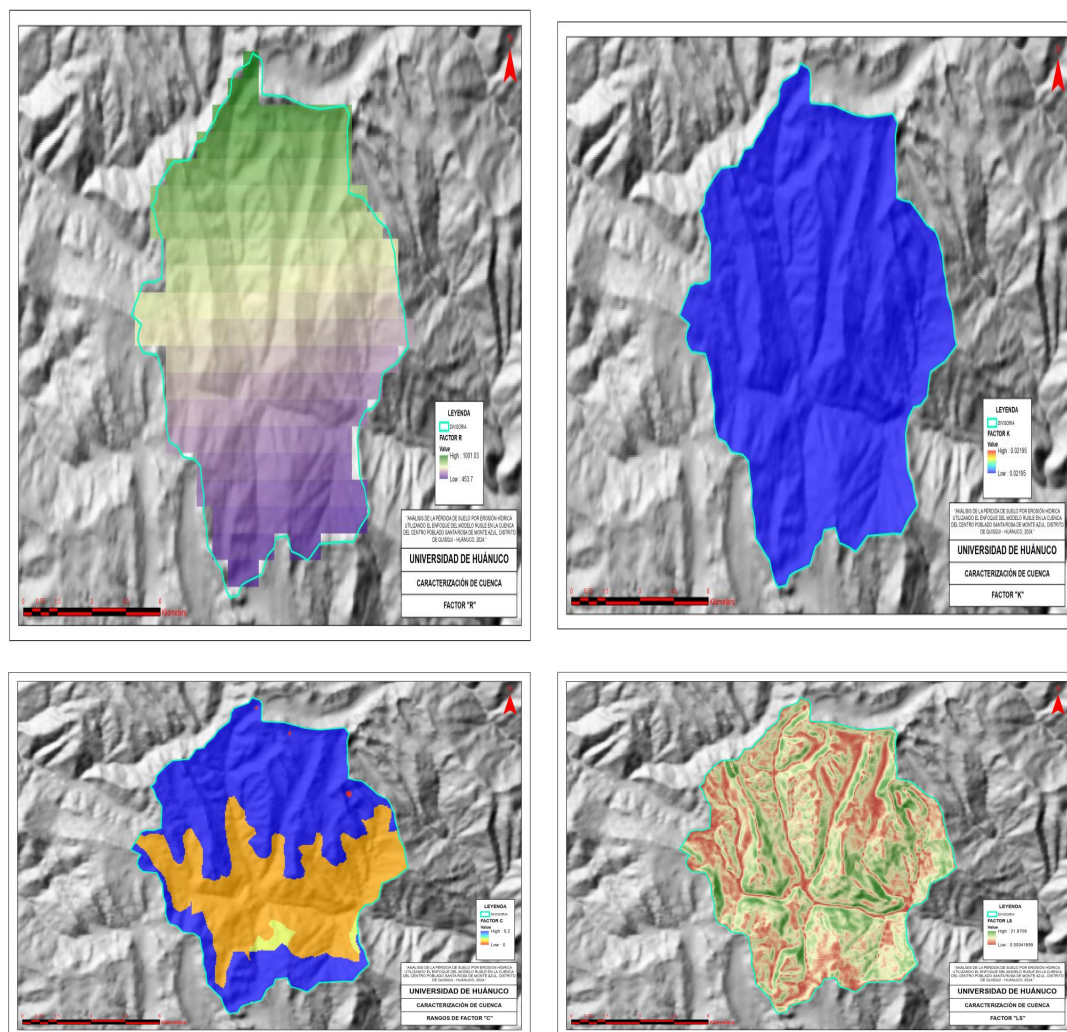
4.2. RESULTADOS INFERENCIALES

H0: El análisis de los factores de la pérdida del suelo por erosión hídrica aplicando el enfoque RUSLE en la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul, no está expuesta a una erosión media.

Ha: El análisis de los factores de la pérdida del suelo por erosión hídrica aplicando el enfoque RUSLE en la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul, está expuesta a una erosión media.

Figura 20

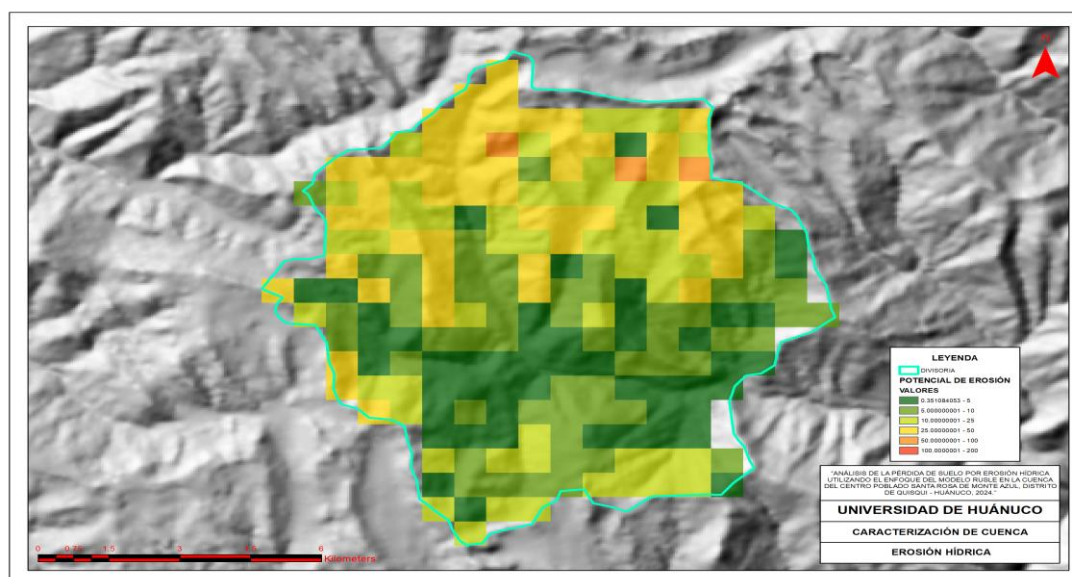
Identificación de factores



Con la caracterización de factores de erosividad a partir de la aplicación de la metodología RUSLE, de ello se lograron estimar las características específicas para la cuenca de interés, se estimaron que los factores de erosividad pro la lluvia R se encuentran entre los rangos de 453.7 a 1001.03, el factor de característica de suelo K es de 0.02195 el cual se basó en la clasificación de suelo de la FAO, el factor de la cobertura vegetal C se encuentra entre los rangos de 0.0 a 0.2 y el factor topográfico de la cuenca se encuentra entre los rangos de valores de 0.0094 a 21.8708.

Figura 21

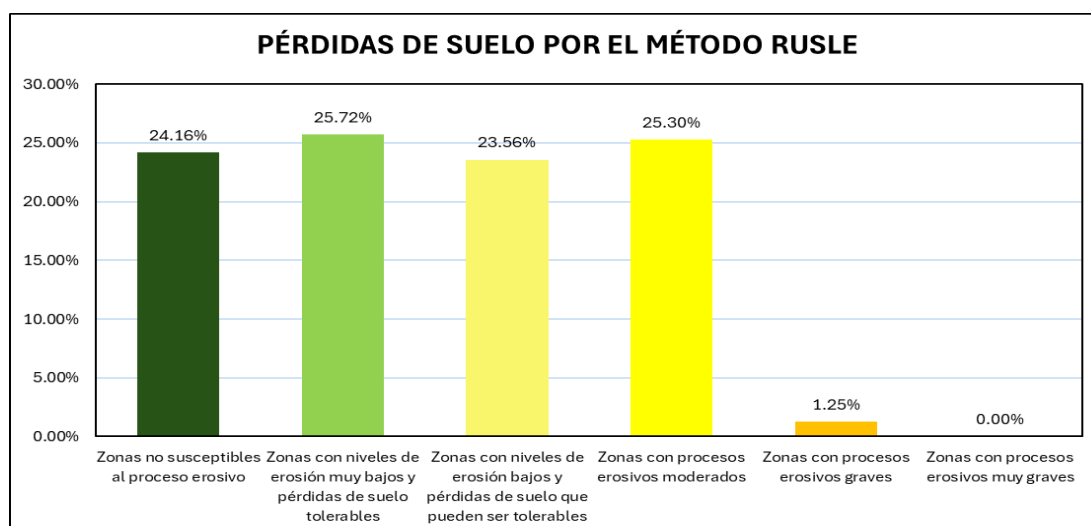
Erosión hídrica RUSLE



Se pudo identificar del modelo RUSLE que los suelos de la cuenca predominan zonas no susceptibles a erosión, zonas con niveles muy bajos de erosión, zonas de erosión baja y zonas con erosión moderada, los cuales se pueden calcular a partir de los siguientes porcentajes.

Figura 22

Distribución de erosión de la cuenca



En la clasificación de suelos se pudo determinar que el 25.30% del suelo de la cuenca presenta a partir de la metodología RUSLE un proceso erosivo moderado, más de la cuarta parte de la superficie de la cuenca de interés se encuentra en un estado moderado de erosión con ello se pudo evidenciar que

la hipótesis nula de la investigación es falsa ya que gran parte de la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul está expuesta a una erosión media con ello se considera como válida la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

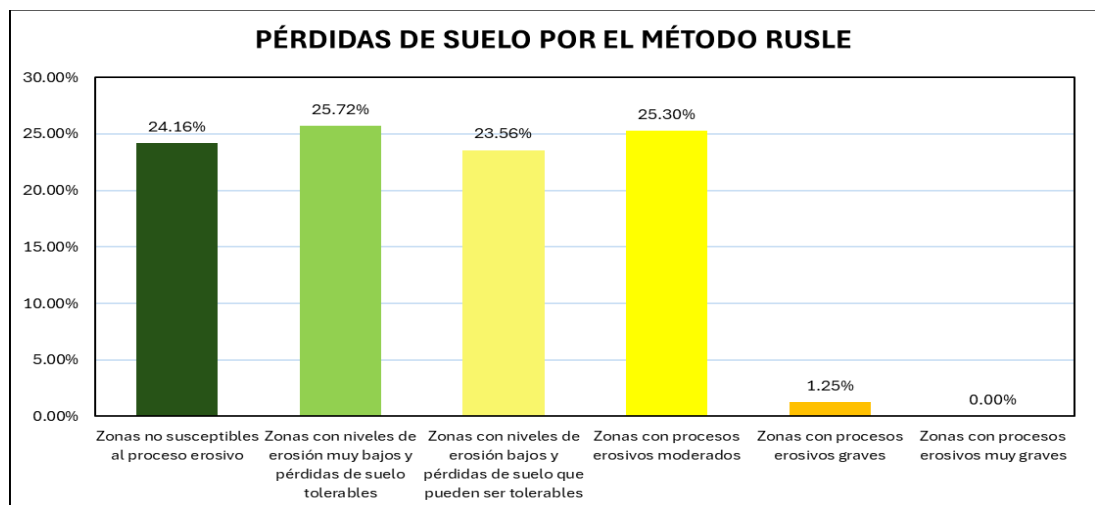
CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para Ayma (2023), en su investigación se pudo demostrar que a partir de la aplicación de un modelo USLE la cuenca Cusiqocha presenta una erosión hídrica de 11.82 t/ha/año de manera promedio, adicionalmente a ello mediante la aplicación del modelo SWAT estimó que la cuenca presenta una erosión de 17.51 t/ha/año. En la comparación realizada para ambas metodologías se pudo establecer que la metodología SWAT presenta en un grado de erosión ligera un total de 62.39% de la superficie de la cuenca, mientras que la metodología USLE la estima para el mismo nivel de erosión un 79.46% del total de la superficie de la cuenca, siendo así que la metodología USLE presenta los valores más altos de erosión siendo así que casi el 1% de la cuenca Cusiqocha se encuentra en un estado de erosión muy alto, esto lo evidencia a partir de que en el procesamiento de información de la metodología USLE los parámetros analizados son más en comparación con la metodología SWAT. En la presente investigación se pudo estimar que en promedio para la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul la erosión hidrológica se estima en 17.08 t/ha/año siendo mayor al determinado en la tesis de referencia así mismo se pudo identificar la siguiente distribución de la cuenca:

Figura 23

Distribución de erosión de la cuenca



Con la clasificación de los niveles de erosión de la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul se identificó que de los resultados de erosión RUSLE se pudo determinar que las áreas de 23.54 km² se clasifican como Zonas no susceptibles al proceso erosivo, 25.05 km² se clasifican como Zonas con niveles de erosión muy bajos y pérdidas de suelo tolerables, 22.95 km² se clasifican como Zonas con niveles de erosión bajos y pérdidas de suelo que pueden ser tolerables, 24.65 km² se clasifican como Zonas con procesos erosivos moderados y 1.22 km² se clasifican como Zonas con procesos erosivos graves. La variación entre los resultados obtenidos en la presente investigación y los obtenidos en la investigación de referencia se debe a que la cuenca Cusiqocha presenta una superficie mayor por ende la diversidad de suelos es mayor variando así los diferentes tipos de características de suelos.

Para Perales (2019), en la investigación de referencia pudo determinar que aplicando la metodología RUSLE, se estimaron datos de erosión hídrica potencial sin cobertura vegetal, encontrándose que el 61.67 % de la cuenca presenta un nivel de erosión muy severa, principalmente en la parte alta. En contraste, la parte plana muestra una erosión normal, ocupando el 20.80 % de la cuenca. En cuanto a la erosión actual, se halló que el 62.49 % corresponde a erosión normal y el 18.57 % a erosión ligera, mientras que solo el 5.47 % y el 5.18 % representan erosión severa y muy severa, generalmente en zonas con poca o ninguna cobertura vegetal. Usando el método de clavos de erosión, se observó que el pasto presenta valores extremos de pérdida de suelo de 9718.80 t/ha/año, catalogado como catastrófica, mientras que las zonas sin cobertura muestran una pérdida de 194.13 t/ha/año y el cultivo de maíz 68.27 t/ha/año, ambos clasificados como muy severos. El cultivo de cacao presenta una pérdida de 47.25 t/ha/año, clasificada como severa, y la zona de purma, con la menor pérdida de suelo de 14.27 t/ha/año, se clasifica como moderada. En la presente investigación se pudo determinar que:

Tabla 16*Determinación de las áreas de erosión RUSLE*

PÉRDIDAS DE SUELO POR EL MÉTODO RUSLE				
RANGO		ÁREA	% DE EROSIÓN	TIPO DE EROSIÓN
MÍN	MAX			
0	5	23.54	24.16%	Zonas no susceptibles al proceso erosivo
5	10	25.05	25.72%	Zonas con niveles de erosión muy bajos y pérdidas de suelo tolerables
10	25	22.95	23.56%	Zonas con niveles de erosión bajos y pérdidas de suelo que pueden ser tolerables
25	50	24.65	25.30%	Zonas con procesos erosivos moderados
50	100	1.22	1.25%	Zonas con procesos erosivos graves
100	200	0.00	0.00%	Zonas con procesos erosivos muy graves

En comparación con la tesis de referencia los valores de erosión de la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul presenta menor comportamiento erosivo debido a que en la cuenca del río Supte Grande se encuentran actividades agrícolas importantes mientras que para la cuenca de la investigación si bien se identificó la presencia de cultivos no se compara en cantidad a lo identificado en la tesis de referencia partiendo de que también la cuenca de referencia hizo un análisis de cultivos en las zonas con lo cual se genera una información más enfocada a los cultivos identificados en la zona de interés

CONCLUSIONES

Para la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul se pudo identificar que la pérdida de suelo mediante la metodología RUSLE se clasificó de la siguiente manera las áreas de 23.54 km² se clasifican como Zonas no susceptibles al proceso erosivo, 25.05 km² se clasifican como Zonas con niveles de erosión muy bajos y pérdidas de suelo tolerables, 22.95 km² se clasifican como Zonas con niveles de erosión bajos y pérdidas de suelo que pueden ser tolerables, 24.65 km² se clasifican como Zonas con procesos erosivos moderados y 1.22 km² se clasifican como Zonas con procesos erosivos graves.

Para la estimación de la longitud e inclinación de la cuenca se plantearon 10 rangos de reclasificación, a partir de la cuantificación de las repeticiones en la cuenca y la estimación de los valores promedios de pendiente en cada rango establecido se pudo determinar que en promedio la cuenca presenta un pendiente de 34%.

Para la estimación del factor K, según la información cartográfica de la FAO en la caracterización de suelo se pudo identificar que la cuenca presenta un factor de 0.02195, el cual corresponde a un suelo tipo I-HI-KI-bc que representa un suelo con composición de topsoil de 58.9%.

Para la capacidad de erosión R, con la información recopilada de las estaciones para los determinados factores se pudo sectorizar solo la cuenca de interés con lo cual se pudo identificar que la cuenca presenta un rango de factor R que va desde 453.70 a 1001.03.

En la estimación de la degradación de suelo a partir de la pendiente se pudo estimar que el fator LS de topografía se pudo determinar que la cuenca presenta un factor LS que se encuentra entre los valores de 0.0094 a 21.87.

RECOMENDACIONES

El análisis de degradación de suelos por erosión hídrica arrojó que la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul se encuentra en un estado intermedio en predominancia, sin embargo, esta información se encuentra en variación constante por lo cual se recomienda plantear medidas de protección de suelos en la cuenca de interés.

Las pendientes de la cuenca de análisis se recomiendan caracterizar a partir de un modelo de elevación digital menor a los 50m con la finalidad de identificar las pequeñas depresiones del suelo de la cuenca.

Si bien la FAO presenta un análisis de suelo detallado a nivel mundial esto se elaboró a partir de un modelo global y no sectorizado para el país con lo cual se recomienda tener en cuenta que la información de suelos se pudo obtener de una reclasificación supervisada.

Para la estimación del factor R se recomienda tener como mínimo un total de 20 años en los registros pluviográficos con la finalidad de obtener un modelo más ajustado para la cuenca de interés.

El factor LS presentará una mejor fidelidad si el modelo DEM de la cuenca es más precisa, dicha información se recomienda obtener de las cartas nacionales o en su defecto si la cuenca analizada es pequeña de un modelo topográfico elaborado en la zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayma Villagra, S. H. (2023). *Evaluación de la tasa promedio anual por erosión hídrica mediante los modelos Swat y Usle en la cuenca Cusiqocha, distrito Chinchero, provincia Urubamba – departamento Cusco, 2022*. Cusco: Universidad Andina del Cusco.
- Babbie. (2016). *The Practice of Social Research*.
- Bailon Linares, J. (2022). *Análisis de las prácticas de conservación de suelos para la evaluación de la erosión hídrica en la subcuenca Presa Jalpan*. Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro.
- Casanova Ruiz, G., Delgado, D., & Panchana, R. (2023). *Estimación de volúmenes de sedimentos por erosión hídrica empleando el modelo RUSLE en cuencas de la provincia de Manabí, Ecuador*. Ecuador: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).
- Condori Rivas, J. D. (2019). *Análisis de la degradación de suelos en la cuenca media del río Chillón por erosión hídrica y el índice de sequía para el periodo del 2000 al 2018*. Lima: Universidad César Vallejo.
- FAO. (2021). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture*. Rome: FAO.
- INEI. (2020). *Estadísticas de la Producción Agrícola*. . Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- MINAM. (2019). *Informe sobre la Degradación de Suelos en el Perú*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Montenegro, E. (2018). *Erosión de Suelos en el Departamento de Huánuco*. . Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Perales Quispilaya, A. F. (2019). *Perdida de suelo por erosión hídrica aplicando el modelo Rusle en la Cuenca del Rio Supte Grande, Provincia Leoncio Prado - Huánuco*. Tingo María: Universidad Nacional Agraria De La Selva.
- Pimentel, D. (2006). *Soil Erosion: A Food and Environmental Threat*. . nvironment, Development and Sustainability.

Somoza, A., & Vazquez, P. S. (2022). Erosión hídrica e intensificación agrícola considerando unidades ambientales. El caso de Tandil, Región Pampeana Argentina. *Cuadernos Geográficos* 62(1), 273-299.

Taype Yañez, J. M. (2023). *Índice de erosión hídrica calculado con la ecuación RUSLE y el modelo HEC-HMS en la subcuenca del río Ocros, Ancash-2023*. Lima: Universidad César Vallejo.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Amancio Huacho, I. J. (2025). *Análisis de la pérdida de suelo por erosión hídrica utilizando el enfoque del modelo Rusle en la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa de Monte Azul, Distrito de Quisqui - Huánuco, 2024*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. url: <http://...>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANÁLISIS DE LA PÉRDIDA DE SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA UTILIZANDO EL ENFOQUE DEL MODELO RUSLE EN LA CUENCA DEL CENTRO POBLADO SANTA ROSA DE MONTE AZUL, DISTRITO DE QUISQUI - HUÁNUCO, 2024.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Problema General ¿Cuáles son los factores de la pérdida del suelo por erosión hídrica utilizando el enfoque RUSLE en la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul, Distrito De Quisqui – Huánuco 2024?	Objetivo General Analizar los factores de la pérdida del suelo por erosión hídrica aplicando el enfoque RUSLE en la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul, Distrito De Quisqui – Huánuco 2024.	HG: El análisis de los factores de la pérdida del suelo por erosión hídrica aplicando el enfoque RUSLE en la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul, está expuesta a una erosión media.	Técnica Observación Directa.
Problemas Específicos ¿Cuál es la longitud y la inclinación del relieve en la cuenca de Santa Rosa De Monte Azul? ¿Cómo se puede estimar el índice de erodabilidad del suelo (K) en la cuenca de Santa Rosa De Monte Azul? ¿Cómo se puede calcular la capacidad de erosión del suelo (R) en la cuenca de Santa Rosa De Monte Azul?	Objetivos Específicos Calcular la longitud y la inclinación del relieve en la cuenca Santa Rosa De Monte Azul. Estimar el índice de erodabilidad del suelo (K) en la cuenca Santa Rosa De Monte Azul. Calcular la capacidad de erosión del suelo (R) en la cuenca Santa Rosa De Monte Azul. Determinar la degradación del suelo en función de la pendiente del terreno en la cuenca Santa Rosa De Monte Azul.	H0: El análisis de los factores de la pérdida del suelo por erosión hídrica aplicando el enfoque RUSLE en la cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul, no está expuesta a una erosión media.	Instrumentos • Muestreo de Suelo. • Mediciones Hidrológicas. • Teledetección.
		VARIABLES	

¿Cómo se puede calcular la degradación del suelo en función de la pendiente del terreno en la cuenca de Santa Rosa De Monte Azul?		Variable Independiente Factores contribuyentes a la pérdida de suelo.
		Variable Dependiente Erosión media.
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	
Tipo de Investigación: Cuantitativo.	Población: Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul, dentro del Distrito De Quisqui – Huánuco.	
Alcance de Investigación: Descriptivo.	Muestra: Cuenca del Centro Poblado Santa Rosa De Monte Azul – Quisqui – Huánuco	
Diseño: No experimental.		

Figura 24

Área de estudio

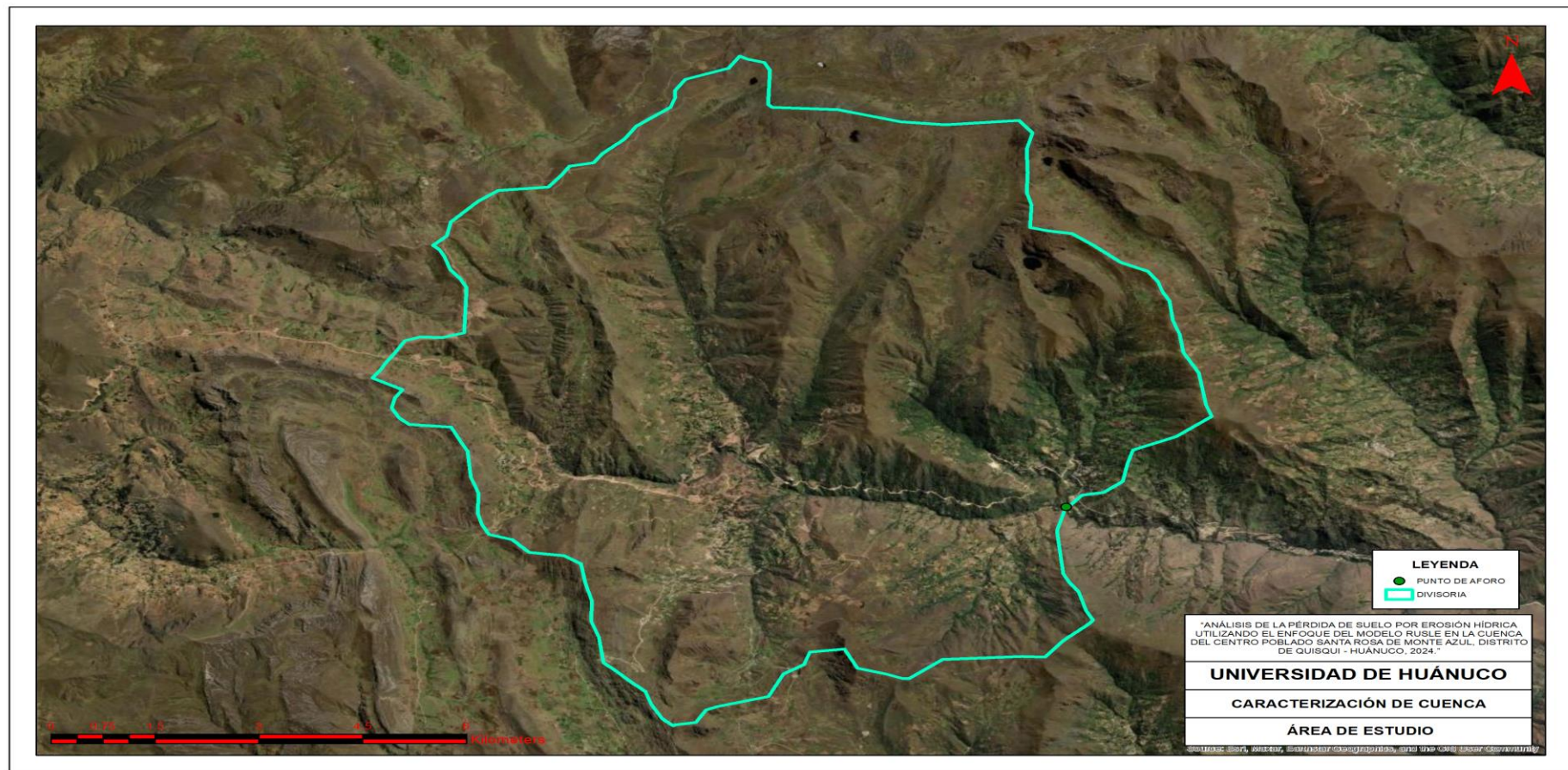


Tabla 17

Registro de precipitaciones Estación Canchan

REGISTROS HISTÓTICO DE LLUVIAS EN LA ESTACIÓN CANCHAN															
AÑO	EN E	FE B	MA R	AB R	M AY	JU N	JU L	A G O	SE T	O CT	N O V	DI C	PRO MEDI O	MÁX IMO	MÁXIM O ACUM ULADO
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12			
1988	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	25 .8 0	15 .1 0	55. 11	8.00	55.1 1	55.11
1989	79. 40	61. 50	82. 60	22 .1 0	10 .6 0	8. 31	9. 60	0. 00	15 .9 0	46 .7 0	23 .4 0	258 .60	51.56	258. 60	313.71
1990	64. 90	23. 40	13. 52	35 .4 0	34 .5 1	19 .8 0	0. 21	2. 70	10 .1 0	76 .5 0	82 .6 0	50. 70	34.53	82.6 0	396.31
1991	15. 31	28. 50	0.0 0	18 .9 0	5. 00	14 .8 0	0. 00	0. 00	19 .7 0	34 .4 0	32 .6 0	33. 40	16.88	34.4 0	430.71
1992	19. 72	33. 10	49. 90	15 .5 0	3. 00	8. 10	0. 00	33 .9 1	7. 00	26 .2 2	0. 00	0.0 0	16.37	49.9 0	480.61
1993	0.0 0	56. 21	101 .30	42 .5 0	39 .8 0	5. 20	1. 00	2. 10	33 .3 0	46 .6 0	90 .6 1	86. 80	42.12	101. 30	581.91
1994	71. 40	64. 90	0.0 0	50 .3 0	16 .7 0	1. 30	1. 20	0. 00	0. 00	47 .9 0	25 .9 0	0.0 0	23.30	71.4 0	653.31
1995	58. 60	60. 80	67. 40	24 .0 0	0. 00	2. 80	0. 00	0. 00	14 .9 0	16 .1 0	21 .0 0	47. 40	26.08	67.4 0	720.71
1996	51. 10	31. 00	42. 50	74 .1 0	13 .4 0	0. 00	1. 60	1. 50	7. 30	18 .4 0	50 .7 0	27. 20	26.57	74.1 0	794.81
1997	88. 70	50. 10	30. 10	17 .1 0	12 .3 0	10 .5 0	0. 00	15 .8 0	8. 90	29 .2 0	27 .7 0	55. 60	28.83	88.7 0	883.51

1998	94. 70	67. 20	63. 60	10 .7 0	3. 30	1. 20	0. 00	0. 50	11 .1 0	16 .3 0	64 .5 0	50. 90	32.00	94.7 0	978.21
1999	83. 00	94. 20	136 .30	20 .9 0	8. 50	4. 40	5. 20	1. 50	23 .6 0	16 .5 0	44 .9 0	75. 70	42.89	136. 30	1114.5 1
2000	79. 30	81. 70	132 .90	14 .2 0	4. 60	17 .6 0	9. 00	22 .1 0	12 .4 0	26 .4 0	31 .0 0	83. 60	42.90	132. 90	1247.4 1
2001	115 .40	43. 50	94. 80	38 .2 0	11 .4 0	3. 00	14 .2 0	5. 10	12 .7 0	52 .8 0	87 .6 0	70. 40	45.76	115. 40	1362.8 1
2002	18. 70	58. 40	103 .80	46 .5 0	20 .0 0	1. 70	24 .5 0	7. 10	12 .1 0	65 .3 0	35 .3 0	39. 20	36.05	103. 80	1466.6 1
2003	50. 10	42. 40	86. 20	31 .7 0	13 .0 0	0. 00	0. 00	9. 70	20 .6 0	43 .8 0	62 .6 0	88. 20	37.36	88.2 0	1554.8 1
2004	29. 60	60. 70	89. 90	18 .2 0	31 .7 0	11 .4 0	8. 60	17 .8 0	19 .7 0	51 .7 0	22 .1 0	87. 70	37.43	89.9 0	1644.7 1
2005	77. 60	69. 90	105 .00	14 .1 0	1. 00	0. 00	6. 60	20 .4 0	11 .0 0	47 .3 0	28 .8 0	147 .80	44.13	147. 80	1792.5 1
2006	122 .50	57. 90	99. 60	33 .8 0	5. 70	10 .3 0	1. 00	1. 40	17 .0 0	82 .9 0	69 .1 0	88. 90	49.18	122. 50	1915.0 1
2007	45. 00	4.4 0	64. 00	22 .6 0	20 .1 0	0. 00	4. 60	3. 00	5. 80	67 .3 0	49 .4 0	67. 10	29.44	67.3 0	1982.3 1
2008	74. 00	94. 40	78. 60	48 .2 0	5. 80	1. 90	2. 10	3. 60	32 .0 0	37 .7 0	43 .8 0	73. 70	41.32	94.4 0	2076.7 1
2009	111 .00	96. 90	90. 30	71 .0 0	5. 80	16 .1 0	12 .2 0	1. 60	10 .1 0	41 .0 0	50 .1 0	95. 80	50.16	111. 00	2187.7 1
2010	26. 40	116 .60	84. 00	29 .9 0	8. 10	0. 00	2. 40	5. 30	20 .7 0	39 .1 0	69 .6 0	65. 80	38.99	116. 60	2304.3 1

2011	80. 50	65. 90	107 .40	31 .4 0	25 .2 0	0. 00	2. 40	3. 50	9. 30	88 .8 0	48 .1 0	113 .20	47.98	113. 20	2417.5 1
2012	78. 80	83. 70	27. 90	58 .9 0	10 .3 0	3. 40	6. 30	4. 80	4. 00	66 .3 0	84 .5 0	159 .00	48.99	159. 00	2576.5 1
2013	64. 20	98. 80	127 .70	49 .6 0	5. 70	27 .1 0	13 .4 0	27 .6 0	4. 60	41 .7 0	56 .0 0	76. 70	49.43	127. 70	2704.2 1
PROM															
EDIO															
MENS	61. 54	59. 47	72. 28	32 .3 0	12 .1 4	6. 50	4. 85	7. 35	13 .2 2	44 .3 4	46 .8 1	76. 87			
UAL															
MULTI															
ANUAL															

Figura 25

Análisis doble masa Estación Tulumayo

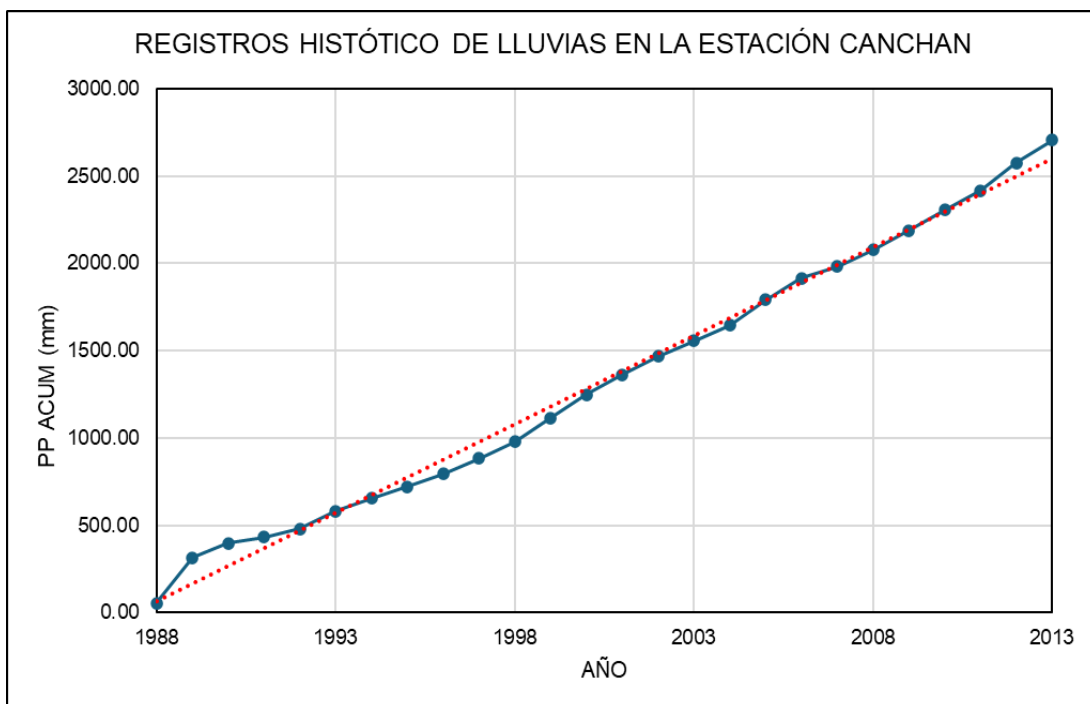


Tabla 18
Registro de precipitaciones Estación Canchan Reajustado

REGISTROS HISTÓTICO DE LLUVIAS EN LA ESTACIÓN CANCHAN															
AÑO	EN E	FE B	MA R	AB R	M AY	JU N	JU L	A G O	SE T	O CT	N O V	DI C	PRO MEDI O	MÁX IMO	MÁXIM O ACUM ULADO
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12			
1994	71. 40	64. 90	45. 11	50 .3 0	16 .7 0	1. 30	1. 20	0. 35	33 .5 0	47 .9 0	25 .9 0	46. 49	33.75	71.4 0	71.40
1995	58. 60	60. 80	67. 40	24 .0 0	4. 92	2. 80	2. 03	0. 90	14 .9 0	16 .1 0	21 .0 0	47. 40	26.74	67.4 0	138.80
1996	51. 10	31. 00	42. 50	74 .1 0	13 .4 0	1. 54	1. 60	1. 50	7. 30	18 .4 0	50 .7 0	27. 20	26.70	74.1 0	212.90
1997	88. 70	50. 10	30. 10	17 .1 0	12 .3 0	10 .5 0	0. 99	15 .8 0	8. 90	29 .2 0	27 .7 0	55. 60	28.92	88.7 0	301.60
1998	94. 70	67. 20	63. 60	10 .7 0	3. 30	1. 20	0. 45	0. 50	11 .1 0	16 .3 0	64 .5 0	50. 90	32.04	94.7 0	396.30
1999	83. 00	94. 20	136 .30	20 .9 0	8. 50	4. 40	5. 20	1. 50	23 .6 0	16 .5 0	44 .9 0	75. 70	42.89	136. 30	532.60
2000	79. 30	81. 70	132 .90	14 .2 0	4. 60	17 .6 0	9. 00	22 .1 0	12 .4 0	26 .4 0	31 .0 0	83. 60	42.90	132. 90	665.50
2001	115 .40	43. 50	94. 80	38 .2 0	11 .4 0	3. 00	14 .2 0	5. 10	12 .7 0	52 .8 0	87 .6 0	70. 40	45.76	115. 40	780.90
2002	18. 70	58. 40	103 .80	46 .5 0	20 .0 0	1. 70	24 .5 0	7. 10	12 .1 0	65 .3 0	35 .3 0	39. 20	36.05	103. 80	884.70
2003	50. 10	42. 40	86. 20	31 .7 0	13 .0 0	2. 45	0. 91	9. 70	20 .6 0	43 .8 0	62 .6 0	88. 20	37.64	88.2 0	972.90
2004	29. 60	60. 70	89. 90	18 .2 0	31 .7 0	11 .4 0	8. 60	17 .8 0	19 .7 0	51 .7 0	22 .1 0	87. 70	37.43	89.9 0	1062.8 0

2005	77.	69.	105	14	1.	1.	6.	20	11	47	28	147	44.29	147.	1210.6
	60	90	.00	.1 0	00	93	60	.4 0	.0 0	.3 0	.8 0				
2006	122	57.	99.	33	5.	10	1.	1.	17	82	69	88.	49.18	122.	1333.1
	.50	90	60	.8 0	70	.3 0	1. 00	1. 40	.0 0	.9 0	.1 0				
2007	45.	4.4	64.	22	20	2.	4.	3.	5.	67	49	67.	29.61	67.3	1400.4
	00	0	00	.6 0	.1 0	2. 05	4. 60	3. 00	5. 80	.3 0	.4 0				
2008	74.	94.	78.	48	5.	1.	2.	3.	32	37	43	73.	41.32	94.4	1494.8
	00	40	60	.2 0	80	90	10	60	.0 0	.7 0	.8 0				
2009	111	96.	90.	71	5.	16	12	1.	10	41	50	95.	50.16	111.	1605.8
	.00	90	30	.0 0	80	.1 0	.2 0	60	.1 0	.0 0	.1 0				
2010	26.	116	84.	29	8.	3.	2.	5.	20	39	69	65.	39.27	116.	1722.4
	40	.60	00	.9 0	10	38	40	30	.7 0	.1 0	.6 0				
2011	80.	65.	107	31	25	2.	2.	3.	9.	88	48	113	48.21	113.	1835.6
	50	90	.40	.4 0	.2 0	86	40	50	30	.8 0	.1 0				
2012	78.	83.	27.	58	10	3.	6.	4.	4.	66	84	159	48.99	159.	1994.6
	80	70	90	.9 0	.3 0	40	30	80	00	.3 0	.5 0				
2013	64.	98.	127	49	5.	27	13	27	4.	41	56	76.	49.43	127.	2122.3
	20	80	.70	.6 0	70	.1 0	.4 0	.6 0	60	.7 0	.0 0				
PROM															
EDIO															
MENS	71.	67.	83.	35	11	6.	5.	7.	14	44	48	78.			
UAL	03	17	86	.2 7	.3 8	6. 35	5. 98	7. 68	.5 6	.8 3	.6 4				
MULTI															
ANUAL															

Figura 26

Análisis doble masa Estación Tulumayo Reajustado

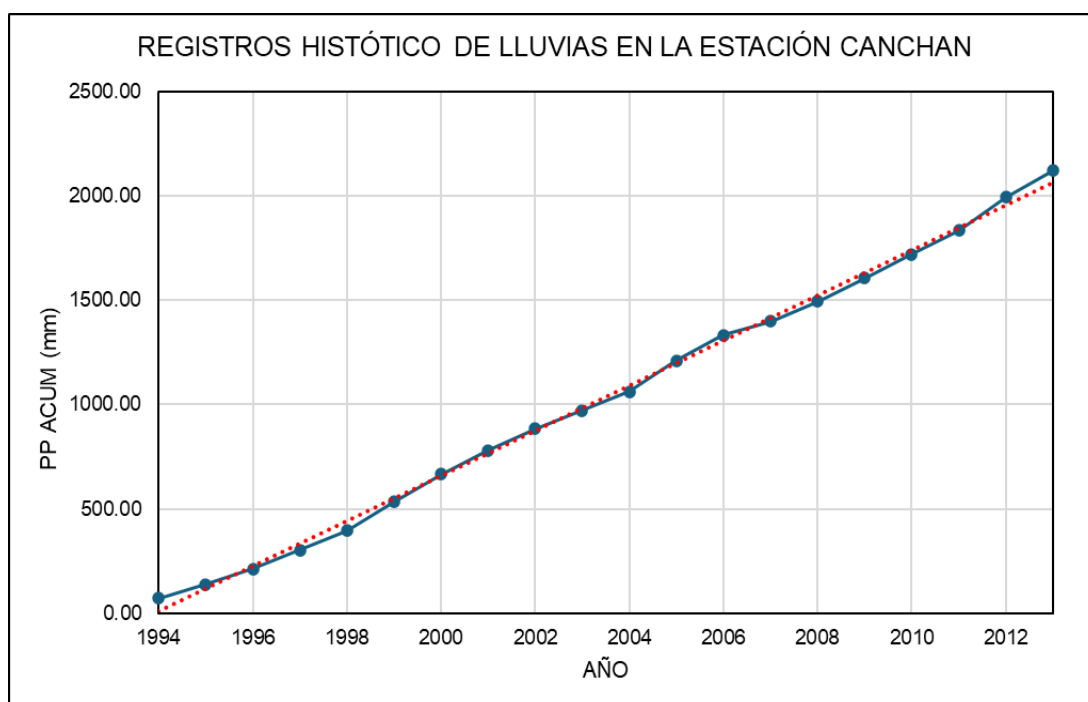


Tabla 19

Índice modificado de Fourier Estación Canchan

ÍNDICE MODIFICADO DE FOURIER CANCHAN														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	IMF	R
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
1994	12.59	10.40	5.02	6.25	0.69	0.00	0.00	0.00	2.77	5.66	1.66	5.34	50.38	103.06
1995	10.70	11.52	14.16	1.80	0.08	0.02	0.01	0.00	0.69	0.81	1.37	7.00	48.17	94.87
1996	8.15	3.00	5.64	17.14	0.56	0.01	0.01	0.00	0.17	1.06	8.02	2.31	46.07	87.38
1997	22.67	7.23	2.61	0.84	0.44	0.32	0.00	0.72	0.23	2.46	2.21	8.91	48.64	96.60
1998	23.33	11.75	10.52	0.30	0.03	0.00	0.00	0.00	0.32	0.69	10.82	6.74	64.50	162.66
1999	13.38	17.24	36.09	0.85	0.14	0.04	0.05	0.00	1.08	0.53	3.92	11.13	84.46	267.68
2000	12.20	12.97	34.31	0.39	0.04	0.60	0.16	0.95	0.30	1.35	1.87	13.58	78.73	235.07
2001	24.25	3.45	16.37	2.66	0.24	0.02	0.37	0.05	0.29	5.08	13.98	9.03	75.76	218.98

200			24.9		0.9	0.0	1.3	0.1	0.3				57.6	132.2
2	0.81	7.88	1	5.00	2	1	9	2	4	9.86	2.88	3.55	6	5
200			16.4		0.3	0.0	0.0	0.2	0.9				59.9	141.8
3	5.56	3.98	5	2.22	7	1	0	1	4	4.25	8.68	17.2	2	9
200			18.0		2.2	0.2	0.1	0.7	0.8				57.3	130.7
4	1.95	8.20	0	0.74	4	9	6	1	6	5.95	1.09	17.1	3	9
200			20.7		0.0	0.0	0.0	0.7	0.2				89.6	298.6
5	11.3	9.19	5	0.37	0	1	8	8	3	4.21	1.56	41.1	1	6
200			16.8		0.0	0.1	0.0	0.0	0.4				83.7	263.3
6	25.4	5.68	1	1.94	6	8	0	0	9	11.6	8.09	13.3	9	3
200			11.5		1.1	0.0	0.0	0.0	0.0				52.3	110.5
7	5.70	0.05	3	1.44	4	1	6	3	9	12.7	6.87	12.6	7	5
200			12.4		0.0	0.0	0.0	0.0	2.0				66.0	169.8
8	11.0	17.9	6	4.69	7	1	1	3	7	2.87	3.87	10.9	6	8
200			13.5		0.0	0.4	0.2	0.0	0.1				81.1	248.3
9	20.4	15.6	5	8.38	6	3	5	0	7	2.79	4.17	15.2	5	8
201			14.9		0.1	0.0	0.0	0.0	0.9				71.0	194.4
0	1.48	28.8	7	1.90	4	2	1	6	1	3.24	10.2	9.19	5	9
201			19.9		1.1	0.0	0.0	0.0	0.1				81.4	250.1
1	11.2	7.51	4	1.70	0	1	1	2	5	13.6	4.00	22.1	5	2
201			1.32		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0				92.6	317.6
2	10.5	11.9	2	5.90	8	2	7	4	3	7.48	12.1	43.0	0	3
201			27.5		0.0	1.2	0.3	1.2	0.0				76.1	220.8
3	6.95	16.4	0	4.15	5	4	0	8	4	2.93	5.29	9.92	0	1
PROMEDIO R DE LA ESTACIÓN CANCHAN														187.25

Tabla 20

Registro de precipitaciones Estación Gorgor

REGISTROS HISTÓTICO DE LLUVIAS EN LA ESTACIÓN GORGOR															
AÑO	EN	FE	MA	AB	M	JU	J	A	SE	O	NO	DI	PRO MEDI O	MÁX IMO	MÁXIM O ACUM ULADO
	E	B	R	R	AY	N	U	G	T	CT	V	C			
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12			
1988	168 .10	93. 20	0.0 0	0.0 0	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 01	0. 00	66. 20	167 .71	41.27	168. 10	168.10

1989	250 .20	233 .00	202 .50	43. 60	0. 00	0. 00	0. 0	0. 00	0. 00	48 .8 0	0.0 0	0.0 0	64.84	250. 20	418.30
1990	78. 10	33. 50	43. 10	0.0 0	0. 00	0. 00	0. 0	3. 20	0. 00	60 .1 0	97. 40	67. 60	31.92	97.4 0	515.70
1991	54. 90	31. 61	133 .80	41. 70	28 .3 0	54 .8 0	0. 0	0. 00	0. 00	0. 00	0.0 0	0.0 0	28.76	133. 80	649.50
1992	0.0 0	76. 81	150 .20	52. 30	22 .0 0	5. 30	0. 0	0. 00	10 .8 0	61 .7 1	0.0 0	29. 80	34.08	150. 20	799.70
1993	82. 11	51. 90	195 .60	94. 31	0. 00	0. 00	0. 0	0. 00	0. 00	0. 00	0.0 0	0.0 0	35.33	195. 60	995.30
1994	227 .40	263 .71	149 .60	111 .20	0. 00	0. 00	0. 0	0. 00	0. 00	7. 50	0.0 0	98. 70	71.51	263. 71	1259.0 1
1995	97. 60	132 .70	226 .40	21. 20	0. 00	0. 00	0. 0	0. 00	7. 20	14 .2 0	49. 30	92. 20	53.40	226. 40	1485.4 1
1996	171 .50	172 .80	214 .20	87. 80	26 .5 0	0. 00	0. 0	0. 00	0. 00	15 .2 0	5.7 0	74. 80	64.04	214. 20	1699.6 1
1997	91. 50	108 .10	45. 90	32. 90	0. 00	0. 00	0. 0	0. 00	8. 00	11 .0 0	128 .20	181 .60	50.60	181. 60	1881.2 1
1998	251 .80	307 .60	234 .20	63. 40	0. 00	0. 00	0. 0	0. 00	0. 00	31 .5 0	18. 40	44. 70	79.30	307. 60	2188.8 1
1999	160 .30	286 .10	202 .70	82. 30	19 .8 0	0. 00	0. 0	0. 00	0. 00	58 .8 0	52. 90	121 .40	82.03	286. 10	2474.9 1
2000	123 .40	187 .00	85. 20	46. 50	20 .6 0	0. 00	0. 0	0. 00	0. 00	35 .8 0	40. 60	150 .00	57.43	187. 00	2661.9 1
2001	174 .50	122 .30	291 .30	0.0 0	18 .9 0	0. 00	0. 0	0. 00	0. 00	37 .7 0	98. 50	37. 50	65.06	291. 30	2953.2 1

2002	69. 30	182 .80	180 .80	96. 50	12 .4 0	0. 00	0. 0	0. 00	15 .3 0	64 .8 0	73. 10	59. 90	62.91	182. 80	3136.0 1
2003	94. 40	68. 90	145 .50	38. 60	0. 00	0. 00	0. 0	0. 00	0. 00	29 .3 0	25. 50	146 .00	45.68	146. 00	3282.0 1
2004	38. 80	85. 20	80. 70	42. 40	0. 00	0. 00	0. 0	0. 00	26 .8 0	16 .9 0	15. 80	80. 20	32.23	85.2 0	3367.2 1
2005	31. 90	88. 10	116 .20	36. 90	0. 00	0. 00	0. 0	0. 00	0. 00	0. 00	17. 90	44. 00	27.92	116. 20	3483.4 1
2006	39. 50	40. 70	65. 80	24. 90	0. 00	0. 00	0. 0	0. 00	0. 00	15 .2 0	20. 50	27. 90	19.54	65.8 0	3549.2 1
2007	68. 40	34. 10	113 .50	55. 50	0. 00	0. 00	0. 0	0. 00	0. 00	9. 00	0.0 0	18. 30	24.90	113. 50	3662.7 1
2008	49. 50	81. 30	91. 40	42. 40	0. 00	6. 70	0. 0	9. 50	3. 30	20 .2 0	51. 10	0.0 0	29.62	91.4 0	3754.1 1
2009	114 .50	145 .00	150 .60	52. 40	12 .0 0	0. 00	0. 0	0. 00	0. 00	28 .4 0	28. 70	42. 00	47.80	150. 60	3904.7 1
2010	59. 70	101 .70	121 .50	30. 60	0. 00	0. 00	0. 0	0. 00	0. 00	0. 00	27. 90	102 .60	37.00	121. 50	4026.2 1
2011	114 .40	83. 80	125 .80	58. 90	0. 00	0. 00	0. 0	0. 00	4. 90	6. 60	64. 80	123 .70	48.58	125. 80	4152.0 1
2012	57. 80	210 .90	132 .20	82. 10	10 .1 0	0. 00	0. 0	0. 00	14 .6 0	26 .8 0	25. 10	0.0 0	46.63	210. 90	4362.9 1
2013	35. 90	153 .80	183 .60	34. 10	0. 00	0. 00	0. 0	0. 00	0. 00	62 .8 0	39. 70	67. 90	48.15	183. 60	4546.5 1
PROM	EDIO	104	129	141	48.	6.	2.	0.	0.	3.	25	36.	68.		
MENS		.06	.87	.63	94	56	57	0	49	50	.4	43	40		
UAL								0			7				

MULTI
ANUAL

Figura 27

Análisis doble masa Estación Gorgor

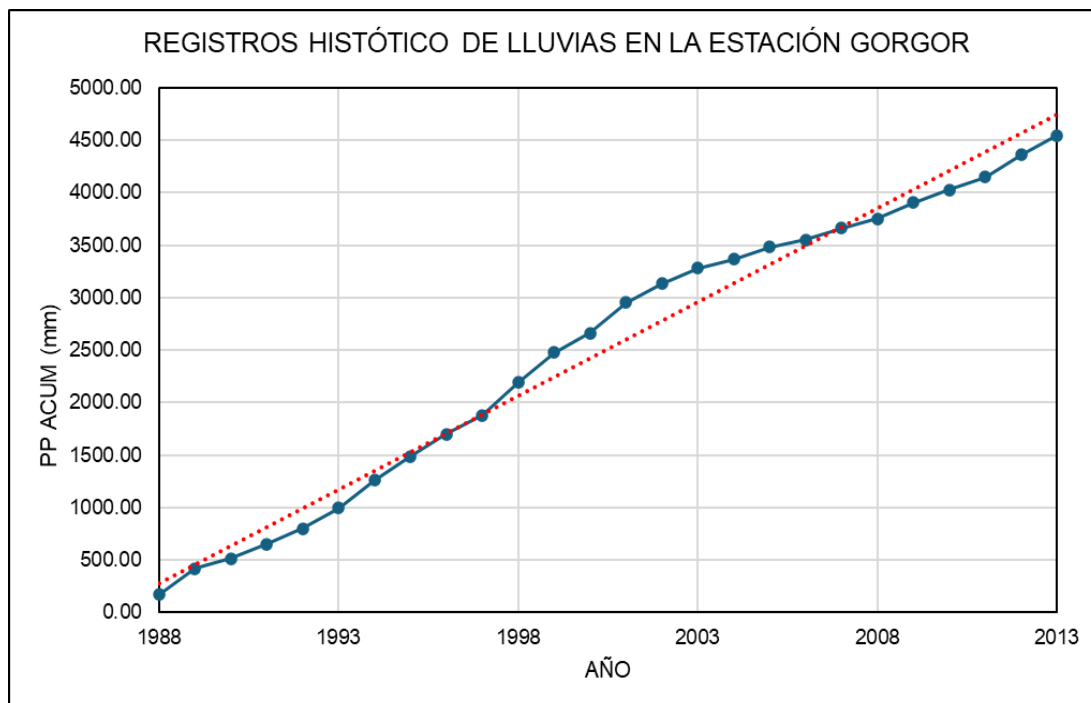


Tabla 21

Registro de precipitaciones Estación Gorgor Reajustado

REGISTROS HISTÓTICO DE LLUVIAS EN LA ESTACIÓN GORGOR																
AÑO	EN	FE	MA	AB	M	JU	JU	A	SE	O	NO	DI	PRO MEDI O	MÁX IMO	MÁXIM O ACUM ULAD O	
	E	B	R	R	AY	N	L	G O	T	CT	V	C				
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12				
1994	22	26	14	11	41				40							
	7.4	3.7	9.6	1.2	.4	2.	4.	2.	.8	7.	56.	98.	83.93	263.	263.71	
	0	1	0	0	2	99	78	00	8	50	93	70		71		
1995		13	22		13					14						
	97.	2.7	6.4	21.	.7	6.	4.	5.	7.	.2	49.	92.	55.89	226.	490.11	
	60	0	0	20	7	77	03	26	20	0	30	20		40		
1996	17	17	21		26				15	15						
	1.5	2.8	4.2	87.	.5	6.	1.	6.	.4	.2	5.7	74.	66.46	214.	704.31	
	0	0	0	80	0	09	29	22	0	0	0	80		20		

1997	91. 50	10 8.1 0	45. 90	32. 90	11 .8 3	7. 52	3. 72	6. 67	8. 00	11 .0 0	12 8.2 0	18 1.6 0	53.08	181. 60	885.91
1998	25 1.8 0	30 7.6 0	23 4.2 0	63. 40	12 .7 4	9. 12	1. 76	4. 96	17 .6 7	31 .5 0	18. 40	44. 70	83.15	307. 60	1193.5 1
1999	16 0.3 0	28 6.1 0	20 2.7 0	82. 30	19 .8 0	7. 83	8. 93	2. 84	39 .7 4	58 .8 0	52. 90	12 1.4 0	86.97	286. 10	1479.6 1
2000	12 3.4 0	18 7.0 0	85. 20	46. 50	20 .6 0	13 .5 9	8. 59	12 .7 0	28 .4 5	35 .8 0	40. 60	15 0.0 0	62.70	187. 00	1666.6 1
2001	17 4.5 0	12 2.3 0	29 1.3 0	41. 76	18 .9 0	11 .3 6	10 .8 9	3. 59	32 .7 5	37 .7 0	98. 50	37. 50	73.42	291. 30	1957.9 1
2002	69. 30	18 2.8 0	18 0.8 0	96. 50	12 .4 0	6. 55	12 .1 6	7. 16	15 .3 0	64 .8 0	73. 10	59. 90	65.06	182. 80	2140.7 1
2003	94. 40	68. 90	14 5.5 0	38. 60	12 .4 1	8. 99	3. 47	11 .8 5	19 .9 2	29 .3 0	25. 50	14 6.0 0	50.40	146. 00	2286.7 1
2004	38. 80	85. 20	80. 70	42. 40	12 .3 8	10 .4 0	11 .7 7	4. 96	26 .8 0	16 .9 0	15. 80	80. 20	35.53	85.2 0	2371.9 1
2005	31. 90	88. 10	11 6.2 0	36. 90	8. 70	7. 87	2. 14	8. 68	10 .7 9	41 .2 8	17. 90	44. 00	34.54	116. 20	2488.1 1
2006	39. 50	40. 70	65. 80	24. 90	5. 37	18 .0 2	3. 45	12 .0 3	17 .1 3	15 .2 0	20. 50	27. 90	24.21	65.8 0	2553.9 1
2007	68. 40	34. 10	11 3.5 0	55. 50	38 .1 7	1. 44	8. 55	3. 52	10 .3 1	9. 00	58. 17	18. 30	34.91	113. 50	2667.4 1
2008	49. 50	81. 30	91. 40	42. 40	6. 52	6. 70	9. 55	9. 50	3. 30	20 .2 0	51. 10	89. 91	38.45	91.4 0	2758.8 1
2009	11 4.5 0	14 5.0 0	15 0.6 0	52. 40	12 .0 0	8. 03	9. 34	12 .5 5	11 .5 6	28 .4 0	28. 70	42. 00	51.26	150. 60	2909.4 1

2010	59.70	101.70	121.50	30.60	9.00	5.50	5.58	2.92	13.74	29.67	27.90	102.60	42.54	121.50	3030.91
2011	114.40	83.80	125.80	58.90	15.64	4.93	5.89	2.78	4.90	6.60	64.80	123.70	51.01	125.80	3156.71
2012	57.80	21.09	132.20	82.10	10.10	11.42	2.61	2.80	14.60	26.80	25.10	118.07	57.88	210.90	3367.61
2013	35.90	153.80	183.60	34.10	18.26	6.53	3.36	7.51	7.91	62.80	39.70	67.90	51.78	183.60	3551.21
PROM															
EDIO															
MENS	10	14	14	16	8.	6.	6.	17	28						
UAL	3.6	2.8	7.8	54.3	.08	.09	.53	.3	.1	44.94	86.07				
MULTI	1	3	6	12	3			2	3						
ANUAL															

Figura 28

Análisis doble masa Estación Gorgor Reajustado

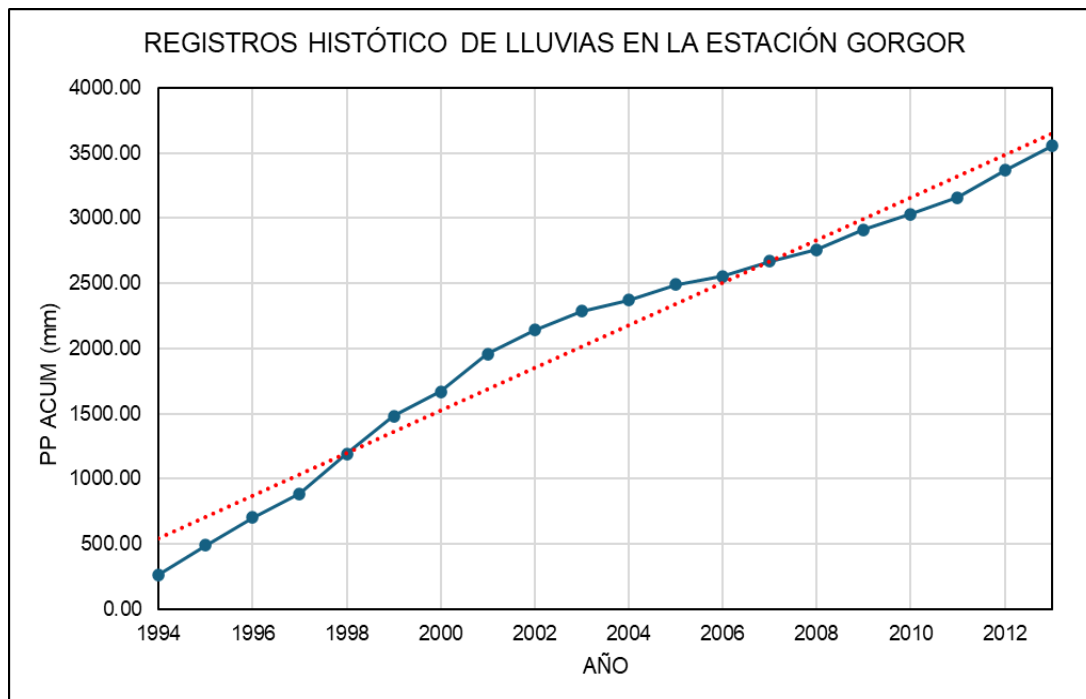


Tabla 22
Índice modificado de Fourier Estación Gorgor

ÍNDICE MODIFICADO DE FOURIER GORGOR														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	IMF	R
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
1994	51.3	69.0	22.2	12.2	1.7	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	3.22	9.67	171.2	987.5
	5	5	2	8	0	1	2	0	6	6			4	1
1995	14.2	26.2	76.4	0.67	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	3.62	12.6	134.6	633.5
	0	6	3		8	7	2	4	8	0		8	6	1
1996	36.8	37.4	57.5	9.67	0.8	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.04	7.02	150.1	774.5
	8	4	3		8	5	0	5	0	9			4	6
1997	13.1	18.3	3.31	1.70	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	25.8	51.7	114.7	471.5
	4	5			2	9	2	7	0	9	0	8	7	7
1998	63.5	94.8	54.9	4.03	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.9	0.34	2.00	221.2	1585.
	4	2	7		6	8	0	2	1	9			8	47
1999	24.6	78.4	39.3	6.49	0.3	0.0	0.0	0.0	1.5	3.3	2.68	14.1	171.0	985.5
	2	3	7		8	6	8	1	1	1		2	6	4
2000	20.2	46.4	9.65	2.87	0.5	0.2	0.1	0.2	1.0	1.7	2.19	29.9	115.2	475.0
	4	7			6	5	0	1	8	0		0	3	6
2001	34.5	16.9	96.3	1.98	0.4	0.1	0.1	0.0	1.2	1.6	11.0	1.60	165.9	932.0
	6	8	1		1	5	3	1	2	1	1		7	6
2002	6.15	42.8	41.8	11.9	0.2	0.0	0.1	0.0	0.3	5.3	6.84	4.60	120.3	514.9
		0	7	3	0	5	9	7	0	8			7	4
2003	14.7	7.85	35.0	2.46	0.2	0.1	0.0	0.2	0.6	1.4	1.08	35.2	99.08	359.4
	3		0		5	3	2	3	6	2		4		6
2004	3.53	17.0	15.2	4.22	0.3	0.2	0.3	0.0	1.6	0.6	0.59	15.0	59.08	138.3
		3	8		6	5	3	6	8	7		9		1
2005	2.46	18.7	32.5	3.29	0.1	0.1	0.0	0.1	0.2	4.1	0.77	4.67	67.41	176.4
		3	8		8	5	1	8	8	1				8
2006	5.37	5.70	14.9	2.13	0.1	1.1	0.0	0.5	1.0	0.8	1.45	2.68	35.80	54.83
			0		0	2	4	0	1	0				
2007	11.1	2.78	30.7	7.35	3.4	0.0	0.1	0.0	0.2	0.1	8.08	0.80	65.05	165.2
	7		5		8	0	7	3	5	9				5
2008	5.31	14.3	18.1	3.90	0.0	0.1	0.2	0.2	0.0	0.8	5.66	17.5	66.31	171.2
		3	1		9	0	0	0	2	8		2		0
2009	21.3	34.1	36.8	4.46	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	1.3	1.34	2.87	103.3	388.2
	1	8	7		3	0	4	6	2	1			1	9
2010	6.98	20.2	28.9	1.83	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	1.7	1.53	20.6	82.54	256.5
		6	2		6	6	6	2	7	3		2		4

201	21.3	11.4	25.8		0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		25.0		344.6
1	8	7	5	5.67	0	4	6	1	4	7	6.86	0	96.85	4
201		64.0	25.1		0.1	0.1	0.0	0.0	0.3	1.0		20.0	126.4	563.6
2	4.81	4	6	9.71	5	9	1	1	1	3	0.91	7	0	2
201		38.0	54.2		0.5	0.0	0.0	0.0	0.1	6.3			113.3	461.1
3	2.07	7	5	1.87	4	7	2	9	0	5	2.54	7.42	8	2
PROMEDIO R DE LA														522.0
ESTACIÓN GORGOR														0

Tabla 23

Registro de precipitaciones Estación Huánuco

REGISTROS HISTÓTICO DE LLUVIAS EN LA ESTACIÓN HUÁNUCO															
AÑO	E N E	FE B	MA R	AB R	M AY	JU N	JU L	A G O	SE T	OC T	N O V	DI C	PROM EDIO	MÁX IMO	MÁXIM O ACUM ULADO
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12			
1988	88 .9 0	83 .8 0	34. 90	42 .7 0	6. 50	0. 00	6. 20	1. 90	9. 70	14. 50	22 .4 0	23. 20	27.89	88.9 0	88.90
1989	56 .8 0	43 .8 0	98. 20	20 .8 0	14 .8 0	11 .5 0	0. 00	2. 50	12 .0 0	67. 90	41 .3 0	59. 10	35.73	98.2 0	187.10
1990	45 .8 0	13 .5 0	34. 70	52 .2 0	32 .6 0	15 .1 0	1. 50	7. 10	10 .9 0	86. 80	77 .0 0	59. 20	36.37	86.8 0	273.90
1991	25 .7 0	44 .3 0	93. 40	29 .1 0	3. 00	10 .1 0	4. 80	0. 00	8. 20	32. 30	40 .2 0	39. 60	27.56	93.4 0	367.30
1992	43 .1 0	85 .6 0	66. 20	20 .6 0	0. 00	14 .4 0	0. 00	36 .0 0	4. 00	97. 40	37 .4 0	21. 60	35.53	97.4 0	464.70
1993	17 .5 0	40 .9 0	74. 30	25 .9 0	16 .8 0	12 .3 0	5. 90	6. 30	8. 00	16. 60	94 .1 0	48. 50	30.59	94.1 0	558.80
1994	0. 00	57 .5 0	41. 30	57 .6 0	23 .4 0	0. 00	0. 00	0. 00	32 .7 0	64. 40	20 .4 0	41. 00	28.19	64.4 0	623.20
1995	38 .7 0	50 .4 0	50. 30	26 .0 0	3. 60	1. 40	1. 20	0. 40	7. 22	23. 20	48 .8 0	59. 00	25.85	59.0 0	682.20

1996	59 .5 0	33 .1 0	41. 70	69 .3 0	23 .0 0	0. 01	0. 10	5. 30	2. 30	23. 60	57 .8 0	15. 70	27.62	69.3 0	751.50
1997	54 .6 0	41 .6 0	26. 50	15 .1 0	9. 60	2. 20	0. 00	9. 60	7. 60	29. 80	41 .5 0	47. 30	23.78	54.6 0	806.10
1998	93 .5 0	63 .0 0	66. 90	3. 10	2. 80	2. 10	0. 00	2. 80	3. 80	29. 30	64 .5 0	34. 00	30.48	93.5 0	899.60
1999	81 .7 0	88 .5 0	109 .30	22 .3 0	18 .4 4	15 .1 0	8. 60	0. 61	57 .6 0	20. 84	33 .8 1	58. 20	42.92	109. 30	1008.9 0
2000	68 .2 4	89 .6 1	125 .32	30 .3 3	10 .1 4	16 .0 1	3. 62	17 .1 1	11 .9 2	9.5 1	61 .0 0	77. 24	43.34	125. 32	1134.2 2
2001	45 .2 2	36 .2 2	85. 20	46 .2 3	10 .4 6	3. 33	8. 46	10 .2 1	7. 40	36. 90	72 .7 0	55. 81	34.85	85.2 0	1219.4 2
2002	29 .5 0	56 .4 1	83. 10	56 .5 0	18 .2 3	2. 92	12 .8 1	4. 11	8. 42	109 .80	40 .8 4	20. 30	36.91	109. 80	1329.2 2
2003	44 .7 2	26 .9 1	70. 50	24 .6 3	14 .3 1	0. 31	0. 11	9. 45	12 .6 1	17. 11	77 .3 1	83. 14	31.76	83.1 4	1412.3 6
2004	33 .6 2	31 .7 2	56. 93	31 .2 5	24 .8 0	5. 13	5. 60	16 .7 0	16 .2 2	28. 65	34 .8 4	104 .62	32.51	104. 62	1516.9 8
2005	32 .6 2	45 .0 0	92. 71	12 .2 1	1. 40	0. 01	2. 02	8. 60	5. 82	51. 52	26 .3 2	106 .95	32.10	106. 95	1623.9 3
2006	81 .9 2	48 .4 1	112 .71	38 .6 1	2. 00	6. 22	3. 50	2. 92	11 .4 2	46. 00	66 .7 1	89. 11	42.46	112. 71	1736.6 4
2007	33 .9 3	6. 92	83. 10	35 .8 3	7. 83	1. 90	6. 72	3. 92	4. 40	59. 22	40 .6 1	70. 30	29.56	83.1 0	1819.7 4
2008	29 .8 3	90 .8 0	91. 34	36 .3 1	3. 62	5. 50	0. 12	2. 00	33 .4 0	38. 01	50 .9 2	68. 13	37.50	91.3 4	1911.0 8

2009	67	72	87.91	57	13	10	11	4.40	11	44.	40	59.62	40.06	87.91	1998.99
	.2	.5		.2	.7	.3	.9		.0	.2					
	5	2		0	0	1	0		1	64	2				
2010	21	85	88.63	19	3.	2.	4.	7.	13	26.	55	81.93	34.24	88.63	2087.62
	.8	.9		.0	41	61	91	20	.6	70	.1				
	0	0		0				5		7					
2011	74	64	141.62	43	21	1.	1.	3.	22	67.	56	132.31	52.64	141.62	2229.24
	.3	.0		.9	.1	83	91	70	.6	70	.6				
	1	3		2	0			3		0					
2012	78	55	30.11	75	13	3.	7.	3.	4.	75.	94	154.71	49.85	154.71	2383.95
	.6	.7		.9	.7	83	80	41	90	02	.5				
	0	0		2	1					0					
2013	36	90	92.03	33	5.	10	12	22	6.	37.	71	76.10	41.22	92.03	2475.98
	.2	.0		.6	70	.7	.5	.1	60	80	.3				
	1	1		0		0	0	0			0				
PROM															
EDIO															
MENS	49	55	76.11	35	11	5.	4.	7.	12	44.	52	64.87			
UAL	.3	.6		.6	.7	95	24	24	.8	43	.6				
MULTI	7	2		2	3				6		3				
ANUAL															

Figura 29

Análisis doble masa Estación Huánuco

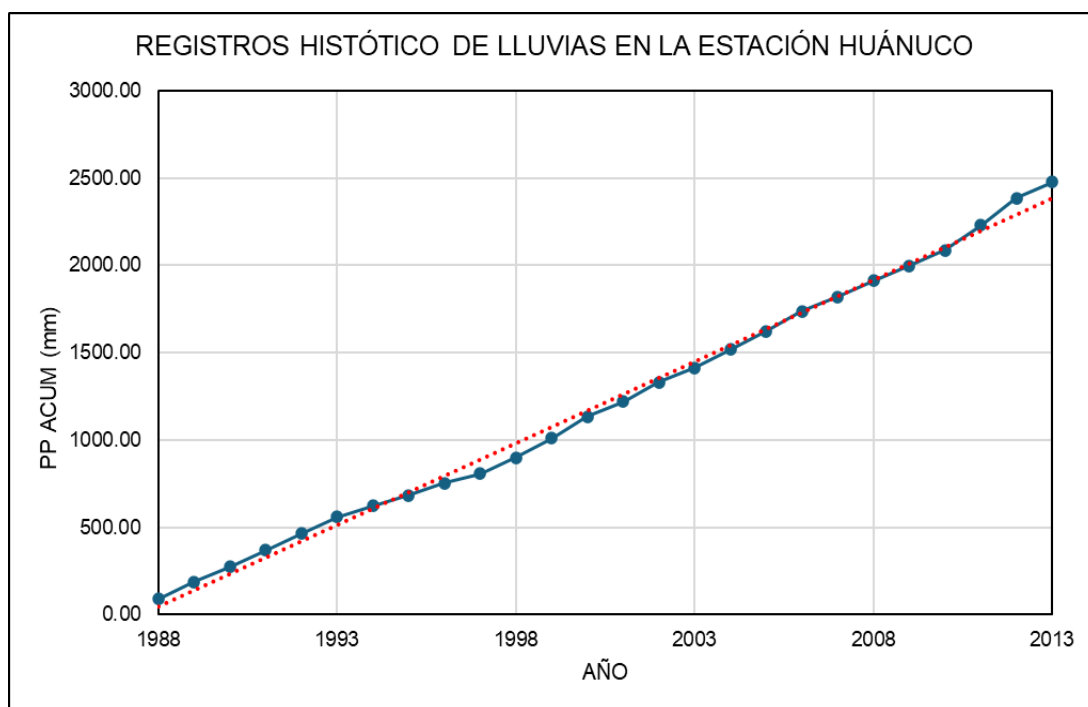


Tabla 24
Registro de precipitaciones Estación Huánuco Reajustado

REGISTROS HISTÓTICO DE LLUVIAS EN LA ESTACIÓN HUÁNUCO															
AÑO	E N E	FE B	MA R	AB R	M AY	JU N	JU L	A G O	SE T	OC T	N O V	DI C	PROM EDIO	MÁX IMO	MÁXIM O ACUM ULADO
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12			
1994	77 .1 0	57 .5 0	41. 30	57 .6 0	23 .4 0	1. 67	2. 11	0. 37	32 .7 0	64. 40	20 .4 0	41. 00	34.96	77.1 0	77.10
1995	38 .7 0	50 .4 0	50. 30	26 .0 0	3. 60	1. 40	1. 20	0. 40	7. 22	23. 20	48 .8 0	59. 00	25.85	59.0 0	136.10
1996	59 .5 0	33 .1 0	41. 70	69 .3 0	23 .0 0	0. 01	0. 10	5. 30	2. 30	23. 60	57 .8 0	15. 70	27.62	69.3 0	205.40
1997	54 .6 0	41 .6 0	26. 50	15 .1 0	9. 60	2. 20	1. 04	9. 60	7. 60	29. 80	41 .5 0	47. 30	23.87	54.6 0	260.00
1998	93 .5 0	63 .0 0	66. 90	3. 10	2. 80	2. 10	0. 48	2. 80	3. 80	29. 30	64 .5 0	34. 00	30.52	93.5 0	353.50
1999	81 .7 0	88 .5 0	109 .30	22 .3 0	18 .4 4	15 .1 0	8. 60	0. 61	57 .6 0	20. 84	33 .8 1	58. 20	42.92	109. 30	462.80
2000	68 .2 4	89 .6 1	125 .32	30 .3 3	10 .1 4	16 .0 1	3. 62	17 .1 1	11 .9 2	9.5 1	61 .0 0	77. 24	43.34	125. 32	588.12
2001	45 .2 2	36 .2 2	85. 20	46 .2 3	10 .4 6	3. 33	8. 46	10 .2 1	7. 40	36. 90	72 .7 0	55. 81	34.85	85.2 0	673.32
2002	29 .5 0	56 .4 1	83. 10	56 .5 0	18 .2 3	2. 92	12 .8 1	4. 11	8. 42	109 .80	40 .8 4	20. 30	36.91	109. 80	783.12
2003	44 .7 2	26 .9 1	70. 50	24 .6 3	14 .3 1	0. 31	0. 11	9. 45	12 .6 1	17. 11	77 .3 1	83. 14	31.76	83.1 4	866.26
2004	33 .6 2	31 .7 2	56. 93	31 .2 5	24 .8 0	5. 13	5. 60	16 .7 0	16 .2 2	28. 65	34 .8 4	104 .62	32.51	104. 62	970.88

2005	32 .6 2	45 .0 0	92. 71	12 .2 1	1. 40	0. 01	2. 02	8. 60	5. 82	51. 52	26 .3 2	106 .95	32.10	106. 95	1077.8 3
2006	81 .9 2	48 .4 1	112 .71	38 .6 1	2. 00	6. 22	3. 50	2. 92	11 .4 2	46. 00	66 .7 1	89. 11	42.46	112. 71	1190.5 4
2007	33 .9 3	6. 92	83. 10	35 .8 3	7. 83	1. 90	6. 72	3. 92	4. 40	59. 22	40 .6 1	70. 30	29.56	83.1 0	1273.6 4
2008	29 .8 3	90 .8 0	91. 34	36 .3 1	3. 62	5. 50	0. 12	2. 00	33 .4 0	38. 01	50 .9 2	68. 13	37.50	91.3 4	1364.9 8
2009	67 .2 5	72 .5 2	87. 91	57 .2 0	13 .7 0	10 .3 1	11 .9 0	11 40	11 .0 1	44. 64	40 .2 2	59. 62	40.06	87.9 1	1452.8 9
2010	21 .8 0	85 .9 0	88. 63	19 .0 0	3. 41	2. 61	4. 91	7. 20	13 .6 5	26. 70	55 .1 7	81. 93	34.24	88.6 3	1541.5 2
2011	74 .3 1	64 .0 3	141 .62	43 .9 2	21 .1 0	1. 83	1. 91	3. 70	22 .6 3	67. 70	56 .6 0	132 .31	52.64	141. 62	1683.1 4
2012	78 .6 0	55 .7 0	30. 11	75 .9 2	13 .7 1	3. 83	7. 80	3. 41	4. 90	75. 02	94 .5 0	154 .71	49.85	154. 71	1837.8 5
2013	36 .2 1	90 .0 1	92. 03	33 .6 0	5. 70	10 .7 0	12 .5 0	22 .1 0	6. 60	37. 80	71 .3 0	76. 10	41.22	92.0 3	1929.8 8
PROM															
EDIO	54	56		36	11				14		52				
MENS	.1	.7	78.	.7	.5	4.	4.	6.	.0	41.	.7	71.			
UAL	4	1	86	5	6	65	78	75	8	99	9	77			
MULTI															
ANUAL															

Figura 30

Análisis doble masa Estación Huánuco Reajustado

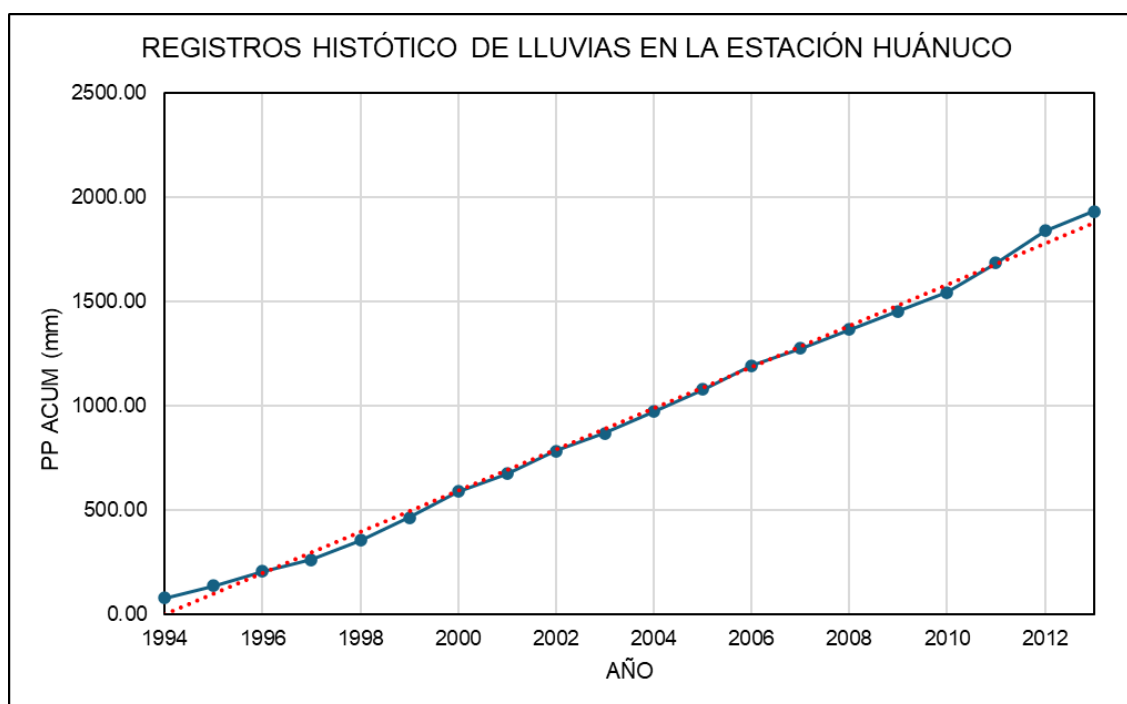


Tabla 25

Índice modificado de Fourier Estación Huánuco

ÍNDICE MODIFICADO DE FOURIER HUÁNUCO														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	IMF	R
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
1994	14.17	7.88	4.07	7.91	1.31	0.01	0.01	0.00	2.55	9.89	0.99	4.01	52.78	112.31
1995	4.83	8.19	8.16	2.18	0.04	0.01	0.00	0.00	0.17	1.74	7.68	11.22	44.20	80.95
1996	10.68	3.31	5.25	14.49	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	1.68	10.08	0.74	47.93	94.00
1997	10.41	6.04	2.45	0.80	0.32	0.02	0.00	0.32	0.20	3.10	6.01	7.81	37.49	59.70
1998	23.87	10.84	12.22	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	2.34	11.36	3.16	63.90	159.90
1999	12.96	15.21	23.20	0.97	0.66	0.44	0.14	0.00	6.44	0.84	2.22	6.58	69.66	187.53
2000	8.95	15.44	30.20	1.77	0.20	0.49	0.03	0.56	0.27	0.17	7.16	11.47	76.72	224.10
2001	4.89	3.14	17.36	5.11	0.26	0.03	0.17	0.25	0.13	3.26	12.64	7.45	54.68	119.92

200			15.5		0.7	0.0	0.3	0.0	0.1	27.2			65.2	165.9
2	1.96	7.18	9	7.21	5	2	7	4	6	2	3.77	0.93	0	4
200			13.0		0.5	0.0	0.0	0.2	0.4		15.6	18.1	57.5	131.8
3	5.25	1.90	4	1.59	4	0	0	3	2	0.77	8	4	6	2
200			8.31		1.5	0.0	0.0	0.7	0.6		28.0	52.6	111.9	
4	2.90	2.58	7	2.50	8	7	8	1	7	2.10	3.11	6	8	2
200			22.3		0.0	0.0	0.0	0.1	0.0		29.7	69.4	186.2	
5	2.76	5.26	1	0.39	1	0	1	9	9	6.89	1.80	0	0	4
200			24.9		0.0	0.0	0.0	0.0	0.2		15.5	74.4	212.1	
6	13.1	4.60	3	2.93	1	8	2	2	6	4.15	8.73	8	8	8
200			19.4		0.1	0.0	0.1	0.0	0.0		13.9	55.3	122.6	
7	3.25	0.14	7	3.62	7	1	3	4	5	9.89	4.65	3	5	3
200			18.3		0.0	0.0	0.0	0.0	2.4		10.3	63.6	158.7	
8	1.98	2	4	2.93	3	7	0	1	8	3.21	5.76	2	4	0
200			10.9		0.3	0.2	0.2	0.0	0.2		59.3	139.4		
9	9.41	4	8	6.81	9	2	9	4	5	4.15	3.37	7.39	4	5
201			17.9		0.0	0.0	0.0	0.1	0.4		16.3	65.2	166.2	
0	1.16	6	2	0.88	3	2	6	3	5	1.73	7.41	4	7	8
201			31.7		0.7	0.0	0.0	0.0	0.8		27.7	91.6	311.1	
1	8.74	6.49	5	3.05	0	1	1	2	1	7.26	5.07	1	3	2
201			1.52		0.3	0.0	0.1	0.0	0.0		14.9	40.0	91.5	310.3
2	10.3	5.19	9.64		1	2	0	2	4	9.41	3	1	1	9
201			17.1		0.0	0.2	0.3	0.9	0.0		10.2	11.7	65.0	164.9
3	2.65	8	2	2.28	7	3	2	9	9	2.89	8	1	0	9
PROMEDIO R DE LA ESTACIÓN HUÁNUCO														161.00

Tabla 26

Registro de precipitaciones Estación Oyón

REGISTROS HISTÓTICO DE LLUVIAS EN LA ESTACIÓN OYÓN															
AÑO	EN	FE	MA	AB	M	JU	J	A	SE	OC	NO	DI	PRO MEDI O	MÁX IMO	MÁXIM O ACUM ULADO
	E	B	R	R	AY	N	U	G	T	T	V	C			
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12			
1988	10 4.7 0	61. 80	58. 10	72. 90	12 .7 0	0. 00	0. 00	0. 00	11 .1 0	27. 60	29. 70	61. 80	36.70	104. 70	104.70

1989	13 3.8 0	93. 90	10 9.7 0	46. 50	22 .5 0	3. 70	0. 0 0	2. 00	14 .7 0	39. 50	18. 40	7.6 0	41.03	133. 80	238.50
1990	51. 40	76. 00	59. 40	4.4 0	8. 50	1. 00	0. 0 0	0. 00	1. 50	13 9.0 0	82. 70	11 3.3 0	44.77	139. 00	377.50
1991	49. 10	14 6.2 0	10 8.4 0	23. 10	0. 90	0. 00	0. 0 0	0. 00	0. 00	0.0 0	14. 30	16. 80	29.90	146. 20	523.70
1992	39. 50	23. 80	48. 70	23. 50	2. 60	3. 40	0. 0 0	0. 40	6. 60	19. 90	22. 80	17. 30	17.38	48.7 0	572.40
1993	89. 20	12 7.7 0	14 7.0 0	11 0.2 0	0. 80	0. 00	0. 0 0	0. 00	9. 00	83. 10	85. 20	24 7.4 0	74.97	247. 40	819.80
1994	12 9.0 0	12 7.3 0	16 3.9 0	11 0.5 0	45 .4 0	1. 80	2. 0 0	0. 70	42 .0 0	9.0 0	57. 00	48. 00	61.38	163. 90	983.70
1995	73. 30	35. 20	14 0.1 0	59. 40	9. 00	5. 10	1. 2 0	4. 40	7. 30	43. 20	49. 50	85. 50	42.77	140. 10	1123.8 0
1996	12 1.9 0	96. 40	12 5.0 0	58. 20	3. 90	0. 00	0. 0 0	2. 00	6. 10	26. 50	21. 40	61. 80	43.60	125. 00	1248.8 0
1997	88. 30	11 5.7 0	40. 50	26. 80	0. 00	0. 00	0. 0 0	0. 00	14 .0 0	24. 20	64. 40	12 5.3 0	41.60	125. 30	1374.1 0
1998	17 8.1 0	11 2.3 0	12 3.3 0	20. 90	2. 00	2. 50	0. 0 0	0. 00	11 .9 0	58. 50	33. 60	32. 00	47.93	178. 10	1552.2 0
1999	10 1.6 0	19 3.2 0	85. 70	52. 60	38 .5 0	0. 00	4. 2 0	0. 00	31 .9 0	57. 10	50. 30	76. 90	57.67	193. 20	1745.4 0
2000	12 0.6 0	12 4.0 0	10 4.9 0	63. 40	35 .9 0	0. 00	2. 7 0	4. 50	26 .4 0	60. 10	29. 50	13 5.1 0	58.93	135. 10	1880.5 0
2001	14 3.3 0	87. 00	14 9.9 0	33. 90	9. 90	7. 50	0. 0 0	0. 00	26 .4 0	35. 60	10 4.9 0	66. 00	55.37	149. 90	2030.4 0

2002	92. 00	65. 10	96. 90	45. 50	8. 60	2. 10	0. 0 0	2. 10	17 .2 0	73. 50	73. 90	93. 10	47.50	96.9 0	2127.3 0
2003	89. 70	96. 30	12 1.7 0	37. 00	0. 00	0. 00	0. 0 0	1. 30	11 .3 0	15. 80	8.7 0	87. 70	39.13	121. 70	2249.0 0
2004	36. 30	78. 70	56. 50	0.0 0	0. 00	6. 80	0. 0 0	0. 00	22 .3 0	56. 40	95. 60	95. 10	37.31	95.6 0	2344.6 0
2005	0.0 0	40. 60	10 5.6 0	9.5 0	4. 10	0. 00	0. 0 0	3. 90	0. 50	28. 00	23. 80	80. 30	24.69	105. 60	2450.2 0
2006	70. 90	12 4.3 0	14 5.9 0	0.0 0	0. 30	11 .5 0	0. 0 0	6. 00	6. 00	35. 00	80. 80	92. 30	47.75	145. 90	2596.1 0
2007	10 6.3 0	77. 40	14 8.5 0	55. 20	36 .6 0	0. 00	0. 0 0	0. 00	6. 70	52. 20	44. 90	39. 50	47.28	148. 50	2744.6 0
2008	10 8.8 0	13 6.0 0	10 0.7 0	49. 90	0. 00	5. 20	0. 0 0	0. 00	2. 80	59. 60	17. 40	83. 40	46.98	136. 00	2880.6 0
2009	10 1.0 0	10 4.5 0	16 5.3 0	78. 10	16 .8 0	0. 00	1. 5 0	7. 50	8. 20	54. 20	86. 90	92. 40	59.70	165. 30	3045.9 0
2010	60. 10	57. 30	11 7.0 0	29. 90	0. 00	2. 30	0. 0 0	0. 00	9. 20	20. 70	45. 70	12 3.2 0	38.78	123. 20	3169.1 0
2011	14 5.6 0	60. 90	13 3.4 0	63. 40	5. 60	0. 60	0. 0 0	0. 00	5. 40	22. 40	79. 70	12 9.9 0	53.91	145. 60	3314.7 0
2012	78. 80	13 1.6 0	91. 40	11 3.9 0	1. 80	2. 70	0. 0 0	0. 00	34 .1 0	35. 20	46. 50	89. 30	52.11	131. 60	3446.3 0
2013	55. 80	69. 80	0.0 0	0.0 0	17 .5 0	0. 00	0. 0 0	0. 00	0. 00	0.0 0	0.0 0	0.0 0	11.93	69.8 0	3516.1 0
PROM EDIO MENS UAL	91. 12	94. 73	10 5.6 7	45. 72	10 .9 2	2. 16	0. 4 5	1. 34	12 .7 9	41. 40	48. 75	80. 81			

Figura 31

Análisis doble masa Estación Oyón

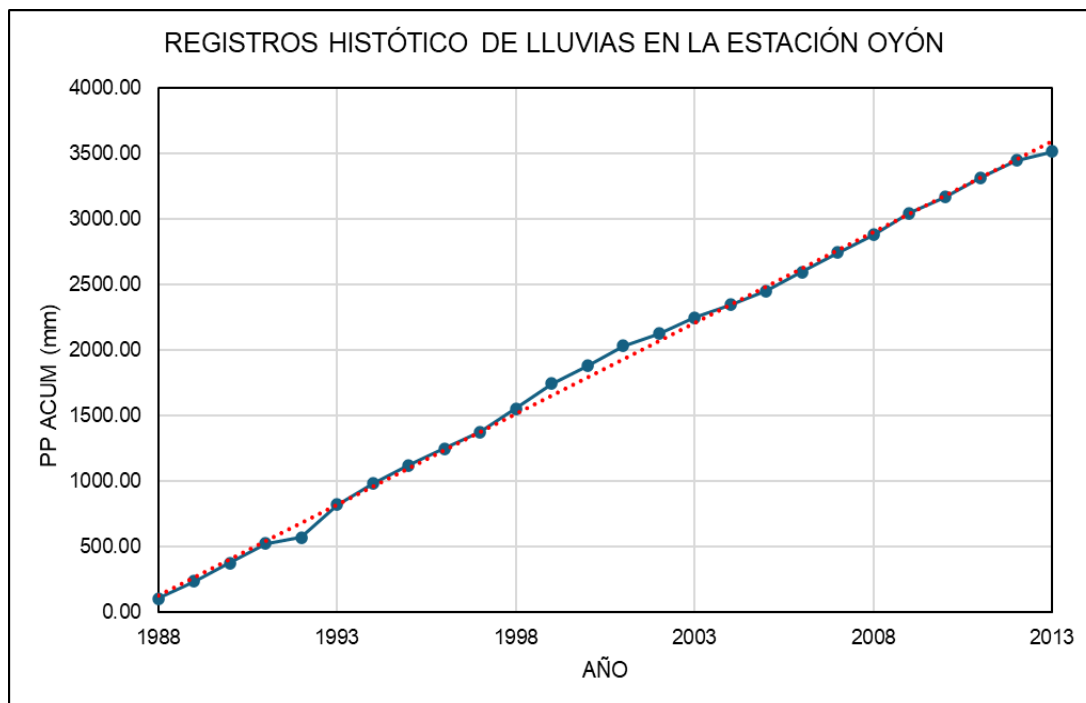


Tabla 27

Registro de precipitaciones Estación Oyón Reajustado

REGISTROS HISTÓTICO DE LLUVIAS EN LA ESTACIÓN OYÓN															
AÑO	EN E	FE B	MA R	AB R	M AY	JU N	JU L	A G O	SE T	O CT	NO V	DI C	PRO MEDI O	MÁX IMO	MÁXIM O ACUM ULADO
1994	12 9.0 0	12 7.3 0	16 3.9 0	11 0.5 0	45 .4 0	1. 80	2. 00	0. 70	42 .0 0	9. 00	57. 00	48. 00	61.38	163. 90	163.90
1995	73. 30	35. 20	14 0.1 0	59. 40	9. 00	5. 10	1. 20	4. 40	7. 30	43 .2 0	49. 50	85. 50	42.77	140. 10	304.00
1996	12 1.9 0	96. 40	12 5.0 0	58. 20	3. 90	6. 73	1. 42	2. 00	6. 10	26 .5 0	21. 40	61. 80	44.28	125. 00	429.00
1997	88. 30	11 5.7 0	40. 50	26. 80	12 .7 7	8. 06	3. 93	8. 03	14 .0 0	24 .2 0	64. 40	12 5.3 0	44.33	125. 30	554.30

1998	17 8.1 0	11 2.3 0	12 3.3 0	20. 90	2. 00	2. 50	1. 86	5. 43	11 .9 0	58 .5 0	33. 60	32. 00	48.53	178. 10	732.40
1999	10 1.6 0	19 3.2 0	85. 70	52. 60	38 .5 0	8. 70	4. 20	3. 53	31 .9 0	57 .1 0	50. 30	76. 90	58.69	193. 20	925.60
2000	12 0.6 0	12 4.0 0	10 4.9 0	63. 40	35 .9 0	15 .5 1	2. 70	4. 50	26 .4 0	60 .1 0	29. 50	13 5.1 0	60.22	135. 10	1060.7 0
2001	14 3.3 0	87. 00	14 9.9 0	33. 90	9. 90	7. 50	12 .7 6	4. 46	26 .4 0	35 .6 0	10 4.9 0	66. 00	56.80	149. 90	1210.6 0
2002	92. 00	65. 10	96. 90	45. 50	8. 60	2. 10	14 .4 1	2. 10	17 .2 0	73 .5 0	73. 90	93. 10	48.70	96.9 0	1307.5 0
2003	89. 70	96. 30	12 1.7 0	37. 00	13 .1 7	9. 56	3. 52	1. 30	11 .3 0	15 .8 0	8.7 0	87. 70	41.31	121. 70	1429.2 0
2004	36. 30	78. 70	56. 50	46. 74	14 .9 5	6. 80	12 .7 1	5. 99	22 .3 0	56 .4 0	95. 60	95. 10	44.01	95.6 0	1524.8 0
2005	50. 06	40. 60	10 5.6 0	9.5 0	4. 10	8. 27	2. 53	3. 90	0. 50	28 .0 0	23. 80	80. 30	29.76	105. 60	1630.4 0
2006	70. 90	12 4.3 0	14 5.9 0	41. 32	0. 30	11 .5 0	3. 81	6. 00	6. 00	35 .0 0	80. 80	92. 30	51.51	145. 90	1776.3 0
2007	10 6.3 0	77. 40	14 8.5 0	55. 20	36 .6 0	1. 38	10 .7 6	3. 88	6. 70	52 .2 0	44. 90	39. 50	48.61	148. 50	1924.8 0
2008	10 8.8 0	13 6.0 0	10 0.7 0	49. 90	7. 64	5. 20	9. 86	9. 98	2. 80	59 .6 0	17. 40	83. 40	49.27	136. 00	2060.8 0
2009	10 1.0 0	10 4.5 0	16 5.3 0	78. 10	16 .8 0	9. 01	1. 50	7. 50	8. 20	54 .2 0	86. 90	92. 40	60.45	165. 30	2226.1 0
2010	60. 10	57. 30	11 7.0 0	29. 90	10 .0 6	2. 30	6. 34	3. 30	9. 20	20 .7 0	45. 70	12 3.2 0	40.43	123. 20	2349.3 0

2011	14 5.6 0	60. 90	13 3.4 0	63. 40	5. 60	0. 60	5. 95	3. 11	5. 40	22 .4 0	79. 70	12 9.9 0	54.66	145. 60	2494.9 0
2012	78. 80	13 1.6 0	91. 40	11 3.9 0	1. 80	2. 70	3. 05	3. 48	34 .1 0	35 .2 0	46. 50	89. 30	52.65	131. 60	2626.5 0
2013	55. 80	69. 80	17 0.2 7	45. 53	17 .5 0	8. 00	3. 84	8. 51	9. 43	75 .1 9	56. 18	87. 97	50.67	170. 27	2796.7 7
PROM															
EDIO															
MENS	97. 57	96. 68	11 9.3 2	52. 08	14 .7 2	6. 17	5. 42	4. 60	14 .9 6	42 .1 2	53. 53	86. 24			
UAL															
MULTI															
ANUAL															

Figura 32

Análisis doble masa Estación Oyón Reajustado

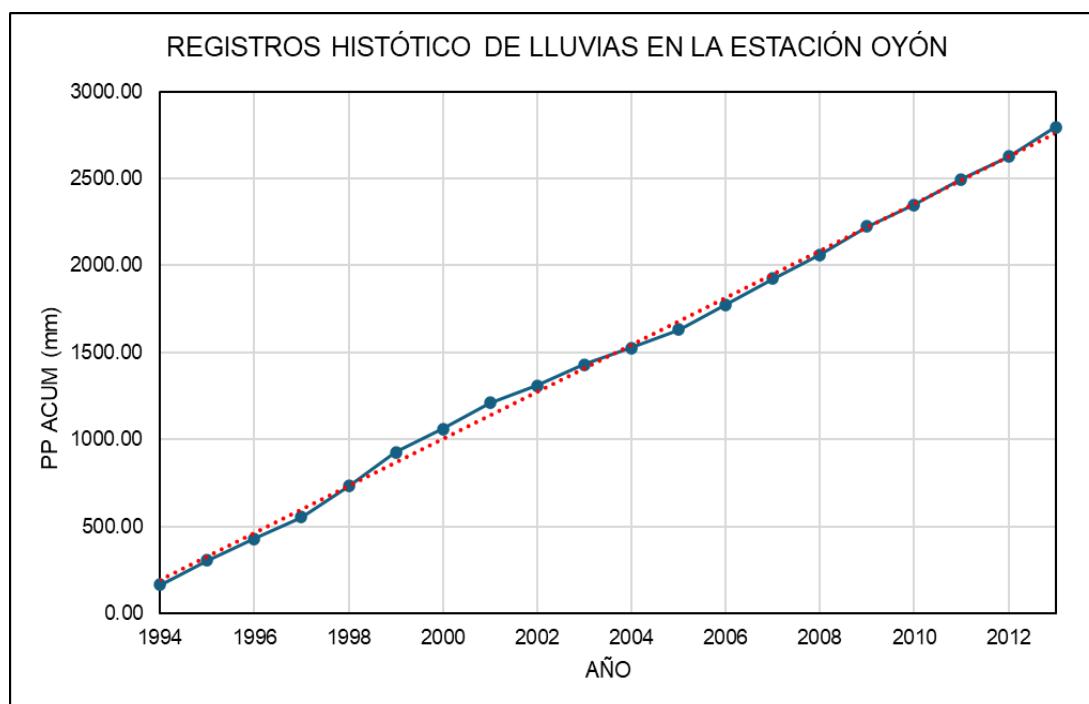


Tabla 28
Índice modificado de Fourier Estación Oyón

ÍNDICE MODIFICADO DE FOURIER OYÓN														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	IMF	R
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
1994	22.5	22.0	36.4	16.5	2.8	0.0	0.0	0.0	2.3	0.1	4.41	3.13	110.4	439.6
	9	0	7	8	0	0	1	0	9	1			9	1
1995	10.4	2.41	38.2	6.88	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	3.6	4.77	14.2	81.01	247.8
	7		5		6	5	0	4	0	4		4		3
1996	27.9	17.4	29.4	6.37	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.86	7.19	90.80	305.9
	7	9	1		3	9	0	1	7	2				6
1997	14.6	25.1	3.08	1.35	0.3	0.1	0.0	0.1	0.3	1.1	7.80	29.5	83.61	262.7
	6	6			1	2	3	2	7	0		1		0
1998	54.4	21.6	26.1	0.75	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	5.8	1.94	1.76	112.8	457.2
	6	5	0		1	1	1	5	4	8			6	1
1999	14.6	53.0	10.4	3.93	2.1	0.1	0.0	0.0	1.4	4.6	3.59	8.40	102.3	381.5
	6	0	3		0	1	3	2	4	3			4	9
2000	20.1	21.2	15.2	5.56	1.7	0.3	0.0	0.0	0.9	5.0	1.20	25.2	96.78	344.1
	3	8	3		8	3	1	3	6	0		6		7
2001	30.1	11.1	32.9	1.69	0.1	0.0	0.2	0.0	1.0	1.8	16.1	6.39	101.7	377.8
	3	0	7		4	8	4	3	2	6	4		9	4
2002	14.4	7.25	16.0	3.54	0.1	0.0	0.3	0.0	0.5	9.2	9.34	14.8	75.77	219.0
	8		7		3	1	6	1	1	4		3		1
2003	16.2	18.7	29.8	2.76	0.3	0.1	0.0	0.0	0.2	0.5	0.15	15.5	84.56	268.2
	3	1	8		5	8	2	0	6	0		1		7
2004	2.50	11.7	6.04	4.14	0.4	0.0	0.3	0.0	0.9	6.0	17.3	17.1	66.69	173.0
		3			2	9	1	7	4	2	1	3		1
2005	7.02	4.62	31.2	0.25	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	2.2	1.59	18.0	65.24	166.1
			2		5	9	2	4	0	0		5		4
2006	8.13	25.0	34.4	2.76	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1.9	10.5	13.7	97.01	345.6
		0	4		0	1	2	6	6	8	6	8		9
2007	19.3	10.2	37.8	5.22	2.3	0.0	0.2	0.0	0.0	4.6	3.46	2.67	86.07	277.1
	7	7	0		0	0	0	3	8	7				7
2008	20.0	31.2	17.1	4.21	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	6.0	0.51	11.7	91.44	309.9
	2	8	5		0	5	6	7	1	1		6		2
2009	14.0	15.0	37.6	8.41	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	4.0	10.4	11.7	102.1	379.9
	6	5	7		9	1	0	8	9	5	1	7	0	2
2010	7.45	6.77	28.2	1.84	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	4.31	31.2	81.25	249.1
			2		1	1	8	2	7	8		9		9

201	32.3		27.1		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7		25.7	107.5	418.3
1	2	5.65	3	6.13	5	0	5	1	4	6	9.68	2	6	5
201		27.4	13.2	20.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	1.9		12.6		306.4
2	9.83	1	2	3	1	1	1	2	4	6	3.42	2	90.89	9
201		47.6			0.5	0.1	0.0	0.1	0.1	9.3		12.7		315.6
3	5.12	8.01	8	3.41	0	1	2	2	5	0	5.19	3	92.34	0
PROMEDIO R DE LA														312.2
ESTACIÓN OYÓN														8

Tabla 29

Registro de precipitaciones Estación Recuay

REGISTROS HISTÓTICO DE LLUVIAS EN LA ESTACIÓN RECUAY															
AÑO	EN	FE	MA	AB	M	JU	JU	A	SE	OC	NO	DI	PRO	MÁ	MÁXIM
	E	B	R	R	AY	N	L	G	T	T	V	C			
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	O	O	ACUM
															ULAD
															O
1988	15	13		11	33	2.	0.	21	46						
	4.8	3.5	89.	5.4	.4	50	00	.8	.7	84.	96.	70.	70.80	154.	154.80
	0	0	80	0	0			0	0	10	70	90		80	
1989	17	14	13		33	7.	0.	23	38	13					
	7.7	0.6	7.5	82.	.3	40	20	.7	.5	7.9	40.	9.4	69.13	177.	332.50
	0	0	0	60	0			0	0	0	70	0		70	
1990	11				33	3.	0.	4.	9.	13	11				
	0.1	42.	75.	49.	.0	40	00	4.	9.	2.6	7.7	61.	53.38	132.	465.10
	0	70	60	50	0			90	70	0	0	40		60	
1991	57.	72.	0.0	99.	42	0.	4.	0.	0.	61.	76.	32.	37.27	99.6	564.70
	60	00	0	60	.4	00	80	00	20	70	00	90		0	
					0										
1992	2.5	71.	11	50.	30	18	0.	13	49						
	0	10	3.0	00	.3	.3	00	.2	.2	77.	45.	46.	43.04	113.	677.70
			0		0	0		0	0	10	10	70		00	
1993	15	13	24	15	29	0.	5.	0.	47	15	12	18	102.6	247.	924.80
	0.9	2.0	7.1	6.3	.3	10	60	30	.6	2.1	8.3	1.8	2	10	
	0	0	0	0	0				0	0	0	0			
1994	13	14	25	11	40	4.	0.	5.	37						
	5.5	4.7	3.9	3.1	.2	00	70	00	.1	52.	56.	82.	77.17	253.	1178.7
	0	0	0	0	0				0	50	60	70		90	0

1995	46. 40	98. 60	14 4.3 0	12 8.9 0	39 .0 0	0. 60	0. 00	4. 50	18 .4 0	75. 20	79. 80	12 4.8 0	63.38	144. 30	1323.0 0
1996	13 5.2 0	16 1.0 0	20 8.8 0	28 62. 10	.2 0	0. 00	0. 00	6. 80	17 .8 0	92. 00	43. 20	76. 90	69.33	208. 80	1531.8 0
1997	10 6.5 0	14 2.5 0	44. 20	49. 90	16 .2 0	0. 00	0. 00	1. 70	23 .6 0	49. 30	77. 70	20 0.5 0	59.34	200. 50	1732.3 0
1998	24 6.2 0	20 3.4 0	17 3.3 0	13 8.4 0	30 .6 0	15 .6 0	0. 00	5. 80	38 .8 0	15 0.4 0	26. 60	39. 40	89.04	246. 20	1978.5 0
1999	13 2.2 0	21 3.5 0	12 9.1 0	10 4.3 0	62 .2 0	9. 30	0. 00	0. 70	62 .5 0	47. 90	96. 40	11 1.7 0	80.82	213. 50	2192.0 0
2000	59. 50	18 9.5 0	12 4.5 0	48 90. 60	.8 0	0. 00	0. 00	29 .2 0	31 .7 0	42. 50	39. 00	16 4.8 0	68.34	189. 50	2381.5 0
2001	22 0.7 0	12 3.2 0	25 9.1 0	48. 20	.6 0	.9 0	0. 00	0. 10	84 .4 0	66. 80	17 2.4 0	56. 00	89.62	259. 10	2640.6 0
2002	87. 30	99. 10	17 5.3 0	24 58. 80	.7 0	7. 70	0. 00	0. 00	22 .0 0	0.0 0	15 5.3 0	15 7.0 0	65.60	175. 30	2815.9 0
2003	11 6.2 0	10 9.0 0	16 3.5 0	27 66. 20	.1 0	8. 90	6. 40	0. 00	2. 90	57. 40	39. 80	92. 90	57.53	163. 50	2979.4 0
2004	47. 00	12 6.6 0	11 9.4 0	24 84. 60	.6 0	4. 50	0. 80	0. 00	59 .6 0	10 5.2 0	11 0.8 0	12 3.7 0	67.23	126. 60	3106.0 0
2005	95. 70	73. 70	20 0.8 0	25 69. 90	.6 0	0. 00	0. 00	9. 50	18 .1 0	45. 70	0.0 0	11 5.7 0	54.56	200. 80	3306.8 0
2006	10 1.0 0	94. 80	21 9.9 0	14 1.6 0	7. 10	.7 0	4. 50	32 .6 0	72 .5 0	92. 40	12 6.0 0	15 6.7 0	90.40	219. 90	3526.7 0
2007	17 1.9 0	87. 10	22 4.6 0	17 3.3 0	33 .0 0	8. 30	0. 00	2. 30	4. 00	80. 40	11 3.2 0	47. 60	78.81	224. 60	3751.3 0

	10	11	12				13	11	16	14							
2008	7.9	6.6	4.3	72.	7.	5.	.6	.4	.2	4.2	34.	51.		58.80	144.	3895.5	
	0	0	0	00	90	60	0	0	0	0	80	10			20	0	
2009	19	11	32	12	68		0.	16	14	14	13	15		109.3 5	327.	4223.0	
	8.3	8.8	7.5	1.2	.5	4.	00	.4	.6	7.2	7.8	7.9			50	0	
2010	12		18		25					37		16		72.81	180.	4403.8	
	4.9	92.	0.8	85.	.3	8.	2.	6.	.9	49.	92.	7.9			80	0	
2011	11		15	12	16		16		11			16		68.57	162.	4565.9	
	8.4	98.	5.0	5.4	.3	1.	.6	4.	.6	17.	95.	2.1			10	0	
2012	16	14	14	15	15	14	0.	0.	30		15			71.87	162.	4728.1	
	2.2	2.6	1.3	3.4	.6	.5	00	00	.8	49.	0.0	2.1			20	0	
2013	69.	13	22											35.23	222.	4950.7	
	10	1.1	2.6	0.0	0.	0.	0.	0.	0.	0.0	0.0	0.0			60	0	
PROM																	
EDIO																	
MENS	12	12	16		29				30			10					
UAL	0.6	1.5	3.6	93.	.7	6.	2.	7.	.6	77.	76.	1.7					
MULTI	0	1	6	87	4	70	12	73	3	37	97	2					
ANUAL																	

Figura 33

Análisis doble masa Estación Recuay

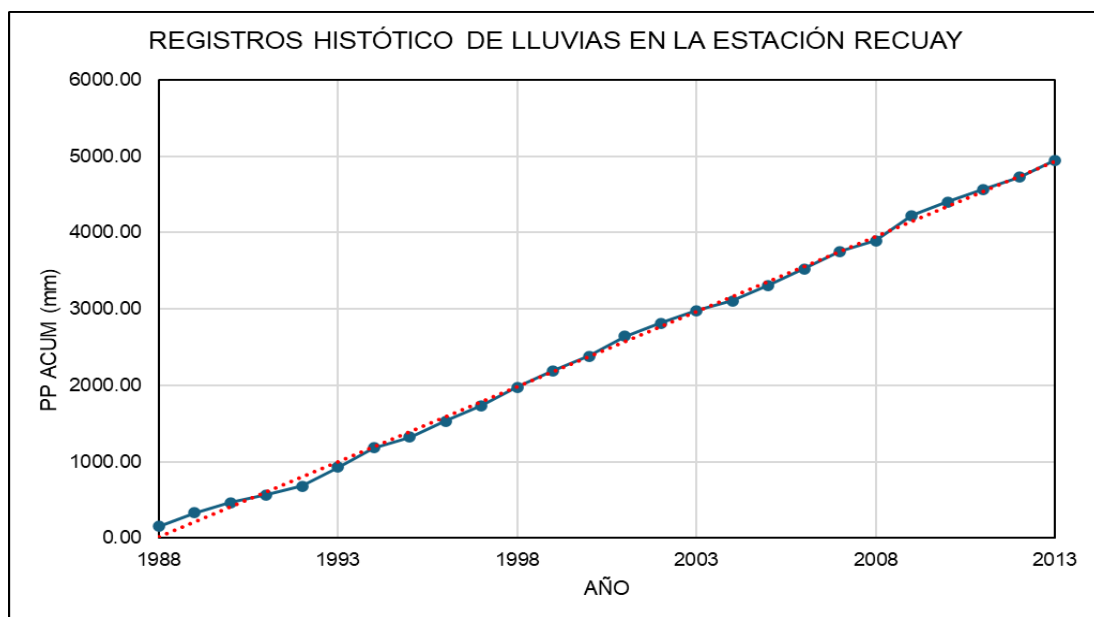
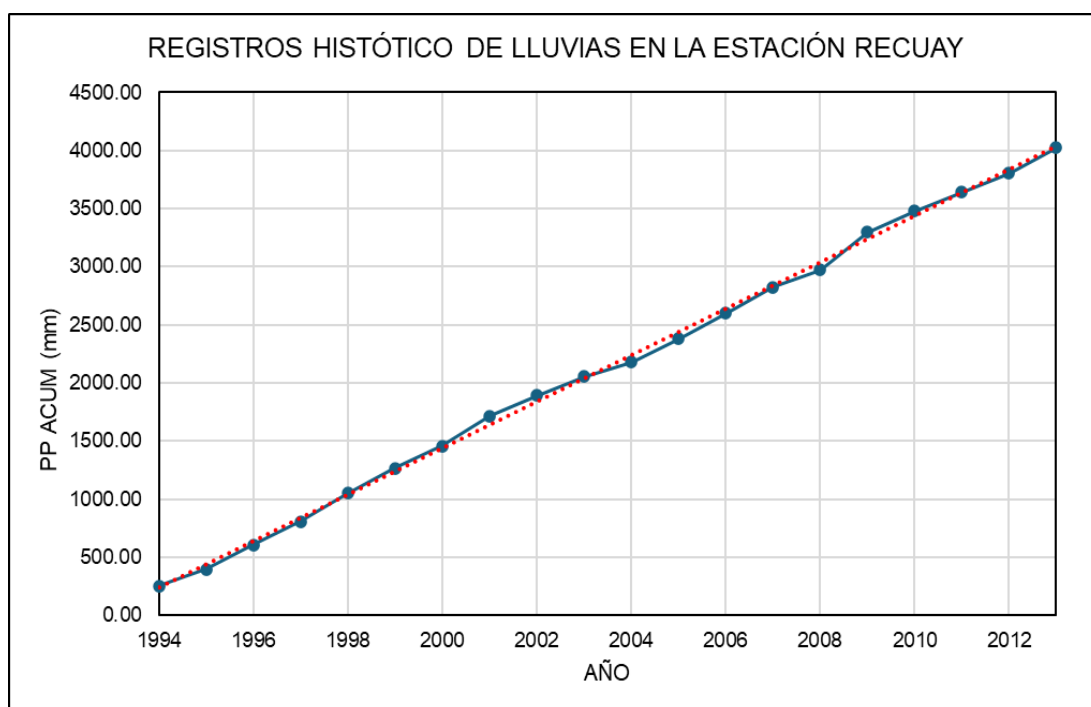


Tabla 30
Registro de precipitaciones Estación Recuay Reajustado

REGISTROS HISTÓTICO DE LLUVIAS EN LA ESTACIÓN RECUAY																
AÑO	EN	FE	MA	AB	M	JU	JU	A	SE	OC	NO	DI	PRO MEDI O	MÁ XIM O	MÁXIM O ACUM ULAD O	
	E	B	R	R	AY	N	L	G O	T	T	V	C				
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12				
1994	13	14	25	11	40				37				77.17	253. 90	253.90	
	5.5	4.7	3.9	3.1	.2	4.	0.	5.	.1	52.	56.	82.				
	0	0	0	0	0	00	70	00	0	50	60	70				
1995	46.	98.	14	12	39		15		18			12	64.69	144. 30	398.20	
	40	60	4.3	8.9	.0	0.	.7	4.	.4	75.	79.	4.8				
			0	0	0	60	7	50	0	20	80	0				
1996	13	16	20		28	29			17				72.33	208. 80	607.00	
	5.2	1.0	8.8	62.	.2	.7	6.	6.	.8	92.	43.	76.				
	0	0	0	10	0	5	24	80	0	00	20	90				
1997	10	14			16	37	19		23			20	64.06	200. 50	807.50	
	6.5	2.5	44.	49.	.2	.5	.1	1.	.6	49.	77.	0.5				
	0	0	20	90	0	5	0	70	0	30	70	0				
1998	24	20	17	13	30	15			38	15			89.80	246. 20	1053.7 0	
	6.2	3.4	3.3	8.4	.6	.6	9.	5.	.8	0.4	26.	39.				
	0	0	0	0	0	0	12	80	0	0	60	40				
1999	13	21	12	10	62		28		62			11	83.16	213. 50	1267.2 0	
	2.2	3.5	9.1	4.3	.2	9.	.1	0.	.5	47.	96.	1.7				
	0	0	0	0	0	30	1	70	0	90	40	0				
2000	59.	18	12		48	61	31	29	31			16	76.13	189. 50	1456.7 0	
	50	9.5	4.5	90.	.8	.6	.8	.2	.7	42.	39.	4.8				
		0	0	60	0	7	1	0	0	50	00	0				
2001	22	12	25		30	13	47		84		17		93.60	259. 10	1715.8 0	
	0.7	3.2	9.1	48.	.6	.9	.7	0.	.4	66.	2.4	56.				
	0	0	0	20	0	0	9	10	0	80	0	00				
2002	87.	99.	17	58.	24	7.	51	27	22	10	15	15	81.18	175. 30	1891.1 0	
	30	10	5.3	80	.7	70	.7	.8	.0	7.4	5.3	7.0				
			0		0		0	5	0	4	0	0				
2003	11	10	16		27			46					61.41	163. 50	2054.6 0	
	6.2	9.0	3.5	66.	.1	8.	6.	.6	2.	57.	39.	92.				
	0	0	0	20	0	90	40	.6	90	40	80	90				

2004	47. 00	12 6.6 0	11 9.4 0	84. 60	24 .6 0	4. 50	0. 80	19 .4 2	59 .6 0	10 5.2 0	11 0.8 0	12 3.7 0	68.85	126. 60	2181.2 0
2005	95. 70	73. 70	20 0.8 0	69. 90	25 .6 0	40 .9 5	8. 97	9. 50	18 .1 0	45. 70	56. 66	11 5.7 0	63.44	200. 80	2382.0 0
2006	10 1.0 0	94. 80	21 9.9 0	14 1.6 0	7. 10	35 .7 0	4. 50	32 .6 0	72 .5 0	92. 40	12 6.0 0	15 6.7 0	90.40	219. 90	2601.9 0
2007	17 1.9 0	87. 10	22 4.6 0	17 3.3 0	33 .0 0	8. 30	33 .4 5	2. 30	4. 00	80. 40	11 3.2 0	47. 60	81.60	224. 60	2826.5 0
2008	10 7.9 0	11 6.6 0	12 4.3 0	72. 00	7. 90	5. 60	.6 0	.4 0	.2 0	4.2 0	34. 80	51. 10	58.80	144. 20	2970.7 0
2009	19 8.3 0	11 8.8 0	32 7.5 0	12 1.2 0	68 .5 0	4. 00	35 .0 1	16 .4 0	14 .6 0	14 7.2 0	13 7.8 0	15 7.9 0	112.2 7	327. 50	3298.2 0
2010	12 4.9 0	92. 80	18 0.8 0	85. 40	25 .3 0	8. 70	2. 00	6. 30	37 .9 0	49. 70	92. 00	16 7.9 0	72.81	180. 80	3479.0 0
2011	11 8.4 0	98. 80	15 5.0 0	12 5.4 0	16 .3 0	1. 20	16 .6 0	4. 90	11 .6 0	17. 30	95. 20	16 2.1 0	68.57	162. 10	3641.1 0
2012	16 2.2 0	14 2.6 0	14 1.3 0	15 3.4 0	15 .6 0	14 .5 0	11 .1 0	10 .9 7	30 .8 0	49. 90	10 6.7 3	15 2.1 0	82.60	162. 20	3803.3 0
2013	69. 10	13 1.1 0	22 2.6 0	71. 43	26 .3 0	25 .0 7	14 .1 5	32 .5 8	33 .8 8	11 5.0 7	89. 16	11 8.7 3	79.10	222. 60	4025.9 0
PROM															
EDIO	12	12	17		29	16	17	13	31			11			
MENS	4.1	8.3	9.6	97. 94	.8	.8	.8	.7	.9	79. 43	87. 46	8.0			
UAL	1	7	1		9	7	5	3	2			1			
MULTI															
ANUAL															

Figura 34*Análisis doble masa Estación Recuay Reajustado***Tabla 31***Índice modificado de Fourier Estación Recuay*

ÍNDICE MODIFICADO DE FOURIER RECUAY														
AÑO	ENE	FEB	MA R	ABR	MA Y	JU N	JU L	AG O	SE T	OC T	NO V	DIC	IMF	R
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
1994	19.8 3	22.6 1	69.6 2	13.8 1	1.7 5	0.0 2	0.0 0	0.0 3	1.4 9	2.98	3.46	7.39	142.9 7	707.5 9
1995	2.77	12.5 2	26.8 2	21.4 0	1.9 6	0.0 0	0.3 2	0.0 3	0.4 4	7.28	8.20	20.0 6	101.8 2	378.0 2
1996	21.0 6	29.8 6	50.2 3	4.44	0.9 2	1.0 2	0.0 4	0.0 5	0.3 7	9.75	2.15	6.81	126.7 1	566.1 5
1997	14.7 5	26.4 1	2.54	3.24	0.3 4	1.8 3	0.4 7	0.0 0	0.7 2	3.16	7.85	52.2 9	113.6 4	463.0 1
1998	56.2 5	38.3 9	27.8 7	17.7 7	0.8 7	0.2 3	0.0 8	0.0 3	1.4 0	20.9 9	0.66	1.44	165.9 7	932.1 0
1999	17.5 1	45.6 8	16.7 0	10.9 0	3.8 8	0.0 9	0.7 9	0.0 0	3.9 1	2.30	9.31	12.5 0	123.5 8	540.6 0
2000	3.88	39.3 1	16.9 7	8.98	2.6 1	4.1 6	1.1 1	0.9 3	1.1 0	1.98	1.66	29.7 3	112.4 1	453.8 6
2001	43.3 7	13.5 1	59.7 7	2.07	0.8 3	0.1 7	2.0 3	0.0 0	6.3 4	3.97	26.4 6	2.79	161.3 3	884.4 7

200		10.0	31.5		0.6	0.0	2.7	0.8	0.5	11.8	24.7	25.3	119.6	509.1
2	7.82	8	4	3.55	3	6	4	0	0	5	6	0	3	3
200	18.3	16.1	36.2		1.0	0.1	0.0	2.9	0.0			11.7		359.7
3	2	2	8	5.95	0	1	6	5	1	4.47	2.15	1	99.12	2
200		19.4	17.2		0.7	0.0	0.0	0.4	4.3	13.3	14.8	18.5	100.2	367.5
4	2.67	0	5	8.66	3	2	0	6	0	9	6	2	8	1
200	12.0		52.9		0.8	2.2	0.1	0.1	0.4			17.5	106.8	412.9
5	3	7.13	6	6.42	6	0	1	2	3	2.74	4.22	8	1	6
200			44.5	18.4	0.0	1.1	0.0	0.9	4.8		14.6	22.6	132.9	618.7
6	9.40	8.28	8	8	5	7	2	8	5	7.87	3	4	5	7
200	30.1		51.5	30.6	1.1	0.0	1.1	0.0	0.0		13.0		144.4	721.3
7	8	7.75	2	7	1	7	4	1	2	6.60	9	2.31	7	7
200	16.5	19.2	21.9		0.0	0.0	0.2	0.1	0.3	29.4			100.8	371.4
8	0	7	0	7.35	9	4	6	8	7	7	1.72	3.70	5	0
200	29.1	10.4	79.6	10.9	3.4	0.0	0.9	0.2	0.1	16.0	14.0	18.5	183.6	1123.
9	9	8	1	0	8	1	1	0	6	8	9	1	3	46
201	17.8		37.4		0.7	0.0	0.0	0.0	1.6			32.2	120.7	518.1
0	6	9.86	1	8.35	3	9	0	5	4	2.83	9.69	7	7	0
201	17.0	11.8	29.2	19.1	0.3	0.0	0.3	0.0	0.1		11.0	31.9	121.3	522.9
1	4	6	0	1	2	0	3	3	6	0.36	1	4	8	6
201	26.5	20.5	20.1	23.7	0.2	0.2	0.1	0.1	0.9		11.4	23.3	129.9	593.1
2	4	2	4	4	5	1	2	2	6	2.51	9	4	5	7
201		18.1	52.2		0.7	0.6	0.2	1.1	1.2	13.9		14.8	121.8	526.5
3	5.03	1	0	5.38	3	6	1	2	1	5	8.37	5	2	1
PROMEDIO R DE LA													578.5	
ESTACIÓN RECUAY													4	

Tabla 32

Registro de precipitaciones Estación San Rafael

REGISTROS HISTÓTICO DE LLUVIAS EN LA ESTACIÓN SAN RAFAEL															
AÑO	EN	FE	MA	AB	M	JU	JU	A	SE	OC	NO	DI	PRO MEDI O	MÁ XIM O	MÁXIM O ACUM ULAD O
	E	B	R	R	AY	N	L	G	T	T	V	C			
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12			
1988	25 6.3 0	58. 10	90. 71	47. 50	2. 80	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0.0 0	0.0 0	0.0 0	37.95	256. 30	256.30
1989	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.00	0.00	256.30

1990	15 1.4 0	86. 10	93. 30	10 4.6 0	0. 00	0. 00	7. 10	0. 00	1. 50	45. 20	42. 00	51. 70	48.58	151. 40	407.70
1991	13 7.3 1	12 1.0 0	17 3.3 0	0.0 0	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0.0 0	0.0 0	0.0 0	35.97	173. 30	581.00
1992	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	28. 20	54. 60	37. 51	10.03	54.6 0	635.60
1993	57. 71	66. 32	10 2.7 0	17. 10	4. 00	1. 01	11 .9 3	8. 92	0. 00	0.0 0	0.0 0	18 2.7 0	37.70	182. 70	818.30
1994	10 5.4 0	19 8.1 1	71. 22	43. 50	6. 21	0. 80	0. 00	2. 10	24 .2 3	64. 20	57. 60	10 0.4 1	56.15	198. 11	1016.4 1
1995	10 5.7 0	14 3.5 1	14 4.8 2	51. 51	31 .5 2	20 .0 0	1. 52	5. 01	45 .5 0	90. 50	46. 80	13 6.4 3	68.57	144. 82	1161.2 3
1996	86. 00	11 7.5 0	13 1.2 2	16 82. 20	8. .0 0	0. 00	8. 90	8. 90	52 .3 0	23. 40	65. 40	58. 30	54.18	131. 22	1292.4 5
1997	99. 50	71. 30	33. 80	36. 60	9. 90	0. 00	0. 00	19 .1 0	28 .1 0	56. 72	64. 90	11 5.4 1	44.61	115. 41	1407.8 6
1998	14 3.4 0	16 4.2 0	79. 70	29. 50	6. 60	12 .5 0	0. 00	7. 60	10 .7 0	72. 10	90. 40	12 9.2 0	62.16	164. 20	1572.0 6
1999	12 9.4 0	16 0.1 0	11 5.1 0	42. 80	11 .7 1	10 .9 0	4. 40	13 .2 2	64 .4 0	24. 00	75. 00	63. 10	59.51	160. 10	1732.1 6
2000	11 9.9 0	10 0.9 0	15 8.6 0	47. 50	9. 70	20 .5 0	5. 40	35 .0 0	22 .1 0	46. 20	33. 40	11 3.1 0	59.36	158. 60	1890.7 6
2001	12 5.4 0	10 0.9 0	13 4.0 0	72. 10	10 .5 0	11 .1 0	26 .5 0	13 .0 0	28 .0 0	68. 90	10 4.6 0	15 1.7 0	70.56	151. 70	2042.4 6
2002	35. 10	88. 00	15 7.8 0	38. 60	32 .2 0	3. 20	30 .3 0	1. 20	17 .5 0	10 6.8 0	63. 00	13 5.4 0	59.09	157. 80	2200.2 6

2003	67. 10	47. 30	11 6.5 0	10 1.4 0	8. 60	7. 20	0. 00	33 .2 0	28 .6 0	19. 40	83. 30	12 6.8 0	53.28	126. 80	2327.0 6
2004	40. 20	84. 30	60. 70	53. 50	45 .7 0	16 .7 0	5. 00	9. 50	45 .0 3	66. 02	86. 30	0.0 0	42.75	86.3 0	2413.3 6
2005	71. 50	10 0.4 0	12 5.5 0	0.0 0	1. 90	0. 00	4. 40	16 .4 0	30 .1 0	55. 20	67. 80	72. 70	45.49	125. 50	2538.8 6
2006	11 2.0 0	68. 70	10 4.6 1	54. 20	0. 90	9. 70	5. 80	9. 80	22 .1 0	64. 30	97. 90	96. 90	53.91	112. 00	2650.8 6
2007	93. 60	18. 91	15 7.3 0	47. 40	18 .5 0	0. 70	41 .0 0	3. 70	21 .7 0	67. 40	70. 31	11 4.6 0	54.59	157. 30	2808.1 6
2008	10 0.2 0	13 3.2 0	58. 81	35. 40	21 .2 0	14 .5 0	1. 90	3. 90	89 .4 0	84. 81	41. 41	10 0.2 0	57.08	133. 20	2941.3 6
2009	84. 91	75. 22	10 8.6 2	44. 00	54 .1 0	8. 60	21 .8 2	13 .8 1	25 .2 2	42. 90	97. 50	11 4.7 1	57.62	114. 71	3056.0 7
2010	13 4.9 2	13 3.6 1	11 1.1 2	78. 32	24 .9 0	5. 21	10 .6 1	5. 40	9. 93	43. 91	43. 01	13 4.2 0	61.26	134. 92	3190.9 9
2011	12 5.7 0	11 6.7 0	99. 32	53. 44	33 .7 0	1. 00	1. 60	5. 20	32 .4 1	66. 20	49. 41	15 7.3 0	61.83	157. 30	3348.2 9
2012	85. 10	12 3.2 1	63. 00	11 1.6 0	12 .1 0	30 .2 0	3. 30	11 .2 0	8. 30	77. 10	83. 81	22 3.0 2	69.33	223. 02	3571.3 1
2013	94. 00	13 5.9 0	12 3.1 1	71. 41	11 .9 2	16 .9 2	0. 00	0. 00	24 .5 0	10 4.3 0	96. 50	17 5.6 0	71.18	175. 60	3746.9 1
PROM															
EDIO															
MENS															
UAL															
MULTI															
ANUAL															

Figura 35

Análisis doble masa Estación San Rafael

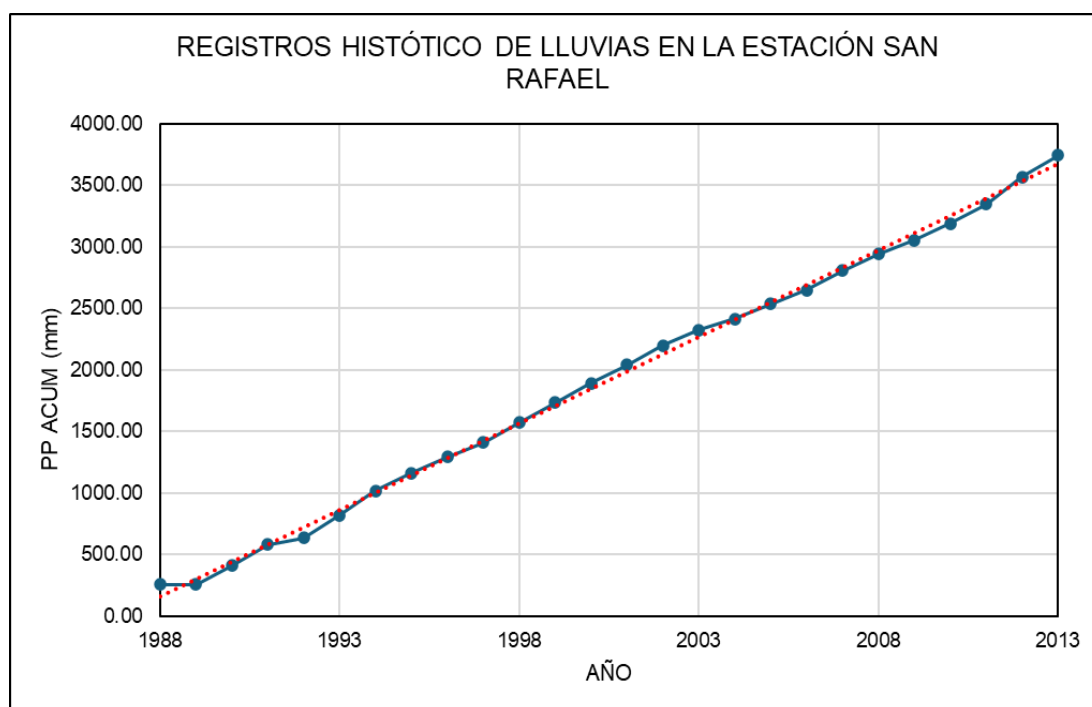


Tabla 33

Registro de precipitaciones Estación San Rafael Reajustado

REGISTROS HISTÓTICO DE LLUVIAS EN LA ESTACIÓN SAN RAFAEL																
AÑO	EN	FE	MA	AB	M	JU	JU	A	SE	OC	NO	DI	PRO MEDI O	MÁ XIM O	MÁXIM O ACUM ULAD O	
	E	B	R	R	AY	N	L	G	T	T	V	C				
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12				
1994	10	19							24			10				
	5.4	8.1	71.	43.	6.	0.	8.	2.	.2	64.	57.	0.4	56.84	198.		198.11
	0	1	22	50	21	80	32	10	3	20	60	1		11		
1995	10	14	14		31	20			45			13				
	5.7	3.5	4.8		.5	.0	1.	5.	.5	90.	46.	6.4	68.57	144.		342.93
	0	1	2	51	2	0	52	01	0	50	80	3		82		
1996		11	13		16				52							
	86.	7.5	1.2		.0	8.	0.	8.	.3	23.	65.	58.	54.18	131.		474.15
	00	0	2	82.	00	00	90	90	0	40	40	30		22		
1997						19		19	28			11				
	99.	71.	33.	36.	9.	.4	8.	.1	.1	56.	64.	5.4	46.98	115.		589.56
	50	30	80	60	90	9	94	0	0	72	90	1		41		

1998	14	16	79.	29.	6.	12	4.	7.	10	72.	90.	12	62.51	164.	753.76											
	3.4	4.2														70	50	60	.5	18	60	.7	10	40	9.2	20
	0	0																0	0			0		0		
1999	12	16	11	42.	11	10	4.	13	64	24.	75.	63.	59.51	160.	913.86											
	9.4	0.1	5.1													80	.7	.9	40	.2	.4	00	00	10	10	
	0	0	0													1	0	2	0							
2000	11	10	15	47.	9.	20	5.	35	22	46.	33.	11	59.36	158.	1072.4											
	9.9	0.9	8.6													50	70	.5	5.	.0	.1	20	40	3.1	60	6
	0	0	0														0	0	0	0	0		0			
2001	12	10	13	72.	10	11	26	13	28	68.	10	15	70.56	151.	1224.1											
	5.4	0.9	4.0													10	.5	.1	.5	.0	.0	90	4.6	1.7	70	6
	0	0	0													0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2002	35.	88.	15	38.	32	3.	30	1.	17	10	63.	13	59.09	157.	1381.9											
	10	00	7.8													60	.2	3.	.3	1.	.5	6.8	63.	5.4	80	6
			0													0	0	20	0	20	0	0	00	0		
2003	67.	47.	11	6.5	10	8.	7.	7.	33	28	19.	83.	53.91	126.	1508.7											
	10	30	6.5													1.4	60	20	49	.2	.6	40	30	6.8	80	6
			0													0				0	0			0		
2004	40.	84.	60.	53.	45	16	5.	9.	45	66.	86.	62.	47.93	86.3	1595.0											
	20	30	70													50	.7	.7	5.	9.	.0	66.	86.	62.	0	6
																0	0	0	00	50	.3	02	30	25		
2005	71.	10	12	20.	1.	18	4.	16	30	55.	67.	72.	48.73	125.	1720.5											
	50	0.4	5.5													61	90	.2	4.	.4	.1	20	80	70	50	6
		0	0														1	1	40	0	0					
2006	11	68.	10	54.	0.	9.	5.	9.	22	64.	97.	96.	53.91	112.	1832.5											
	2.0	70	4.6													20	90	70	80	80	.1	30	90	90	00	6
	0		1																		0					
2007	93.	18.	15	47.	18	0.	41	3.	21	67.	70.	11	54.59	157.	1989.8											
	60	91	7.3													40	.5	0.	.0	3.	.7	40	31	4.6	30	6
			0													0	0	0	0	70	0			0		
2008	10	13	58.	35.	21	14	1.	3.	89	84.	41.	10	57.08	133.	2123.0											
	0.2	3.2	81													40	.2	.5	90	90	.4	81	41	0.2	20	6
	0	0														0	0	0		0	0			0		
2009	84.	75.	10	44.	54	8.	21	13	25	42.	97.	11	57.62	114.	2237.7											
	91	22	8.6													00	.1	60	.8	.8	.2	90	50	4.7	71	7
			2													0	0	2	1	2			1			
2010	13	13	11	78.	24	5.	10	5.	9.	43.	43.	13	61.26	134.	2372.6											
	4.9	3.6	1.1													32	.9	5.	.6	40	93	91	01	4.2	92	9
	2	1	2													0	21	1						0		

2011	12 5.7 0	11 6.7 0	99. 32	53. 44	33 .7 0	1. 00	1. 60	5. 20	32 .4 1	66. 20	49. 41	15 7.3 0	61.83	157. 30	2529.9 9
2012	85. 10	12 3.2 1	63. 00	11 1.6 0	12 .1 0	30 .2 0	11 3. 30	11 .2 0	32 8. 30	66. 10	49. 81	22 3.0 2	69.33	223. 02	2753.0 1
2013	94. 00	13 5.9 0	12 3.1 1	71. 41	11 .9 2	16 .9 2	9. 51	21 .5 0	24 .5 0	10 4.3 0	96. 50	17 5.6 0	73.76	175. 60	2928.6 1
PROM															
EDIO															
MENS	97. 95	10 9.1 0	10 7.7 4	55. 78	18 .3 9	11 .7 7	10 .1 4	11 .9 4	31 .5 1	62. 22	70. 92	11 9.0 7			
UAL															
MULTI															
ANUAL															

Figura 36

Análisis doble masa Estación San Rafael Reajustado

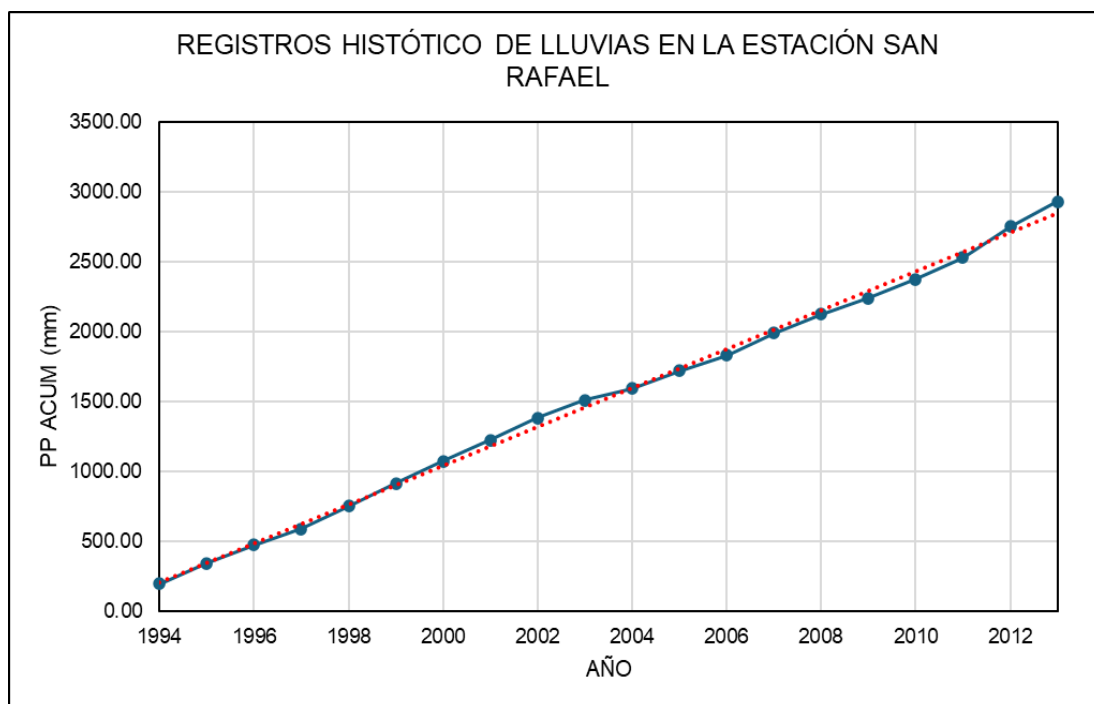


Tabla 34
Índice modificado de Fourier Estación San Rafael

ÍNDICE MODIFICADO DE FOURIER SAN RAFAEL														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	IMF	R
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
1994	16.2	57.5	7.44	2.77	0.0	0.0	0.1	0.0	0.86	6.04	4.86	14.7	110.7	441.5
	9	4			6	0	0	1				8	5	3
1995	13.5	25.0	25.4	3.22	1.2	0.4	0.0	0.0	2.52	9.95	2.66	22.6	106.8	412.8
	8	3	9		1	9	0	3				2	0	9
1996	11.3	21.2	26.4	10.3	0.3	0.1	0.0	0.1	4.21	0.84	6.58	5.23	86.96	282.5
	8	4	9	9	9	0	0	2						0
1997	17.5	9.02	2.03	2.38	0.1	0.6	0.1	0.6	1.40	5.71	7.47	23.6	70.82	193.3
	6				7	7	4	5				3		4
1998	27.4	35.9	8.47	1.16	0.0	0.2	0.0	0.0	0.15	6.93	10.9	22.2	113.5	462.6
	2	5			6	1	2	8			0	5	9	6
1999	23.4	35.8	18.5	2.57	0.1	0.1	0.0	0.2	5.81	0.81	7.88	5.58	101.1	373.4
	5	9	5		9	7	3	4					5	6
2000	20.1	14.2	35.3	3.17	0.1	0.5	0.0	1.7	0.69	3.00	1.57	17.9	98.65	356.5
	8	9	1		3	9	4	2				6		5
2001	18.5	12.0	21.2	6.14	0.1	0.1	0.8	0.2	0.93	5.61	12.9	27.1	105.8	406.3
	7	2	1		3	5	3	0			2	8	8	5
2002	1.74	10.9	35.1	2.10	1.4	0.0	1.2	0.0	0.43	16.0	5.60	25.8	100.6	369.8
		2	2		6	1	9	0		9		5	2	2
2003	6.96	3.46	20.9	15.8	0.1	0.0	0.0	1.7	1.26	0.58	10.7	24.8	86.71	280.9
			8	9	1	8	9	0			3	5		5
2004	2.81	12.3	6.41	4.98	3.6	0.4	0.0	0.1	3.53	7.58	12.9	6.74	61.65	149.6
		5			3	8	4	6			5			5
2005	8.74	17.2	26.9	0.73	0.0	0.5	0.0	0.4	1.55	5.21	7.86	9.04	78.37	233.1
		4	4		1	7	3	6						2
2006	19.3	7.30	16.9	4.54	0.0	0.1	0.0	0.1	0.75	6.39	14.8	14.5	84.97	270.6
	9		2		0	5	5	5			2	1		3
2007	13.3	0.55	37.7	3.43	0.5	0.0	2.5	0.0	0.72	6.93	7.55	20.0	93.47	322.7
	7		7		2	0	7	2				5		9
2008	14.6	25.9	5.05	1.83	0.6	0.3	0.0	0.0	11.6	10.5	2.50	14.6	87.76	287.3
	6	0			6	1	1	2	7	0		6		2
2009	10.4	8.18	17.0	2.80	4.2	0.1	0.6	0.2	0.92	2.66	13.7	19.0	80.14	242.9
	3		6		3	1	9	8			5	3		3
2010	24.7	24.2	16.8	8.34	0.8	0.0	0.1	0.0	0.13	2.62	2.52	24.5	105.0	400.3
	6	8	0		4	4	5	4				0	3	3

201	21.3	18.3	13.2		1.5	0.0	0.0	0.0					33.3	102.3	381.5
1	0	5	9	3.85	3	0	0	4	1.42	5.91	3.29		5	3	0
201	8.70	18.2		14.9	0.1	1.1	0.0	0.1					59.7	123.5	540.6
2		5	4.77	7	8	0	1	5	0.08	7.15	8.44		9	9	6
201	9.98	20.8	17.1		0.1	0.3	0.1	0.5					34.8	113.1	459.4
3		6	2	5.76	6	2	0	2	0.68	12.2	10.5		4	6	5
PROMEDIO R DE LA ESTACIÓN SAN RAFAEL															343.4
															2

Tabla 35

Registro de precipitaciones Estación Tingo María

REGISTROS HISTÓTICO DE LLUVIAS EN LA ESTACIÓN TINGO MARÍA															
AÑO	EN	FE	MA	AB	MA	JU	JU	AG	SE	OC	NO	DI	PRO	MÁ	MÁXI
	E	B	R	R	Y	N	L	O	T	T	V	C			
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12			
1988	53	36	33	23	26				20	17	30	30	239.7	539.	539.30
	9.3	9.4	0.3	2.6	4.0	47.	79.	14.	4.8	8.8	9.7	7.0			
	0	0	0	0	0	70	90	00	0	0	0	0			
1989	31	45	42	52			14	11	17	23	23	15	246.6	524.	1063.6
	9.2	6.2	6.5	4.3	85.	83.	6.3	7.9	6.5	2.4	4.8	6.5			
	0	0	0	0	60	60	0	0	0	0	0	0			
1990	62	24	21	21	24	17	25		11	37	32	41	273.3	628.	1691.7
	8.1	8.7	0.2	5.5	2.4	2.3	7.1	81.	1.9	2.2	5.5	4.7			
	0	0	0	0	0	0	0	70	0	0	0	0			
1991	51	25	36	32	12	18				29	39	37	250.5	512.	2204.6
	2.9	1.3	3.9	2.3	4.4	1.7	59.	37.	96.						
	0	0	0	0	0	0	90	80	20	2.2	1.0	2.8			
1992	30	39	39	42	30	28		34	30	46	40	52	351.6	523.	2728.2
	6.9	0.4	7.5	8.4	3.0	1.8	71.	7.6	1.1	1.3	6.9	3.6			
	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0			
1993	46	21	28	26	24		20	23	34	23	52	56	304.8	562.	3290.2
	5.1	8.2	8.2	8.3	1.0	79.	2.6	0.9	6.1	5.6	0.0	2.0			
	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0			
1994	67	49	25	29	16		16		23	30	28	81	317.0	815.	4105.4
	2.0	4.7	3.3	9.5	4.6	67.	4.1	54.	5.6	2.1	1.2	5.2			
	0	0	0	0	0	40	0	30	0	0	0	0			

1995	37	32	53	16	13	72.	15	72.	14	39	30	48	264.4	539.	4644.8
	3.8	3.7	9.4	6.7	6.3	90	3.0	60	8.1	0.7	8.4	8.2	8	40	0
	0	0	0	0	0		0		0	0	0	0			
1996	50	38	26	43	26	15	45.	12	21	26	27	17	260.5	508.	5153.7
	8.9	5.9	1.2	8.0	7.7	2.6	70	4.1	9.3	7.3	7.3	8.3	3	90	0
	0	0	0	0	0	1		0	0	0	0	0			
1997	39	24	29	21	31	17	15	91.	24	20	35	74	286.2	741.	5895.5
	6.3	7.1	6.2	8.8	0.3	3.2	2.2	20	0.6	7.7	9.2	1.8	2	80	0
	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0			
1998	33	31	50	45	29	15	59.	95.	16	22	41	28	274.4	502.	6398.2
	2.6	6.2	2.7	0.8	7.9	6.7	10	20	2.7	0.8	6.6	2.3	7	70	0
	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0			
1999	56	48	54	21	32	18	19	67.	10		35	35	290.2	568.	6966.3
	8.1	6.4	4.4	7.3	4.4	4.7	6.8	60	8.3	73.	8.0	3.6	9	10	0
	0	0	0	0	0	0	0		0	80	0	2			
2000	41	41	50	17	14	31	19	61.	17	17	18	36	260.9	509.	7476.2
	2.2	9.8	9.9	7.3	7.6	6.0	0.8	61	1.4	1.3	5.9	7.5	7	91	1
	0	3	1	3	5	1	3		2	8	2	0			
2001	44	31	59	17	21	12	18	41.	18	20	45	30	269.9	593.	8070.1
	2.1	3.3	3.9	5.9	7.7	8.9	6.4	61	0.2	2.2	5.3	1.2	0	90	1
	1	2	0	3	1	2	2		0	1	0	0			
2002	30	59	40	30	41	14	19	14	13	26	50	48	324.3	590.	8660.2
	4.7	0.1	6.0	8.4	5.5	9.3	0.1	4.9	7.1	2.3	0.1	4.0	8	11	2
	1	1	0	1	0	1	0	1	4	1	1	0			
2003	23	46	34	30	34	22	10	24	21	27	33	59	307.7	598.	9258.3
	9.6	0.8	3.9	6.8	5.2	8.7	0.2	9.7	6.9	2.4	0.9	8.1	8	10	2
	1	1	0	1	4	1	0	0	1	1	3	0			
2004	30	29	42	17	14		23	71.	19	29	46	32	251.3	469.	9727.6
	1.1	8.9	7.4	6.8	1.8	83.	6.0	12	3.9	3.3	9.3	3.4	8	31	3
	1	2	1	0	1	42	0		1	1	1	0			
2005	24	31	54	11	14	18		82.	20	25	20	57	245.5	571.	10299.
	5.1	4.8	9.4	7.3	9.0	7.7	55.	91	4.2	9.2	9.0	1.5	0	50	13
	2	1	0	2	0	1	82		3	0	1	0			
2006	28	52	38	27		12		11	20	39	48	57	294.8	571.	10870.
	4.8	8.9	9.9	4.1	99.	2.5	70.	7.4	2.2	1.7	5.8	1.2	9	20	33
	0	1	0	2	71	4	40	2	1	0	0	0			
2007	52	25	46	29	18		16	95.	11	26	27	49	263.6	526.	11397.
	6.8	7.2	0.7	8.8	7.3	12.	9.6	20	8.5	7.5	7.3	2.7	7	80	13
	0	0	0	1	0	40	0		0	0	1	0			

	42	53	30	19	12	10	22		16	33	12	36			
2008	8.8	4.6	0.6	6.6	0.3	6.2	4.4	55.	4.8	5.0	7.3	3.7	246.4	534.	11931.
	1	2	0	2	0	0	0	20	0	0	2	0	6	62	75
	48	40	30	28	33	16	16	15	0.0	13	40	49	276.2	496.	12428.
2009	1.2	0.2	2.4	2.9	7.2	4.7	4.6	0.0	0	4.9	0.6	6.5	7	50	25
	0	0	0	0	1	0	0	0		0	0	0			
	30	59	36	26	19	10	12		94.	18	46	29	253.3	592.	13020.
2010	1.9	2.2	6.0	2.4	2.2	7.0	7.9	55.	90	0.1	3.2	7.0	4	20	45
	0	0	1	0	0	1	0	20		0	0	0			
	45	54	55	37	19	12	11		28	17	37	32	299.3	558.	13579.
2011	8.1	2.9	8.6	9.7	7.6	7.9	1.3	66.	0.0	1.6	6.9	0.8	0	60	05
	0	0	0	0	1	0	0	21	0	0	0	0			
	37	44	46	35	12	15			38	29	41		266.2	464.	14043.
2012	6.5	6.5	4.1	6.3	0.7	1.7	52.	37.	92.	4.1	8.6	3.7	9	11	16
	0	0	1	2	0	0	80	50	90	1	1	0			
	43	46	40	42	20	17	10	24	19	49	27	42	320.4	495.	14538.
2013	8.2	6.5	5.8	6.7	3.8	2.3	1.6	9.3	3.9	5.4	0.5	1.0	2	40	56
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

PROM

EDIO

MENS 41 39 40 28 21 14 13 10 17 27 34 43

UAL 7.8 8.2 3.5 9.3 6.8 2.8 7.3 8.1 7.0 1.3 7.6 1.4

MULTI 6 7 6 3 2 1 0 8 1 9 7 7

ANUA

L

Figura 37

Análisis doble masa Estación Tingo María

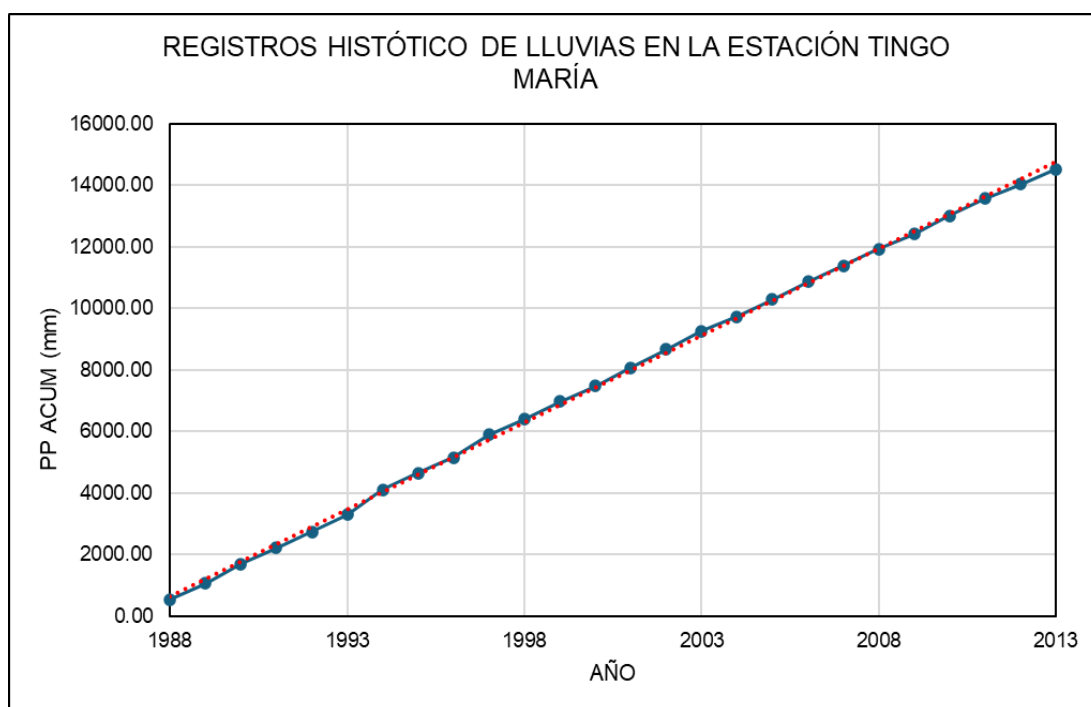


Figura 38

Registro de precipitaciones Estación Tingo María Reajustado

REGISTROS HISTÓTICO DE LLUVIAS EN LA ESTACIÓN TINGO MARÍA															
AÑO	EN	FE	MA	AB	MA	JU	JU	AG	SE	OC	NO	DI	PRO MEDI O	MÁ XIM O	MÁXI MO ACUM ULAD O
	E	B	R	R	Y	N	L	O	T	T	V	C			
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12			
1994	67	49	25	29	16		16		23	30	28	81	317.0 0	815. 20	815.20
	2.0	4.7	3.3	9.5	4.6	67.	4.1	54.	5.6	2.1	1.2	5.2			
	0	0	0	0	0	40	0	30	0	0	0	0			
1995	37	32	53	16	13		15		14	39	30	48	264.4 8	539. 40	1354.6 0
	3.8	3.7	9.4	6.7	6.3	72.	3.0	72.	8.1	0.7	8.4	8.2			
	0	0	0	0	0	90	0	60	0	0	0	0			
1996	50	38	26	43	26	15		12	21	26	27	17	260.5 3	508. 90	1863.5 0
	8.9	5.9	1.2	8.0	7.7	2.6	45.	4.1	9.3	7.3	7.3	8.3			
	0	0	0	0	0	1	70	0	0	0	0	0			
1997	39	24	29	21	31	17	15		24	20	35	74	286.2 2	741. 80	2605.3 0
	6.3	7.1	6.2	8.8	0.3	3.2	2.2	91.	0.6	7.7	9.2	1.8			
	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0			

1998	33	31	50	45	29	15	59.	95.	16	22	41	28	274.4	502.	3108.0
	2.6	6.2	2.7	0.8	7.9	6.7	10	20	2.7	0.8	6.6	2.3	7	70	0
	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0			
1999	56	48	54	21	32	18	19	67.	10		35	35	290.2	568.	3676.1
	8.1	6.4	4.4	7.3	4.4	4.7	6.8	60	8.3	73.	8.0	3.6	9	10	0
	0	0	0	0	0	0	0		0	80	0	2			
2000	41	41	50	17	14	31	19	61.	17	17	18	36	260.9	509.	4186.0
	2.2	9.8	9.9	7.3	7.6	6.0	0.8	61	1.4	1.3	5.9	7.5	7	91	1
	0	3	1	3	5	1	3		2	8	2	0			
2001	44	31	59	17	21	12	18	41.	18	20	45	30	269.9	593.	4779.9
	2.1	3.3	3.9	5.9	7.7	8.9	6.4	61	0.2	2.2	5.3	1.2	0	90	1
	1	2	0	3	1	2	2		0	1	0	0			
2002	30	59	40	30	41	14	19	14	13	26	50	48	324.3	590.	5370.0
	4.7	0.1	6.0	8.4	5.5	9.3	0.1	4.9	7.1	2.3	0.1	4.0	8	11	2
	1	1	0	1	0	1	0	1	4	1	1	0			
2003	23	46	34	30	34	22	10	24	21	27	33	59	307.7	598.	5968.1
	9.6	0.8	3.9	6.8	5.2	8.7	0.2	9.7	6.9	2.4	0.9	8.1	8	10	2
	1	1	0	1	4	1	0	0	1	1	3	0			
2004	30	29	42	17	14		23	71.	19	29	46	32	251.3	469.	6437.4
	1.1	8.9	7.4	6.8	1.8	83.	6.0	12	3.9	3.3	9.3	3.4	8	31	3
	1	2	1	0	1	42	0		1	1	1	0			
2005	24	31	54	11	14	18	55.	82.	20	25	20	57	245.5	571.	7008.9
	5.1	4.8	9.4	7.3	9.0	7.7	82	91	4.2	9.2	9.0	1.5	0	50	3
	2	1	0	2	0	1			3	0	1	0			
2006	28	52	38	27		12	70.	11	20	39	48	57	294.8	571.	7580.1
	4.8	8.9	9.9	4.1	99.	2.5	40	7.4	2.2	1.7	5.8	1.2	9	20	3
	0	1	0	2	71	4		2	1	0	0	0			
2007	52	25	46	29	18		16	95.	11	26	27	49	263.6	526.	8106.9
	6.8	7.2	0.7	8.8	7.3	12.	9.6	20	8.5	7.5	7.3	2.7	7	80	3
	0	0	0	1	0	40	0		0	0	1	0			
2008	42	53	30	19	12	10	22	55.	16	33	12	36	246.4	534.	8641.5
	8.8	4.6	0.6	6.6	0.3	6.2	4.4	20	4.8	5.0	7.3	3.7	6	62	5
	1	2	0	2	0	0	0		0	0	2	0			
2009	48	40	30	28	33	16	16	15		13	40	49	284.5	496.	9138.0
	1.2	0.2	2.4	2.9	7.2	4.7	4.6	0.0	99.	4.9	0.6	6.5	8	50	5
	0	0	0	0	1	0	0	0	71	0	0	0			
2010	30	59	36	26	19	10	12	55.	18	46	29		253.3	592.	9730.2
	1.9	2.2	6.0	2.4	2.2	7.0	7.9	20	94.	0.1	3.2	7.0	4	20	5
	0	0	1	0	0	1	0		0	0	0	0			

	45	54	55	37	19	12	11		28	17	37	32			
2011	8.1	2.9	8.6	9.7	7.6	7.9	1.3	66.	0.0	1.6	6.9	0.8	299.3	558.	10288.
	0	0	0	0	1	0	0	21	0	0	0	0	0	60	85
	37	44	46	35	12	15				38	29	41			
2012	6.5	6.5	4.1	6.3	0.7	1.7		52.	37.	92.	4.1	8.6	3.7	266.2	464.
	0	0	1	2	0	0		80	50	90	1	1	0	9	11
	43	46	40	42	20	17	10	24	19	49	27	42			
2013	8.2	6.5	5.8	6.7	3.8	2.3	1.6	9.3	3.9	5.4	0.5	1.0	320.4	495.	11248.
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	40	36
PROM															
EDIO															
MENS	40	42	42	27	21	14	13		17	26	34	44			
UAL	4.6	1.0	3.7	6.5	8.8	3.3	7.6	99.	3.2	4.1	2.5	4.0			
MULTI	4	4	9	6	5	2	4	14	7	8	8	9			
ANUA															
L															

Figura 39

Análisis doble masa Estación Tingo María Reajustado

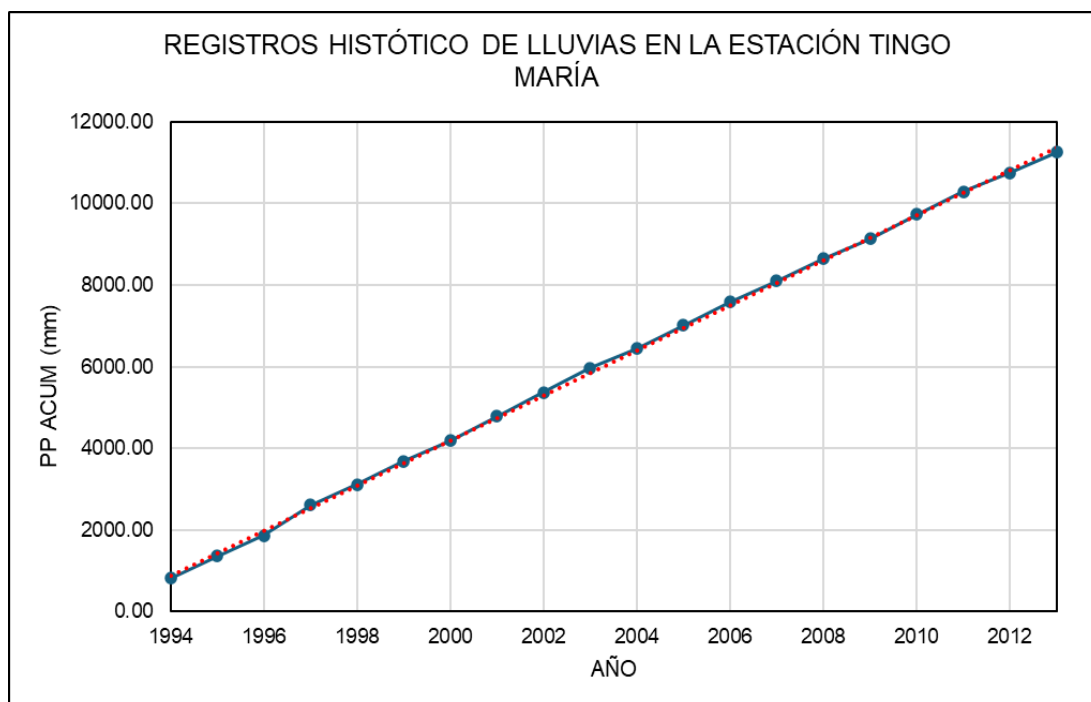


Tabla 36
Índice modificado de Fourier Estación Tingo María

ÍNDICE MODIFICADO DE FOURIER TINGO MARÍA														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	IMF	R
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		
1994	118.71	64.33	16.87	23.58	7.12	1.19	7.08	0.78	14.59	23.99	20.79	174.70	473.73	6467.96
1995	44.02	33.01	91.67	8.76	5.85	1.67	7.38	1.66	6.91	48.10	29.97	75.10	354.10	3778.31
1996	82.84	47.63	21.82	61.36	22.92	7.45	0.67	4.93	15.38	22.85	24.60	10.17	322.63	3181.49
1997	45.73	17.78	25.54	13.94	28.03	8.73	6.74	2.42	16.85	12.56	37.57	160.21	376.12	4223.51
1998	33.59	30.36	76.73	61.70	26.94	7.46	1.06	2.75	8.04	14.80	52.69	24.20	340.31	3511.07
1999	92.65	67.92	85.08	13.56	30.21	9.79	11.12	1.31	3.37	1.56	36.79	35.90	389.26	4500.12
2000	54.26	56.28	83.03	10.04	6.96	31.89	11.63	1.21	9.38	9.38	11.04	43.13	328.23	3284.21
2001	60.35	30.31	108.90	9.56	14.63	5.13	10.73	0.53	10.03	12.62	64.00	28.01	354.81	3792.33
2002	23.85	89.46	42.35	24.44	44.35	5.73	9.28	5.39	4.83	17.68	64.25	60.18	391.79	4554.31
2003	15.55	57.49	32.02	25.49	32.27	14.16	2.72	16.88	12.74	20.09	29.65	96.86	355.92	3814.27
2004	30.06	29.62	60.56	10.36	6.67	2.31	18.46	1.68	12.47	28.52	73.02	34.67	308.39	2926.94
2005	20.39	33.64	102.46	4.67	7.54	11.96	1.06	2.33	14.16	22.81	14.83	110.87	346.71	3633.86
2006	22.92	79.05	42.96	21.23	2.81	4.24	1.40	3.90	11.55	43.36	66.69	92.20	392.32	4565.75
2007	87.71	20.91	67.08	28.22	11.09	0.05	9.09	2.86	4.44	22.62	24.30	76.72	355.09	3797.82
2008	62.17	96.64	30.55	13.07	4.89	3.81	17.03	1.03	9.18	37.95	5.48	44.73	326.53	3252.94
2009	67.81	46.90	26.78	23.44	33.30	7.94	7.93	6.59	2.91	5.33	46.99	72.19	348.11	3660.97
2010	29.98	115.36	44.07	22.65	12.15	3.77	5.38	1.00	2.96	10.67	70.58	29.02	347.58	3650.85

20	58.4	82.0	86.8	40.	10.	4.5	3.4	1.2	21.	8.2	39.	28.6	385.	4427.
11	3	6	8	14	87	5	5	2	83	0	55	5	84	43
20	44.3	62.3	67.4	39.	4.5	7.2	0.8	0.4	2.7	46.	27.	53.5	357.	3841.
12	6	9	1	73	6	0	7	4	0	17	90	6	30	59
20	49.9	56.6	42.8	47.	10.	7.7	2.6	16.	9.7	63.	19.	46.1	372.	4155.
13	4	0	3	35	80	2	8	16	8	83	03	0	83	52
PROMEDIO R DE LA ESTACIÓN TINGO MARÍA														3951. 06