

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Caracterización hidráulica de procesos de la crecida del rio Higueras en el tramo del centro arqueológico de Kotosh hasta la desembocadura con el rio Huallaga-Huánuco-2023”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Arias Martínez, Shirley Mireya

ASESORA: Bastidas Salazar, Karen Vanessa

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Hidráulica
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 75841970

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 48753085

Grado/Título: maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002-7346-9542

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Jhonny Prudencio	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en: gerencia de sistemas y tecnologías de información	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Trujillo Arisa, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0000-5650-3745
3	Martinez Morales, German Gaston	Ingeniero civil	07397555	0000-0002-9182-1861

D

H

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 11:00 horas del día **jueves 12 de octubre de 2023**, 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. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS	PRESIDENTE
❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA	SECRETARIA
❖ ING. GERMAN GASTON MARTINEZ MORALES	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 2393-2023-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "intitulada: **"CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE PROCESOS DE LA CRECIDA DEL RIO HIGUERAS EN EL TRAMO DEL CENTRO ARQUEOLÓGICO DE KOTOSH HASTA LA DESEMBOLCADURA CON EL RIO HUALLAGA - HUÁNUCO - 2023"**", presentado por el (la) Bachiller. **Shirley Mireya ARIAS MARTINEZ**, 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 *14* y cualitativo de *Suficiente* (Art. 47).

Siendo las *12:10* horas del día 12 del mes de octubre del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
ORCID: 0000-0001-7920-1304

Presidente



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

Secretaria



ING. GERMAN GASTON MARTINEZ MORALES
ORCID: 0000-0002-9182-1861

Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **Mg. Ing. Karen Vanessa Bastidas Salazar** asesora del PA ingeniería civil y designada mediante **RESOLUCIÓN N° 109-2022-D-FI-UDH** del estudiante Bach. **SHIRLEY MIREYA, ARIAS MARTINEZ** de la investigación titulada, **“CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE PROCESOS DE LA CRECIDA DEL RIO HIGUERAS EN EL TRAMO DEL CENTRO ARQUEOLÓGICO DE KOTOSH HASTA LA DESEMBOCADURA CON EL RIO HUALLAGA – HUÁNUCO - 2023”**

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 24 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio 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.

Adjunto captura del Turnitin con fecha actualizada.

Huánuco 18 de Octubre de 2023

NOMBRE: Mg. Bastidas Salazar, Karen Vanessa

DNI N°: 48753085

CODIGO ORCID: 0000-0002-7346-9542

ASESORA

TESIS ARIAS MARTINEZ

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

15%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

5%

2

repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

5%

3

Submitted to Universidad Nacional Hermilio Valdizan

Trabajo del estudiante

3%

4

distancia.udh.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

6

www.scribd.com

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.unj.edu.pe

Fuente de Internet

1%

8

vsip.info

Fuente de Internet

1%

9

es.scribd.com

Fuente de Internet



NOMBRE: Mg. Bastidas Salazar, Karen Vanessa

DNI N°: 48753085

CODIGO ORCID: 0000-0002-7346-9542

DEDICATORIA

A mis padres, NATALIA MARTINEZ GOMEZ Y EUDOCIO ARIAS RICAPA Por todo su apoyo de forma incondicional en todos estos años que duro mi carrera; también por brindarme siempre la libertad al poder seleccionar y decidir lo adecuado para mí.

Amados padres con todo mi amor, a partir de hoy y a futuro, seré la que los guiara igual que lo hicieron, porque ustedes me llevaron hasta aquí, los amo, porque todos mis éxitos será el de ustedes gracias.

AGRADECIMIENTO

A mi querida familia, amadas hermanas Luisa, Ayme, Vanesa, Fritza, Lizet, ya que siempre estuvieron ahí y ayudaron al cimiento en todo mi desarrollo, con la misma forma me brindaron su tiempo y dedicación al instruirme en nuevas prácticas, que fueron unos aportes invaluable que al final me servirá toda la vida, les agradezco y los amo.

A mis compañeros de la facultad de Ing. Civil de la Universidad de Huánuco, por todos los ratos y anécdotas buenas que pasamos y que compartimos tanto buenas como malas situaciones, deseo que sigan los éxitos y bendiciones para cada uno de nosotros.

A toda la plana docente que encabezado por la decana Mg. Bertha Lucila Campos Ríos, y a la plana administrativa de la Facultad de Ing. Civil, gracias por su apoyo en estos años de mi carrera y me ayudaron a seguir adelante.

A mi asesora que me oriento en la elaboración de esta investigación y por su tiempo dedicado que me permitió concluir con este trabajo.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO I.....	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	17
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	17
1.3. OBJETIVOS.....	18
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	18
1.4.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	18

1.4.2	JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	19
1.4.3	JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	19
1.5.	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.6.	VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.6.1	VIABILIDAD OPERATIVA	19
1.6.2	VIABILIDAD TÉCNICA.....	20
1.6.3	VIABILIDAD ECONÓMICA-SOCIAL	20
CAPÍTULO II.....		22
MARCO TEÓRICO		22
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.1.1	ANTECEDENTES INTERNACIONALES	22
2.1.2.	ANTECEDENTES NACIONALES.....	24
2.1.3	ANTECEDENTES LOCALES.....	26
2.2.	BASES TEÓRICAS	26
2.2.1.	CUENCA	26
2.2.2.	CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN DE LA CUENCA.....	27
2.2.3.	TRANSFORMACIÓN PARA LA LLUVIA EN ESCURRIMIENTO	35
2.2.4.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HIDROLÓGICA Y TRATAMIENTO.....	42
2.2.5.	PROCESO DE LAS LLUVIAS MÁXIMAS DIARIAS	44
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	48

2.4. HIPÓTESIS	49
2.5. VARIABLES.....	49
2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE	49
2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE	49
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	51
CAPÍTULO III	52
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	52
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	52
3.1.1 ENFOQUE.....	52
3.1.2 ALCANCE O NIVEL	52
3.1.3 DISEÑO.....	53
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	53
3.2.1 POBLACIÓN	53
3.2.2 MUESTRA.....	53
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS..	54
3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	54
3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	55
3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	55
CAPÍTULO IV.....	57
RESULTADOS.....	57
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	57

4.1.1 PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA UNIDAD HIDROGRÁFICA.....	57
4.1.2 CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA CON UNA ESTACIÓN CERCANA.....	66
4.1.3 ELECCIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO	86
4.2 CONSTATAción DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	87
CAPÍTULO V.....	91
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	91
CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES.....	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cuenca Hidrográfica	27
Figura 2 Clasificación por su elevación.....	29
Figura 3 Características de la cuenca según su morfología	30
Figura 4 Tipos de curvas Hipsometricas.....	32
Figura 5 Características de la red de drenaje	33
Figura 6 Orden de la red Hidrografica.....	34
Figura 7 Relación de precipitación y la escorrentía	35
Figura 8 Transformación de la lluvia a escorrentía superficial	36
Figura 9 Representación de la ecuación de continuidad	37
Figura 10 Serie de demostración de precipitaciones	42
Figura 11 Determinación de la estación base por el método de análisis de doble masa	43
Figura 12 Características del saltos.....	44
Figura 13 Características de tendencias.....	44
Figura 14 Curvas Precipitación - Duración - Frecuencia.....	46
Figura 15 Trazado de Curvas Isoyetas	48
Figura 16 Delimitación y su proceso	57
Figura 17 DEM.....	58
Figura 18 Delimitado con superficie.....	58
Figura 19 Áreas parciales y acumuladas para elaboración de Curva Hipsométrica.....	59
Figura 20 Areas parciales del argis.....	59
Figura 21 Curva Hipsometrica	60
Figura 22 Poligonos de frecuencias de Altitudes	62
Figura 23 Tendencia de la Distribución Normal	72
Figura 24 Tendencia de la Distribución Log-Normal	73
Figura 25 Grafica de la Distribución Gumbel	74
Figura 26 Grafica de la Distribución Log-Pearson	75
Figura 27 Hietograma para un T: 50 años en 24 h	80
Figura 28 Hidrograma de Snyder.....	82
Figura 29 Hidrograma de SCS.....	84
Figura 30 Tránsito de Hidrogramas	86

Figura 31 Vista Del Rio Desde La Pista (Se Observa Que Las Casas Estan Cerca Al Nivel Del Rio Lo Que Las Pone En Peligro De Inundacion)	89
Figura 32 Vista De Zonas De Alto Riesgo De Inundación (Viviendas Existentes En El Margen Del Rio).....	89
Figura 33 Vista De Zonas De Alto Riesgo De Inundación (Viviendas Existentes En El Margen Del Rio).....	90
Figura 34 Vista De Zonas De Alto Riesgo De Inundación (Viviendas Existentes En El Margen Del Rio).....	90
Figura 35 Imagen Satelital	99
Figura 36 Satelite TRMM	104
Figura 37 Satelite TRRM 2	104
Figura 38 Datos descargados de la estación parte 1	105
Figura 39 Datos descargados de la estación parte 2.....	106
Figura 40 Datos descargados de la estación parte 3.....	106
Figura 41 Datos descargados de la estación parte 4.....	108
Figura 42 Datos descargados de la estación parte 5.....	109
Figura 43 Familia de Curvas IDF	112
Figura 44 Hietograma para un T: 5 años en 24 h	115
Figura 45 Hietograma para un T: 10 años en 24 h	115
Figura 46 Hietograma para un T: 20 años en 24 h	116
Figura 47 Hietograma para un T: 100 años en 24 h	116
Figura 48 Inicio de los trabajos de campo	117
Figura 49 Instatalando el equipo topográfico	117
Figura 50 Inicio de los trabajos de campo a la altura del centro arqueológico de Kotosh.....	118
Figura 51 Nivel de agua en un punto crítico de estudio	118
Figura 52 Iniciando con el levantamiento topográfico	119
Figura 53 Iniciando con el levantamiento topográfico	119
Figura 54 Nivel de agua en diferentes puntos de la zona	120
Figura 55 Nivel de agua en diferentes puntos de la zona	120
Figura 56 Nivel de agua en diferentes puntos de la zona	121
Figura 57 Nivel de agua en diferentes puntos de la zona	121
Figura 58 Nivel de agua en diferentes puntos de la zona	122

Figura 59 Nivel de agua en otro punto crítico de la zona.....	122
Figura 60 Nivel de agua.....	123
Figura 61 Nivel del agua al margen del río con casas existentes	123
Figura 62 Puente peatonal a 800 metros del tramo de inicio de estudio .	124
Figura 63 Tabla de datos del senamhi.....	125
Figura 64 Tabla de datos estadísticos	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación por el Tamaño.....	27
Tabla 2 Valores para el factor de forma.....	31
Tabla 3 Grupos Hidrológicos para el Suelo	38
Tabla 4 Condiciones de Humedad.....	39
Tabla 5 Numero de Curva para todas las combinaciones del suelo y la vegetación	40
Tabla 6 Reclasificación para el suelo en sus usos.....	41
Tabla 7 Valores para la relación de lluvia para una duración de 24 horas...	47
Tabla 8 Sistema de variables-dimensiones e indicadores.....	51
Tabla 9 Áreas acumuladas y parciales con su altitud	59
Tabla 10 Para el grafico del rectángulo Equivalente.....	63
Tabla 11 Precipitaciones max.....	68
Tabla 12 Forma estadística de la precipitación máx.	70
Tabla 13 Distribución Normal.....	72
Tabla 14 Distribución Log-Normal.....	73
Tabla 15 Precipitaciones máximas de la Distribución Gumbel	74
Tabla 16 Precipitaciones Máximas de la Distribución Log. Pearson.....	75
Tabla 17 Prueba de Bondad 1	76
Tabla 18 Prueba de bondad 2	76
Tabla 19 Prueba de bondad 3	77
Tabla 20 Prueba de bondad 4	77
Tabla 21 Comparacion con la prueba y con el Hidroesta	78
Tabla 22 Intensidad T: 50 años.....	78
Tabla 23 Ajuste de Intensidad T: 50 años.....	79
Tabla 24 Coeficiente de Escorrentía de la Sub Cuenca Higueras	80
Tabla 25 Método Racional Modificado para T= 50 años en D= 120 min	81
Tabla 26 Método de Snyder.....	82
Tabla 27 Unitario sintético del SCS	83
Tabla 28 Caudal de entrada	85
Tabla 29 Caudal de Salida.....	85
Tabla 30 Caudal de diseño	86

Tabla 31 Resultados 1	87
Tabla 32 Resultados 2	87
Tabla 33 Matriz de Consistencia	101
Tabla 34 Intensidad T: 5 años.....	110
Tabla 35 Intensidad T: 10 años.....	110
Tabla 36 Intensidad T: 20 años.....	111
Tabla 37 Intensidad T: 100 años.....	111
Tabla 38 Ajuste de Intensidad T: 5 años.....	113
Tabla 39 Ajuste de Intensidad T: 10 años.....	113
Tabla 40 Ajuste de Intensidad T: 20 años.....	114
Tabla 41 Ajuste de Intensidad T: 100 años.....	114

RESUMEN

Estos tipos de investigación que tiene como finalidad estimar las crecidas máximas como también los caudales de diseño, estos datos ayudan como información base para proyectos de recursos hídricos, por ende, este trabajo con la ayuda de hidrogramas, lo que nos ayudó a estimar el caudal pico por cada método donde era usado el hidrograma.

Para esta investigación se aplicó métodos donde la recolección de los datos de pluviometría de la estación cercana al río Higueras o al cuenca de la misma, nos ayudó simular y estimar el caudal de diseño, con la ayuda de las imágenes DEM que se descargan del SENAMHI, nos ayudó a delimitar la cuenca en estudio, mediante el uso del programa Arcgis, calculando así las intensidades, el perímetro, área, pendiente y todos los datos que el mismo programa y con la ayuda de las formulas puestas en el Excel nos da. Después de obtenido todo lo anterior se procede a realizar la estimación del caudal con todos los métodos posibles para un periodo de retorno de 50 años.

Mediante el uso de la imagen DEM y el uso del Arcgis en conjunto con el Excel se obtuvo lo siguiente:

El área de 446.81 m², perímetro de 146.0947 km, altura media ponderada de 1532.87, altura media simple de 1679.50, índice de forma de 2.27 (teniendo una mayor tendencia a presentar intensidades de lluvia), índice de compacidad 1.9497 como el rango esta más de 1.25 la forma de cuenca es alargado, densidad de drenaje de 0.47, pendiente del cauce principal de 0.029 o de 2.904% y pendiente medio de la cuenca de 13.194%. Obteniendo la siguiente conclusión: Se pudieron realizar estudios hidrológicos y la distribución utilizada fue la distribución de Gumbel, la cual se confirmó como la mejor utilizando el método de Smirnov e hidroesta, los lugares que pueden sufrir de riesgo son los mostrados en las figuras 31, 32, 33 y 34.

Palabras clave: Caudales, crecidas máximas, intensidad de diseño, cuenca, intensidad, Arcgis.

ABSTRACT

These types of research whose purpose is to estimate the maximum floods as well as the design flows, these data help as base information for water resources projects, for this work with the help of hydrographs, which helped us to estimate the peak flow for each method where the hydrograph was used.

For this investigation, methods were applied where the collection of rainfall data from the station near the Higuera river or its basin, helped us to simulate and estimate the design flow, with the help of DEM images that are downloaded from SENAMHI. , helped us to carry out the delimitation of the basin under study, through the use of the Arcgis program, thus calculating the intensities, the perimeter, area, slope and all the data that the same program and with the help of the formulas put in Excel gives us. After obtaining all of the above, we proceed to estimate the flow with all possible methods for a return period of 50 years.

Through the use of the DEM image and the use of Arcgis in conjunction with Excel, the following was obtained:

The area of 446.81 m², perimeter of 146.0947 km, weighted average height of 1532.87, simple average height of 1679.50, shape index of 2.27 (having a greater tendency to present rain intensities), compactness index 1.9497 as the range is more than 1.25 the shape of the basin is elongated, drainage density of 0.47, slope of the main channel of 0.029 or 2.904% and average slope of the basin of 13.194%.

Obtaining the following conclusion:

It was possible to carry out a Hydrological study and the distribution that was used was that of Gumbel that by means of the Smirnov method and the use of the Hidroesta it was possible to verify that it is the best, the places that can suffer from risk are those shown in figures 31, 32, 33 and 34.

Keywords: Flows, maximum floods, design intensity, basin, intensity, Arcgis.

INTRODUCCIÓN

Estos eventos extremos como desbordes del río o deslizamientos en la laderas de los mismos, Actualmente es necesario realizar previsiones durante la temporada de crecidas para ajustar el potencial hídrico del río, proteger las áreas propensas a inundaciones y diseñar infraestructura para soportar altas inundaciones, Sin embargo, nuestra región carece de un registro completo de información hidrometeorológica de largo plazo, por lo que Es imposible determinar el potencial hídrico de la región Volumen y distribución del agua.

El trabajo de tesis actual incluye la generación máxima de crecidas a través de un modelo hidrográfico Hydrograph de la cuenca del río Higuera para simular la respuesta de la cuenca a eventos extremos de precipitación, a través de la convolución de las características geomórficas. El objetivo de este estudio fue desarrollar un modelo hidrológico capaz de producir inundaciones máximas; el número máximo de concentraciones de flujo.

El desarrollo de la investigación consta de cinco capítulos: En el capítulo 1 se describió el planteamiento de la investigación; los problemas generales y específicos; objetivos, justificación y limitaciones.

En el capítulo 2 se presentó los antecedentes internacionales, nacionales y locales, también toda la base teórica para el empleo de esta investigación, para después presentar la hipótesis y el cuadro de operacionalización de variables.

En el Capítulo 3, se presentó toda la metodología, así como las técnicas e instrumentos de recolección de datos de esta investigación.

En el capítulo 4 está todo el proceso y los resultados que se dieron en la investigación Y finalmente, el Capítulo 5 describe los resultados, conclusiones y recomendaciones generales del estudio.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el Perú debido al cambio climático que se encarga en limitar la observación de forma de estimación de crecidas que pueda generarse en las cuencas hidrográficas del país, generando así de manera impredecible los eventos climatológicos que se pueda presentar como la precipitación intensa por esa misma razón se tiene que plantear una respuesta que tendrá. (Cachuan, 2017)

Para la cuenca en la que se encuentra el río Higuera no presenta una estación Hidrométrica, pero en la ciudad de Huánuco se tiene 3 estaciones controladas por el Senamhi y los mismo nos aportan datos históricos.

Para la época de crecidas en Huánuco ocurre en diciembre, enero, febrero y marzo., la demanda que se tiene en el río higuera es superior que pueda provocar infiltraciones y/o inundaciones, esto se debe a que no se presenta una regulación en la estimación de los caudales máximos siendo difícil evidenciar la regulación de dicha sub cuenca.

Las fuertes precipitaciones que son acarreadas por el río Higuera suele incrementar periódicamente lo que puede ocasionar que colmate su cauce. Dicho problema puede generar que los márgenes del río sufran de erosiones generando así daños a las edificaciones cercanas como también que los lugares de sembríos se vean afectados por el desbordamiento del río y en caso se tenga a la población de Huánuco. (Nuñez, 2011)

Para un estudio de crecidas no sólo se tiene que calcular el alcance y la duración de las avenidas, sino también conocer el comportamiento y la respuesta de las sub cuencas ante estos problemas, por ello se tiene que hacer unos análisis geomorfológicos donde la cuenca muestra una distribución espacial y así mostrar una idea para la interacción que se tenga en la cuenca y los eventos climatológicos que se puedan presentar en la ciudad, con la final de tener una prevención en el caso que se presente una crecida alta en el río.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera una caracterización hidráulica ayuda a reducir el riesgo de desborde en el tramo del centro arqueológico de Kotosh hasta la desembocadura con el río Huallaga?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cómo analizar los hidrogramas obtenidos de las estaciones cercanas al río Higueras para así demostrar la relación con la caracterización hidráulica?

¿Cómo es la determinación del caudal activante mediante el paso de las crecidas en el río Higueras empleando distintas metodologías que proporcionen un resultado confiable?

¿Cómo es el movimiento que se encuentra en el lecho del río durante el paso de crecidas y su relación con la caracterización hidráulica del río?

¿Cuál es el análisis de la información que se tiene disponible sobre las crecidas del río Higueras para buscar patrones que puedan predecir el comportamiento del río y si se tiene riesgo de desbordes?

¿ayudará a reducir o mitigar el riesgo de desborde del río la propuesta de proyecto planteada con los resultados de la caracterización hidráulica?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

La caracterización hidráulica ayuda a reducir el riesgo de desborde en el tramo del centro arqueológico de Kotosh hasta la desembocadura con el río Huallaga.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analizar los hidrogramas obtenidos de las estaciones cercanas al río Higueras para así demostrar la relación con la caracterización hidráulica.

Determinar el caudal activante mediante el paso de las crecidas en el río Higueras empleando distintas metodologías que proporcionen un resultado confiable.

Identificar el movimiento que se encuentra en el lecho del río durante el paso de crecidas y su relación con la caracterización hidráulica del río.

Analizar la información que se tiene disponible sobre las crecidas del río Higueras para buscar patrones que puedan predecir el comportamiento del río y si se tiene riesgo de desbordes.

Proponer un proyecto con los resultados de la caracterización hidráulica que ayude a reducir o mitigar el riesgo de desborde del río.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La justificación práctica mostrar información y características a conocer en el río Higueras para las temporadas de crecidas debido al incremento de lluvias en diciembre, enero, febrero, marzo conduce a un aumento de las precipitaciones, lo que nos da a una crecida rápida del río y que al desarrollar la cuantificación y/o caracterización de la misma nos ayuda a poder prevenir algún desastre como también tomar las medidas necesarias.

1.4.2 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La justificación teórica aportara un enfoque positivo y bueno para la rama de estudio de la hidráulica referentes a los ríos que se tienen en la región de Huánuco, tiene como objetivo servir de base principal para futuros estudios enfocados al campo de la hidrología fluvial y/o estudios de caracterización de ríos por paso de crecidas, por último, se empleó herramientas necesarias para tener mejores resultados en esta caracterización.

1.4.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

En la justificación metodológica para lograr cumplir con los objetivos que se muestra, se usó metodologías e información bibliográfica para hacer la caracterización del río.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Una de las limitaciones de este trabajo es que para la toma datos de precipitación se hizo uso de una estación cercana de las tres que Huánuco tiene activadas por el Senamhi, no hay estaciones a lo largo del mismo río y los datos serán de este año para evaluar las crecidas con una proyección de 6 meses antes.

A continuación, se exponen otras restricciones que afectan a esta investigación:

En la región, no se dispone de la información contextual o bibliográfica suficiente relacionada con el tema.

El tesista asume la totalidad de los costos asociados al estudio.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 VIABILIDAD OPERATIVA

La factibilidad operativa de este estudio es posibilitar un estudio hidrológico cuantitativo del paso de crecidas del río, además del correcto

uso de estas herramientas y sus funciones adecuadas, utilizando un programa de fácil manejo a disposición del tesista, asegurando que las características del río Higueras se entiendan completamente.

1.6.2 VIABILIDAD TÉCNICA

Este trabajo de investigación nos da una oportunidad única, ya que existen muy pocos estudios comparables y aporta información esencial para la supervisión y el análisis de proyectos de investigación planificados, lo que representa un avance significativo en la expansión del conocimiento.

Los datos y recursos hidráulicos técnicamente disponibles permiten su modelización y ajuste en estos estudios, los cuales pueden llevarse a cabo utilizando herramientas gratuitas como Excel. En el ámbito de los recursos humanos, el estudio se desarrolla bajo la dirección del consultor a cargo, lo que facilita la formulación de objetivos relacionados con la investigación.

En cuanto a la investigación espacial, se dispone de espacio y equipamiento suficiente, lo que hace que este proyecto de tesis sea técnicamente viable. Además, se beneficia de ser un proceso puro en lugar de un estudio especializado.

1.6.3 VIABILIDAD ECONÓMICA-SOCIAL

El financiamiento de este proyecto es completamente autosuficiente, ya que el tesista cubre todos los costos desde el inicio hasta la conclusión de la investigación, y por esta misma razón, no se obtiene ningún beneficio económico de este estudio.

En lo que respecta al ámbito social, este estudio ofrece una contribución significativa para estudiantes, empresas y el público en

general, ya que proporciona información crucial para comprender las características de los ríos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Para Testa (2017) en su tesis de Doctorado realizada en universidad nacional de Córdoba, titulada “*Caracterización Hidráulica para los procesos de crecida en el río Pilcomayo.*” Doctorado (ciencias de la ingeniería). En dicha investigación del río Pilcomayo que es un río que cruza tres países siendo estos países Bolivia, Paraguay y Argentina, ese río se considera como un río no típico que no se encuentra regulado, cuenta con caudales que cuando tienen sus crecidas puede llegar a 28 veces el caudal normal. Teniendo así una elevada sedimentación como transporte de sedimentos, esto genera que el río sea un acceso difícil cuando se genera crecidas. Para ello esa investigación tuvo como objetivos mejorar el conocimiento que se tiene de dicho río, cuantificar los caudales que se dan (esto sirve como metodología para la cuantificación de caudales para nuestro estudio), aparte que tiene como fin el aporte de bases técnicas que ayuden al tratado de la caracterización de los ríos de manera internacional. Para que sea desarrollado esa investigación se enfocó en el estudio de aforos que puedan ayudar a la cuantificación de dichos caudales, brindando así un estudio de caudales que entran como los que continúan el cauce hasta llegar a su desembocadura, mediante el uso de satélites, comparando la información que se obtuvo en las crecidas con las que se obtuvieron anteriormente, la metodología usada fue la de Testa y se basó en el conocimiento topo batimétrico, para estimar la distribución.

Para Vera (2018), en su investigación se enfocó en desarrollarlo en el ámbito de la gestión de riesgos ante las inundaciones, con el fin de estudiar la susceptibilidad que puede presentar ante las inundaciones siendo así una parte céntrica su lugar de estudio en la cual muestra unas características geográficas y geomorfológicas que pueden ser la causa principal del riesgo del mismo, dado que presenta pendiente menores, con una composición de arcilla con un drenaje muy pésimo. Para el estudio de la susceptibilidad se partió de un análisis de los factores ambientales, para luego determinar la ocurrencia y magnitud con la que se pueda presentar inundaciones en la ciudad. Para que el tesista cumpla con su objetivo o finalidad de su investigación tuvo que crear mapas temáticos y luego interpretarlos con su respectivo análisis usando una metodología de estudio fue los mapas de pendientes, precipitación, clima. Para el desarrollo de la investigación se procedió con análisis de bibliografía para la consulta y generalizar los conocimientos ante los antecedentes que históricos que puedan presentar, luego se procede con el trabajo de escritorio donde la información que se recopiló se usó o se tomara como bases principales en el desarrollo de la investigación, también se empleó el uso del programa ARCGIS en el cual se emplearon los mapas temáticos respectivamente, después de generar los mapas se hace el estudio de susceptibilidad y así se diseñó el modelo para exponer las zonas susceptibles. Esta investigación sirve como base para los mapas que se puedan generar de en esta investigación el cómo emplearlas y analizarlas, también como guía ante un estudio de susceptibilidad en el cual se realiza cuando se tiene el incremento o crecidas del río a estudiar.

Para Ramírez (2017), en su trabajo de investigación de Gestión de Riesgos muestra los aspectos teóricos de cómo se origina o es la evolución de riesgo, como también indaga sobre los puntos prácticos que se tienen en materia de gestión para reducir el riesgo, porque sabe que

para mejorar el escenario de riesgo las bases teóricas son sumamente importante para así establecer los elementos para el análisis, luego procedió a generar un modelo conceptualmente para la gestión y así reducir el riesgo, con la debida orientación para el establecimiento de las acciones como los ejercicios prácticos del sistema de gestión. Esta investigación ayuda para las bases teóricas dado que el sistema de gestión de riegos también realiza un estudio de crecidas para así visualizar otra metodología de estimación de las mismas.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Según Olivares (2018) en su tesis para determinar las zonas inundables cuando se presenta crecidas en la cuenca del rio Huancabamba mediante un simulación Hidráulica Bidimensional usando el software Hec-Ras 5.0, esta investigación fue elaborada como fuente en el aporte para el campo de la ingeniería donde muestra las precipitaciones de gran intensidad en los periodos de lluvias intensas donde el rio entre en crecidas altas que para el lugar se da en los meses de diciembre y abril generando así un incremento del caudal del mismo, como también una saturación en los drenajes, generando así área de cultivos en perdida como un deficiente evacuación de las aguas ,para el desarrollo del mismo se enfocó primero en determinar los parámetros geomorfológicos de las sub cuencas, para que después realizar el análisis de las distribuciones de forma estadística de forma que se aplique para el modelo de HEC-HMS y asi encontrar los hidrogramas para ingresarlos al Hec-Ras. Finalmente dio como resultado la proyección de máximas avenidas de los caudales en los periodos de retorno de 25, 50 y 100 años.

Para Cachuán (2017) en su tesis para obtener el grado de ingeniero civil, denominada Modelo Hidrológico para la generación de crecidas máximas empleando el hidrograma unitario instantáneo geomorfológico en la sub cuenca del rio Shullcas, esta investigación se basa en los

modelos hidrológicos que ayudan a predecir la crecidas máximas que ahora es sumamente importante en proyectos enfocados de la hidrología y sus recursos, dado que permite simular numéricamente los caudales pico que puedan presentar en un tiempo respectivo, para ello se recolecto datos de pluviómetros, como las descripciones de forma hidrológica del suelo y los modelos en la elevación digital (shapefile). Para el análisis de datos se empleó de la siguiente forma, empezando por los datos geomorfológicos del SIG, se estima las abstracciones totales que se produce cuando se presenta tormentas y así calcular las intensidades de lluvia que pueda darse, mediante el método de Curva de Numero y así por ultima generar las crecidas máximas usando el Hidrograma Unitario.

Para Sanchez & Condori (2021), en su trabajo de investigación donde realizan un modelamiento Hidrológico para generar crecidas máximas, mediante el uso de hidrogramas unitarios en la cuenca del rio Santo Tomas, esa investigación tiene como fin el generar las crecidas máximas donde por medio del modelo de hidrograma unitario permita simular la respuesta que tiene la cuenca cuando se presente precipitaciones extremas por medio de una convolución de todas las características geomorfológicas y/o climatológicas, en la cual muestra todos los procesos para la estimación de las crecidas máximas usando el Hidrograma unitario como opción esta investigación sirve como base teórica y como un método de estimación por medio del Hidrograma Unitario para así tener la simulación de la cuenca cuando sufre las precipitaciones extremas.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

Según Garay & Vicente (2021), su investigación denominada Análisis Hidráulico para la reducción de los riesgos de inundación en el río Nupe, donde se enfocaron en la caracterización de la cuenca y luego realizar una para el río Nupe donde las máximas avenidas que se presenta en los meses de enero, febrero y marzo generan que se desborde el río y así mostrando daños en los cultivos y pastoreo en la localidad de Pilcocancha, por ello la problemática que quiere resolver esa investigación es la de identificar cual es el análisis hidráulico para reducir así los riesgos de inundación del río, optando por el uso del programa Hec-Ras para así identificar el análisis Hidráulico, donde procede con la descripción general de la cuenca como inicio y luego la accesibilidad de la misma, optando por identificar las geomorfología de la cuenca en estudio como son los aspectos ecológicos, geomorfológicos, la calidad que tiene el agua y luego realizar el análisis Hidrológico, donde muestra las metodologías para identificar los caudales máximos mediante el número de curva.

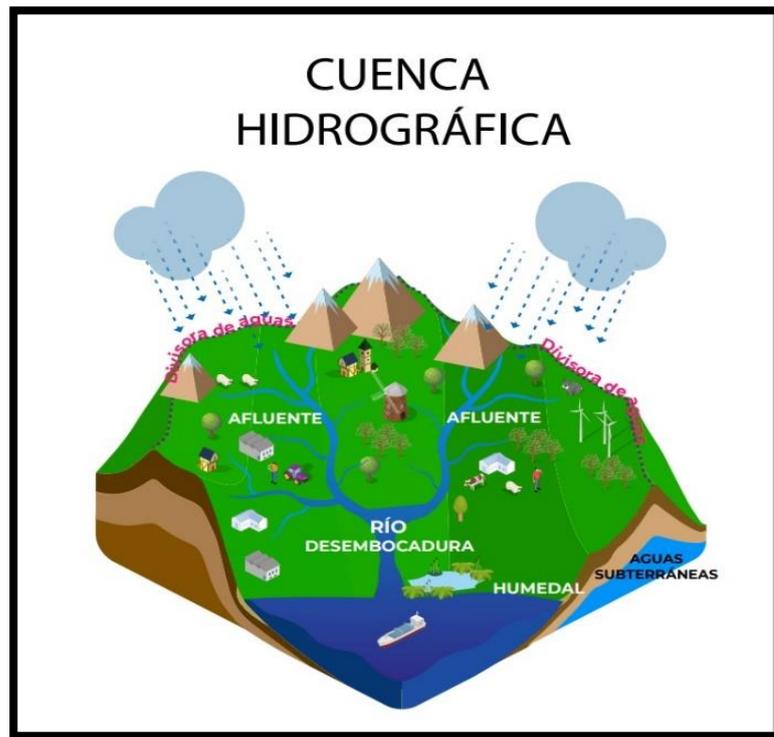
2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. CUENCA

Una cuenca hidrográfica se identifica como una unidad básica para el estudio en la hidrología, donde cuenta con características que se definen por medio de la forma, donde por medio de las características topográficas y la morfología brindan una idea ante la respuesta hidrológica de la cuenca ante una presencia de la precipitación. (Breña, 2006, pág. 23)

Figura 1

Cuenca Hidrográfica



Fuente: (Escenarios Hidricos 2030, 2021)

2.2.2. CARACTERÍSTICAS Y CLASIFICACIÓN DE LA CUENCA

La clasificación se da:

- *Por el tamaño:*

Tabla 1

Clasificación por el Tamaño

TAMAÑO DE LA CUENCA (km ²)	DESCRIPCIÓN
<25	Muy pequeña
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Intermedia – pequeña

500 a 2500	Intermedia – grande
2500 a 5000	Grande
>5000	Muy grande

Fuente: (Campos, 1998)

○ *Por su salida:*

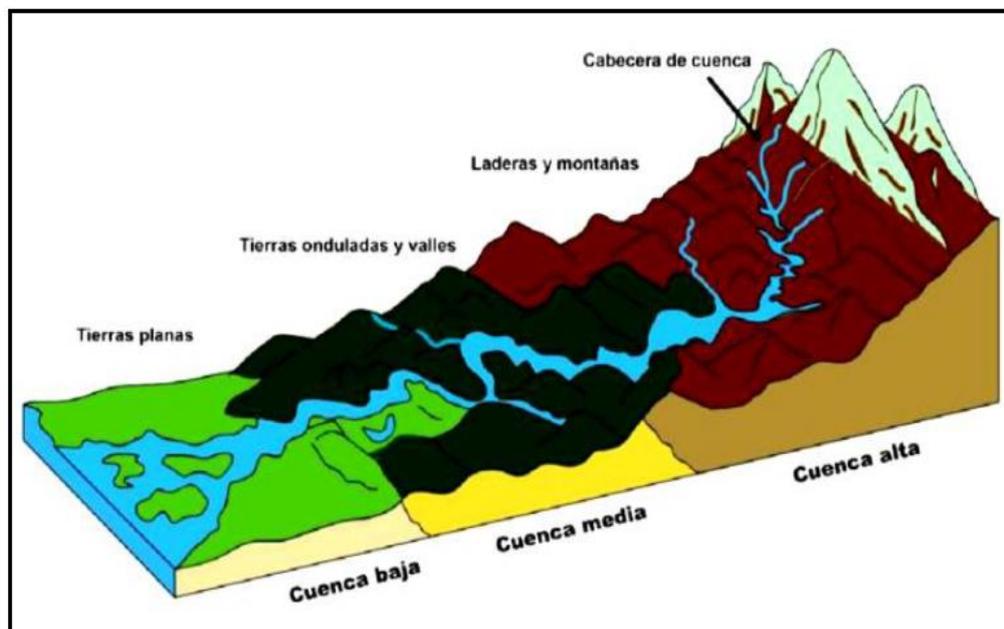
Se tiene dos tipos de cuencas por su salida, esas pueden ser endorreicas y exorreicas (Breña, 2006). Para las cuencas endorreicas tiene el punto de salida en los límites de la cuenca, pero las exorreicas tienen ese punto en los límites de la misma.

○ *Por su elevación:*

Se basa en donde está la elevación relativa que tiene la cuenca, esto puede ser alta, media y baja. (Universidad Nacional Agraria La Molina , 2016)

Figura 2

Clasificación por su elevación



Fuente: (Universidad Nacional Agraria La Molina , 2016)

Las características morfométricas son:

Se caracteriza por definir las propiedades físicas de la cuenca, que se usa para estudiar y describir a la cuenca en las formas y pendientes de la misma por medio de valores numéricos. (Delgadillo, 2010)

○ *Por la forma:*

Trata de cuantificar, mediante índices y coeficientes las relaciones que se tiene entre el movimiento de agua y la respuesta de la misma.

- Área y perímetro:

Para el área cumple con la proyección que se tiene por medio de aguas en el plano horizontal y el perímetro es el borde que tiene la forma de la cuenca que se muestra en el plano horizontal.

- Índice de Compacidad:

Se le llama también coeficiente de gravelius por que define la relación que se tiene con el perímetro (P) y el perímetro de circulo de igual área (Po), de acuerdo a la siguiente formula se puede calcular el índice de compacidad. Donde A (área)

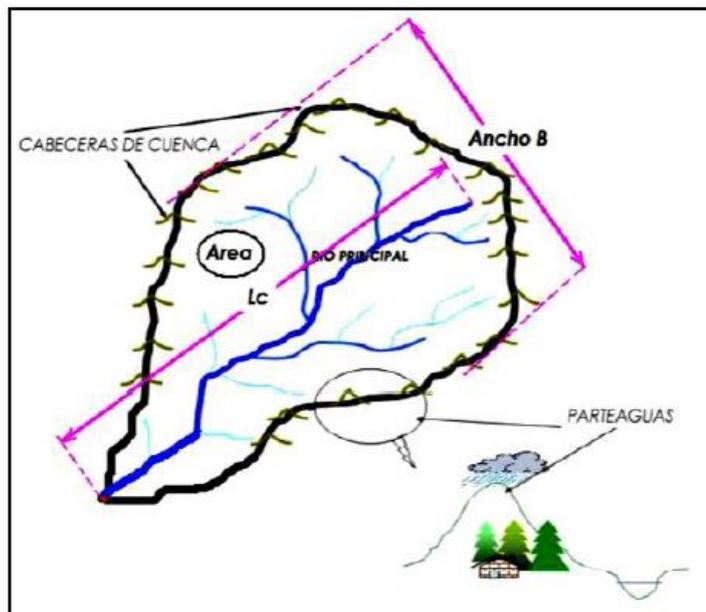
$$Ic = \frac{P}{Po} = \frac{P}{2 * \sqrt{\pi * A}} = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

- Factor de forma:

Es la relación que tiene el área de la cuenca (A), la longitud mayor (Lc) que atraviesa en línea recta a la cuenca.

Figura 3

Características de la cuenca según su morfología



Fuente: (Cahuana & Yugar, 2009)

De acuerdo a la siguiente formula se calcula el factor de forma:

$$Ff = \frac{B}{Lc} = \frac{A}{Lc * Lc} = \frac{A}{Lc^2}$$

Los valores obtenidos se clasifican de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla 2

Valores para el factor de forma

VALORES APROXIMADOS	FORMA DE LA CUENCA
< 0.220	Muy alargada
0.220 – 0.300	Alargada
0.300 – 0.370	Ligeramente alargada
0.370 – 0.450	Ni alargada ni ensanchada
0.450 – 0.600	Ligeramente ensanchada
0.600 – 0.800	Ensanchada
0.800 – 1.200	Muy ensanchada
>1.200	Redondeado el desagüe

Fuente: (Delgadillo, 2010)

- Radio de elongación:
Está en función al diámetro del circulo (Do), el area de la cuenca y la longitud mayor (Lc) de la cuenca.

$$Re = \frac{Do}{Lc} = 1.1284 \frac{\sqrt{A}}{Lc}$$

- o *Por relieve:*

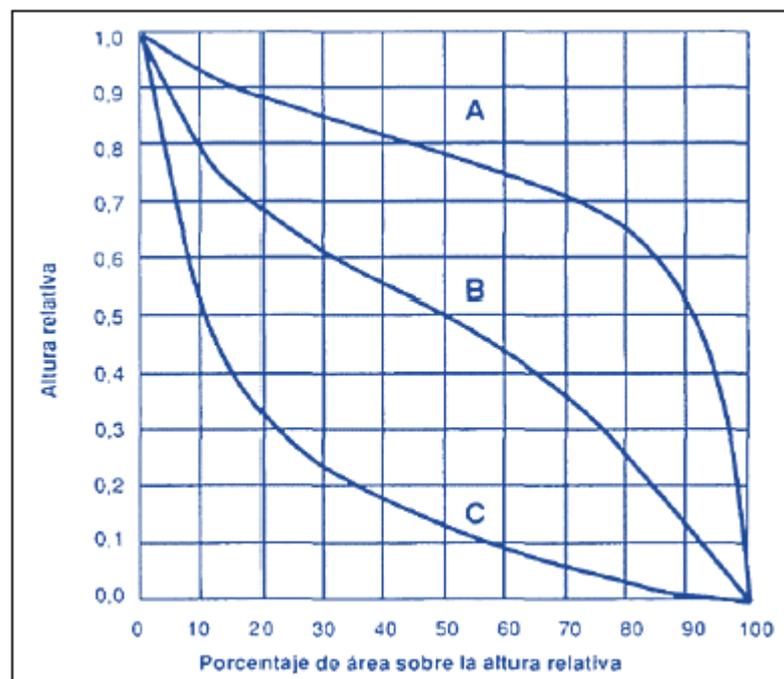
Para representar el relieve se tiene que hacer uso de las curvas de nivel, lo cual ayuda a cuantificar y caracterizar altimétricamente el relieve.

- Curva Hipsométrica

Se define como un método que ayuda a calcular el porcentaje del área de la cuenca que se muestra encima de cierta cota. (Cahuana & Yugar, 2009)

Figura 4

Tipos de curvas Hipsométricas



Fuente: (Villodas, 2008)

De acuerdo a la imagen anterior nos muestra que:

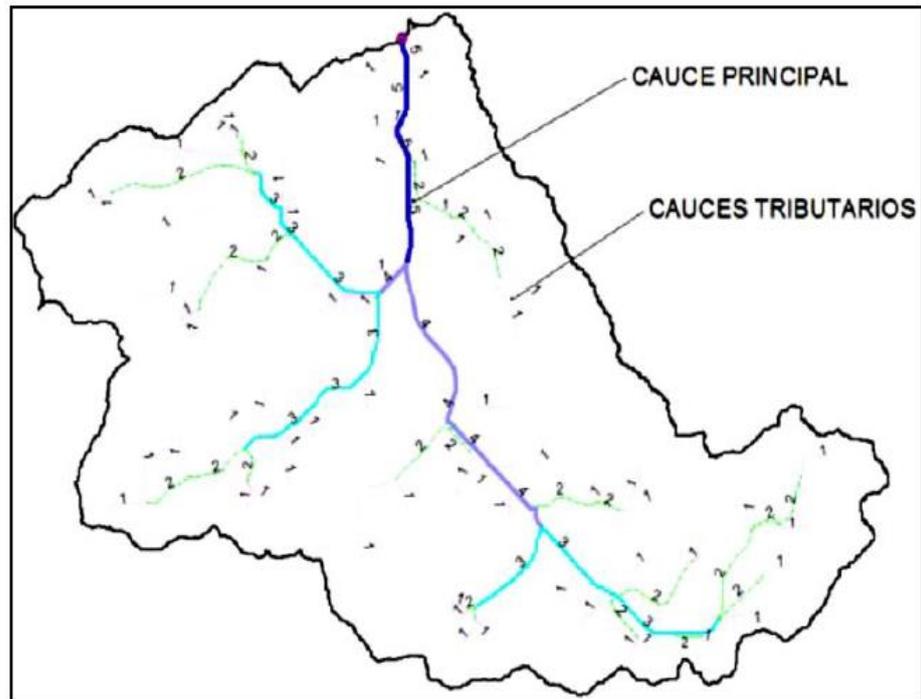
- La A define a una cuenca joven que presenta un potencial alto de erosión.
- La B define a una madura con un potencial equilibrado en la erosión.
- Y la C define una vieja con un bajo potencial en la erosión.

Para la morfología en la red de drenaje:

Define a la morfología de la red de drenaje como el desagüe natural, puede ser permanente o temporal, fluyendo así las aguas de los escurrimientos subterráneos, superficiales e hipodérmicos. (Cahuana & Yugar, 2009)

Figura 5

Características de la red de drenaje



Fuente: (Cahuana & Yugar, 2009)

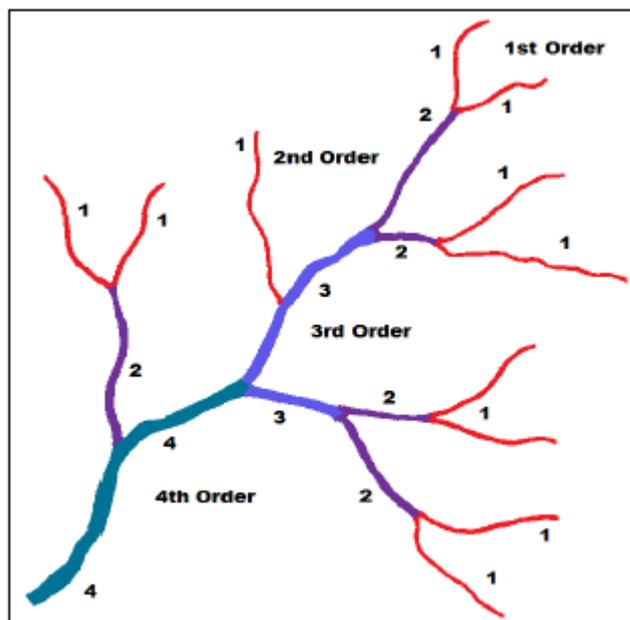
Los parámetros que se estudia son lo siguiente:

- *Orden jerárquico*

Una de las propuestas metodológicas que muestran el orden jerárquico donde de orden 1 son de la cabecera, para formal el de orden 2 tienen que juntarse dos de orden 1, para el de orden 3 tienen que juntarse dos de orden 2 y así continúa sucesivamente. El máximo número de orden define cual es el orden de la cuenca de acuerdo a como lleva el curso principal.

Figura 6

Orden de la red Hidrografica



Fuente: (Rogers, 2012)

- *Longitud de cauce principal y red hídrica*

Es la suma de todas las longitudes de los cauces que están presentes en la red de drenaje.

- *Densidad de drenaje*

Mediante la siguiente ecuación:

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

- *Índice de sinuosidad*

Se tiene cinco categorías para determinar la sinuosidad: tortuoso, regular, no regular, recto y transicional. De acuerdo a la siguiente formula se define el índice:

$$Si = \frac{Lc}{Lt}$$

- *Coef. De torrencialidad*

Se le conoce como al total de ríos que se tiene de orden 1 entre el área de la cuenca.

$$Ct = \frac{N1}{A}$$

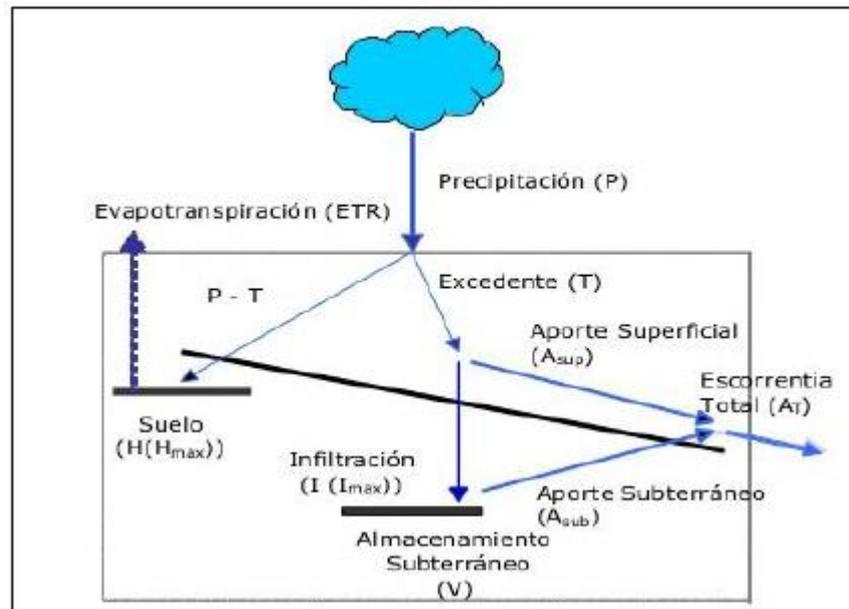
Siendo N_1 el número de cauces de orden 1 y A el área en km^2 .

2.2.3. TRANSFORMACIÓN PARA LA LLUVIA EN ESCURRIMIENTO

Se tiene que suponer que es de forma conveniente los tres caminos principales que se tiene: escorrentía superficial, escorrentía sub superficial y flujo de agua subterránea.

Figura 7

Relación de precipitación y la escorrentía



Fuente: (Rogers, 2012)

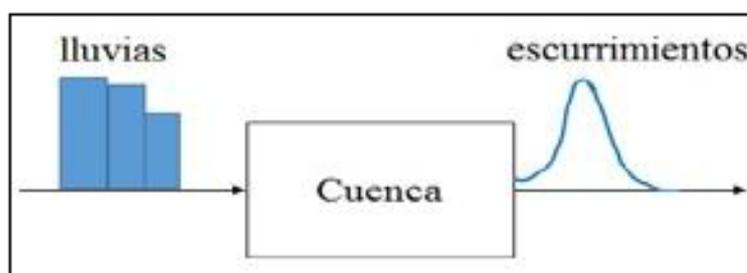
Esa idea para un proceso de lluvia escorrentía se supone que a la determinación de las tres abstracciones donde se presenta una interceptación, almacenamiento e infiltración. Para ello los métodos empíricos nos proporcionan caudales de escorrentía estando en función la precipitación.

Método de número de curva SCS

Fue desarrollado por el USDA quien desarrollo el método del NC (número de curva), este método sufrió muchas revisiones siendo la última el año 1993. Según Martínez (1999) dicho método consiguió muy buen apoyo por parte de las agencias norteamericanas por ello se aplicó en todo el continente americano.

Figura 8

Transformación de la lluvia a escorrentía superficial



Fuente: (Rogers, 2012)

- Formulación para el NC:

Este método estima la escorrentía superficial producido durante un aguacero, por ello indirectamente se encarga de calcular todas las abstracciones a la precipitación, donde no se diferencia entre ellas. Esta ecuación parte de un balance donde la precipitación total es P y se divide en 3 componentes:

$$P = P_e + F_a + I_a$$

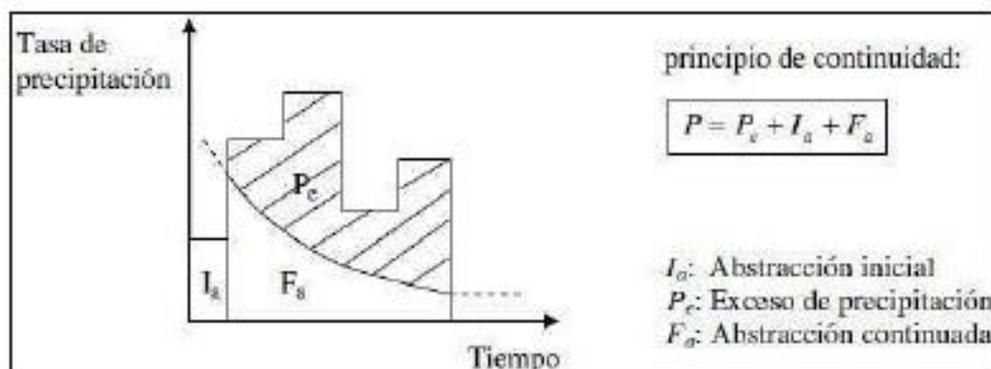
Siendo:

P_e la escorrentía directa.

F_a es la infiltración que se produce en la escorrentía en su umbral
 I_a es la retención inicial que satura la capa más superficial

Figura 9

Representación de la ecuación de continuidad



Fuente: (Rogers, 2012)

Dicho proceso muestra la siguiente relación:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

$$I_a = \gamma * S$$

Siendo:

S diferente de precipitación y escontria max que se llama como otro nombre a la retención del suelo

$$\gamma = 0.2 * S$$

Por lo mismo se tiene una propuesta donde se queda asi:

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

- Numero de Curva CN

El valor de CN varia y se clasifica de acuerdo a las superficies que pueden ser suaves y permeables, hasta los 100 suelos impermeables de gran espesor.

El valor de S se consigue mediante el número de CN

$$NC = \frac{25400}{S + 254} \text{ o } S = 25.4 * \left(\frac{100}{NC} - 10\right)$$

Donde NC, es un índice de la potencialidad para producir así la escorrentía de la cuenca e inversamente proporcional a la capacidad de la retención de suelo (S)

El Nc aumenta si se incrementa la capacidad de producir escorrentía en el suelo.

El Nc, se tabula de acuerdo a los siguiente:

- Uso en suelo
 - Se cultiva con el tipo de practica
 - Condición hidrológica de terreno en infiltración
- Grupo hidrológico del suelo.

Tabla 3

Grupos Hidrológicos para el Suelo

Grupo de Suelos	Descripción
A Infiltración >36.1 mm/h	Suelo con un potencial de escorrentía bajo, que cuenta con altas tasas de infiltración con todavía no se satura completamente. Bien drenada y profunda, arena que cuenta con la tasa de transmisión de agua alta.
B Infiltración 14.5 – 36.1 mm/h	Suelos con unas tasas moderada de infiltración. Con poca profundidad y moderadamente drenado, tiene textura moderada que son finas a gruesas. Dichos suelos transmiten agua de forma moderada.
C Infiltración 1.5 – 14.5 mm/h	Suelos con unas tasas bajas de infiltración cuando se encuentra saturado completamente, donde los suelos cuentan con una capa que no permite el movimiento descendente del agua o suelos con textura moderadamente fin: Suelos con contenidos de arcilla alta y tasas bajas de agua en la transmisión

D Infiltración 0 – 1.5 mm/h	Suelos con una potencial alta de escorrentía, que cuenta con tasas muy bajas de infiltración, esto pasa cuando está saturado completamente. Los suelos arcillosos se expanden significativamente cuando se mojan, las arcillas altamente plásticas. Suelos que tienen muy baja la tasa de transmisión de agua.
--	--

Fuente: (Mongil & Navarro, 2012)

- Contenido de Humedad referente al suelo

Tabla 4

Condiciones de Humedad

Condición	PRECIPITACIÓN DURANTE LOS CINCO DÍAS ANTERIORES	
	Periodo de reposo	Periodo de crecimiento
AMCI	<12.5 mm	<35.5 mm
AMCII	12.5 – 28 mm	33.5 – 53 mm
AMCIII	>28 mm	>53 mm

Fuente: (Mongil & Navarro, 2012)

Para la condición de AMCI la cual tiene un potencial menor al generar la escorrentía, este no aplica a las crecidas.

Para la condición de AMCII, se encuentra asociado para crecidas anuales o promedias.

Para la condición de AMCIII, muestra una potencial mayor para generar escorrentía, se enfoca en las crecidas máximas y caudales grandes. Suelos húmedos

Mediante la condición de II se puede estimar el CN para ciertas condiciones de humedad de I y III, por medio de las siguientes ecuaciones:

$$CN_1 = \frac{CN_{II}}{2.281 - 0.01281 * CN_{II}} \quad y \quad CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.427 - 0.00573 * CN_{II}}$$

En la siguiente tabla se muestra los numero de CN:

Tabla 5

Numero de Curva para todas las combinaciones del suelo y la vegetación

USO DE SUELO Y CUBIERTA	TRATAMIENTO O MÉTODO	CONDICIÓN PARA LA INFILTRACIÓN	GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO				
			A	B	C	D	
Barbecho	SR		77	86	91	94	
	SR	Mala	72	81	88	91	
	SR	Buena	67	78	85	89	
Cultivo en hileras	C	Mala	70	79	84	88	
	C	Buena	65	75	82	86	
	C y T	Mala	66	74	80	82	
	C y T	Buena	62	71	78	81	
	SR	Mala	65	76	84	88	
	SR	Buena	63	75	83	87	
Granos pequeños	C	Mala	63	74	82	85	
	C	Buena	61	73	81	84	
	C y T	Mala	61	72	79	82	
	C y T	Buena	59	70	78	81	
	SR	Mala	66	77	85	89	
	SR	Buena	58	72	81	85	
Legumbres tupidas o rotación de praderas	C	Mala	64	75	83	85	
	C	Buena	55	69	78	83	
	C y T	Mala	63	73	80	83	
	C y T	Buena	51	67	76	80	
			Mala	68	79	85	89
			Regular	49	69	79	84
Pradera o pastizal		Buena	39	61	74	80	
	C	Mala	47	67	81	88	
	C	Regular	25	59	75	83	
	C	Buena	6	35	70	79	
				30	58	71	78
Pradera permeable							
		Mala	45	66	77	83	
		Regular	36	60	73	79	
Bosques (Lotes de Bosques)		Buena	25	55	70	77	
Cascos Ranchos			59	74	82	86	

Caminos Revestidos	72	82	87	89
Pavimentos	74	84	90	92

Fuente: (Mongil & Navarro, 2012)

Tabla 6

Reclasificación para el suelo en sus usos

CLASIFICACIÓN ORIGINAL NLCD		CLASIFICACIÓN REVISADA (RECLASIFICACIÓN)	
Numero	Descripción	Numero	Descripción
11	Agua a cielo abierto		
90	Humedales leñosos	1	Agua
95	Humedales herbáceos emergentes		
21	Poblados en espacios abiertos		
22	Poblados de baja intensidad	2	Residencial media
23	Poblados de media intensidad		
24	Poblados de alta intensidad		
41	Bosques secos		
42	Bosques verdes	3	Bosque
43	Bosques mixtos		
31	Tierra infértil		
52	Arbustos / matorrales	4	Agricultura
71	Pastizales/ herbáceas		
81	Pasto/ hemo		
82	Cultivos		

Fuente: (Mongil & Navarro, 2012)

2.2.4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN HIDROLÓGICA Y TRATAMIENTO

Completar y/o extender los datos pluviométricos:

Cuando se tiene datos incompletos del registro estos pueden ser estimados usando las estaciones cercanas los registros que se encuentren en dichas estaciones o también se puede usar el registro propio según se indique. Los métodos a usar son los siguientes:

- Modelo de US National Weather Service
- Metodo racional deductivo

Análisis de consistencia

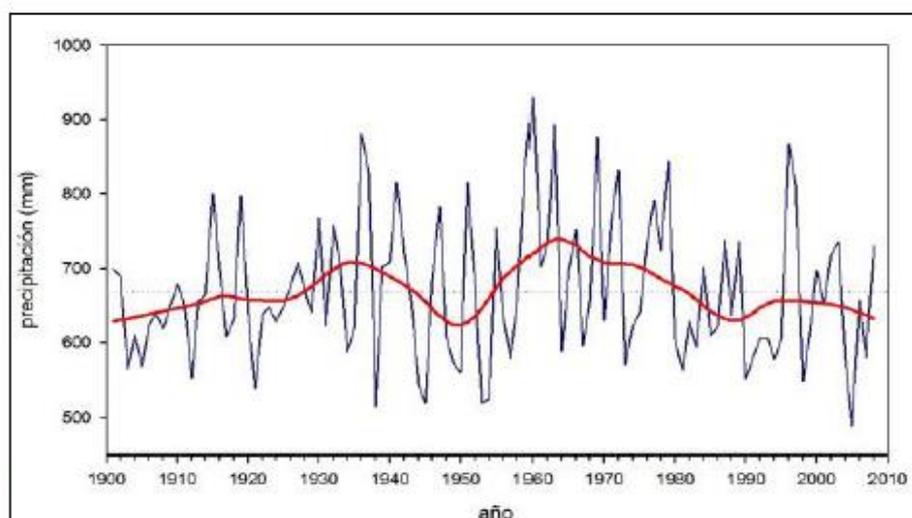
Para el análisis de consistencia se usa generalmente lo siguiente: análisis visual gráfico, de doble masa y estadístico.

- Análisis visual grafico

Según el grafico muestra e indica donde el periodo tiene una información dudosa

Figura 10

Serie de demostración de precipitaciones



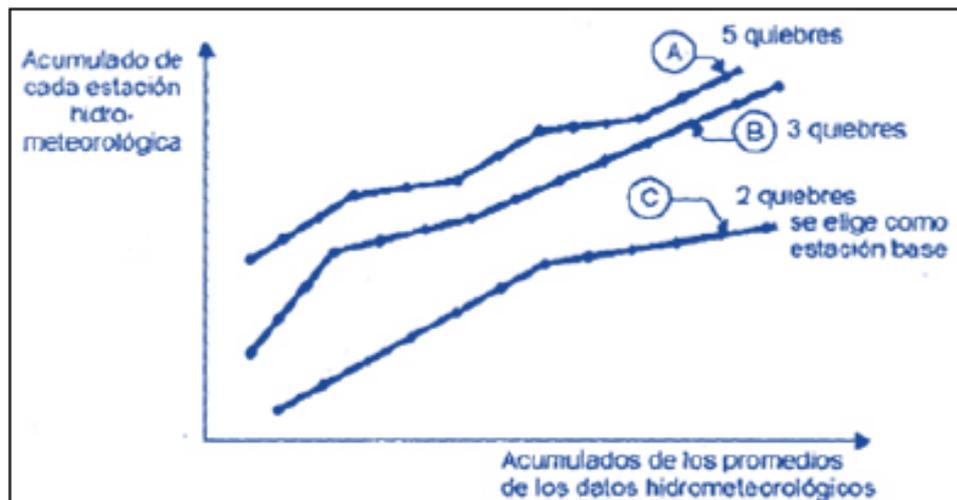
Fuente: (Mongil & Navarro, 2012)

- Análisis de doble masa

Este análisis se encarga de relacionar la precipitación que se acumula con la estación que se analice y con el valor correspondiente que la precipitación anual que se acumula para las estaciones vecinas. (Cahuana & Yugar, 2009, pág. 72)

Figura 11

Determinación de la estación base por el método de análisis de doble masa



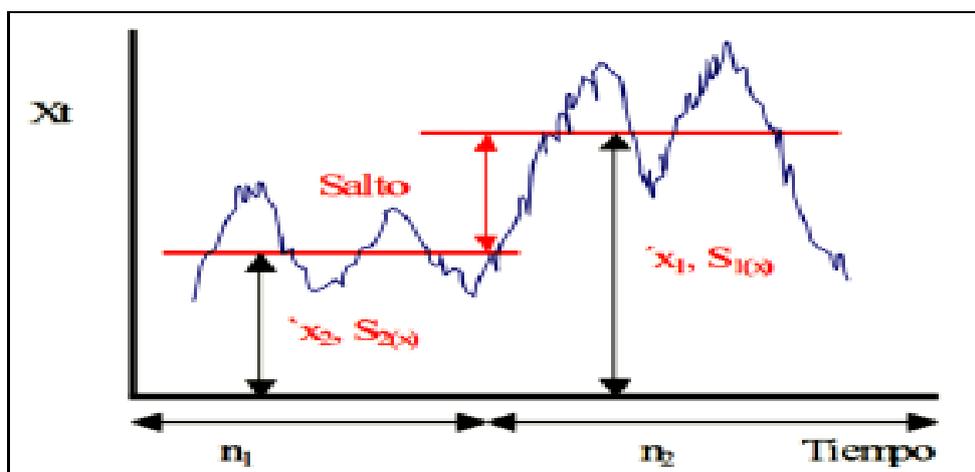
Fuente: (Hacienda, 2023)

- Análisis estadístico

Después de realizar los dos análisis previos, se pueden ver los periodos de corrección posibles, estos periodos se mantienen con los datos originales. Luego se procede a hacer el análisis estadístico de saltos y tendencias se puede emplear en la desviación estándar como en la media.

Figura 12

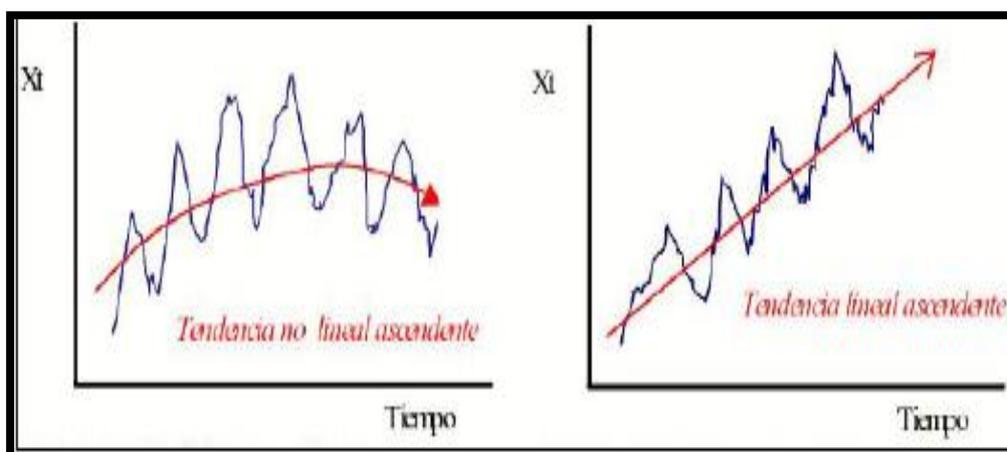
Características del salto



Fuente: (Tarazon, 2005)

Figura 13

Características de tendencias



Fuente: (Tarazon, 2005)

2.2.5. PROCESO DE LAS LLUVIAS MÁXIMAS DIARIAS

Determinar las precipitaciones horarias

Se sabe que con la necesidad que se tiene para el procesamiento de los registros de las precipitaciones máximas para las 24 horas se debe obtener precipitaciones horarias, siendo estas realizadas mediante las curvas de precipitación – duración – periodo de retorno y así

conseguir los coeficientes que entre si se relacionan con las precipitaciones de 24 horas.

- Criterio de la interpolación para el procesamiento estadísticos de los datos.

Se usa este criterio cuando se obtiene un número de años de registro que es mayor o igual a los periodos de retorno y así se desea estimar la lluvia máxima.

Los valores para obtener la lluvia máxima se estiman desde la siguiente ecuación:

$$P_{T_r} = A + b * (\ln T_r)$$

- Criterio de extrapolación y así realizar el procesamiento estadístico

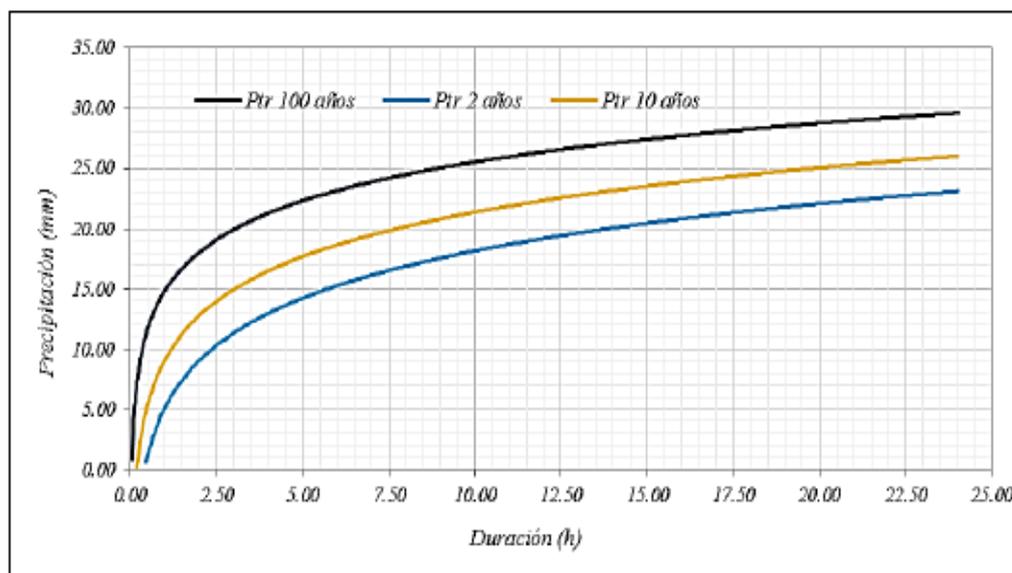
Se usa este criterio para la amplitud del registro en años siendo menor que los periodos de retorno que tendrán las lluvias máximas, esto se ajusta a los datos de las distribuciones en las probabilidades como: Log Pearson III y Gumbel.

- Curvas de precipitación – duración – periodo de retorno empezando por los registros de lluvias máximas

Se toman las tormentas de las zonas y dichas curvas representan las características.

Figura 14

Curvas Precipitación - Duración - Frecuencia



Fuente: (Tarazon, 2005)

- Relaciones de la lluvia con duración de una hora

Con la siguiente ecuación combino las relaciones que se tiene para así solo representar uno.

$$P_T^t = (0.35 * \ln T + 0.76) * (0.54 * t^{0.25} - 0.50) * \ln P_2^{60}$$

Donde el T va de 2 a 100 años y el t de 5 a 120 min.

- Relación de la lluvia para 24 horas.

Se relaciona por los cocientes de la lluvia de 24 horas y esta emplea una duración de varias horas y que en algunos casos considera los días.

Tabla 7*Valores para la relación de lluvia para una duración de 24 horas*

Duración en Horas											Duración en días					
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24	2	3	4	5	6	7	
0	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.	0.9	1.0	1.3	1.6	1.	2.	2.	2.	
3	9	6	2	7	1	8	8	1	0	2	3	85	5	2	8	

Fuente: (Cahuana & Yugar, 2009)

Estimación de la precipitación promedio sobre un área.

Evalúa la cantidad del promedio de precipitación que se tiene en el área es necesario basarse de los valores puntales registrados para cada medidor que conforma la red.

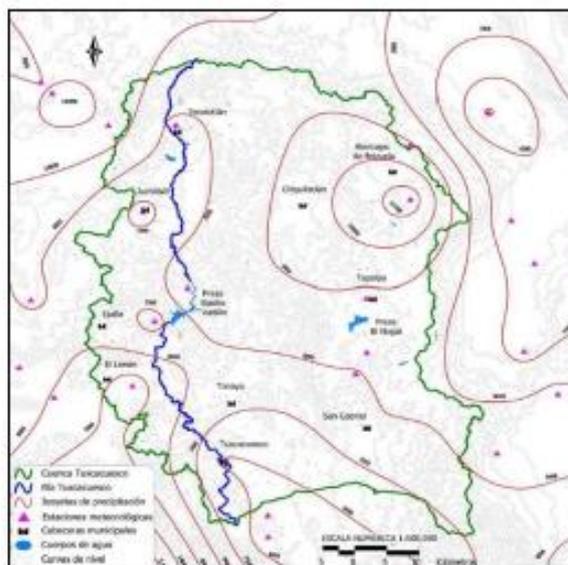
Método de las curvas isoyetas.

Para ese método se enfoca para el trazamiento, con los datos registrado de las estaciones que pertenecen a la red, la cual dichas líneas unen a puntos de igual altura de precipitación o también llamadas líneas de interpolación, a ello se le denomina isoyetas.

Sean $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ son los valores de precipitación en milímetros asignados a cada isoyeta y $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$, en las áreas de km² entre las isoyetas.

Figura 15

Trazado de Curvas Isoyetas



Fuente: (Cahuana & Yugar, 2009)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Año Hidrológico: se define como un periodo de doce meses en los que comprende el ciclo hidrológico de forma completa que parte del mes donde se muestra los valores mínimos. (Garcia, 2020)

Características geo morfo climáticas: es de conjunto características geomorfológicas que contiene gran intensidad y duración de partícula de lluvia. (Chavez, 1987, pág. 59)

Caudal Base: Se le define como el flujo con pocas variaciones donde se tiene periodos sin lluvias. (Chow, Maidment, & Mays, 1994, pág. 135)

Caudal Pico: Se le define como el caudal que es máximo y se produce por medio de la tormenta y que frecuentemente se le considera como un punto importante para hidrogramas en fines de diseño. (Cachuan, 2017, pág. 175)

Crecidas Máximas: Según (Martinez, 1999) se define como un evento hidrológico que produce de una manera independiente debido a la respuesta en un referente de tiempo donde las precipitaciones son importantes, tiene otros nombres con crecidas o avenidas.

Escorrentía superficial : Según (Martinez, 1999) se define como al agua que no puede infiltrarse o que no lo llega a hacer y queda sobre la superficie de la cuenca, este inicia en forma de la pendiente y así procede a dar lugar a la escorrentía superficial.

2.4. HIPÓTESIS

H1: Si la caracterización hidráulica ayudara a reducir el riesgo de desborde, en el tramo del centro arqueológico de Kotosh hasta la desembocadura con el río Huallaga.

2.5. VARIABLES

2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Riesgo de desborde.

Indicadores

- Intensidad
- Duración
- Lluvias de gran intensidad
- Máximas Avenidas (Caudal).

2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Caracterización Hidráulica.

Indicadores

- Parámetros de Forma
- Cuenca
- Parámetros de Diseño

➤ Delimitación de Cuenca

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 8

Sistema de variables-dimensiones e indicadores

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
V. dependiente Riesgo de desborde.	<ul style="list-style-type: none"> Factor climatológico Fenómenos demográficos de localización Estudio Hidráulico 	<ul style="list-style-type: none"> Intensidad Duración Lluvias de gran intensidad Máximas Avenidas (Caudal). 	Cuantitativa.	Discreta
V. independientes Caracterización hidráulica.	Caracterización hidráulica	<ul style="list-style-type: none"> Parámetros de Forma Cuenca Parámetros de Diseño Delimitación de Cuenca 	Cuantitativa.	Discreta.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 ENFOQUE

Este estudio se centra en los resultados de la caracterización hidráulica, abordando aspectos como los parámetros mínimos, la recopilación de datos y su análisis. Siguiendo la definición de Hernández (2014), este tipo de investigación se clasifica como cuantitativa.

De manera similar, este trabajo de investigación adopta un enfoque cuantitativo al emplear la recopilación de datos para poner a prueba hipótesis mediante análisis estadísticos, con el fin de comprender el comportamiento del río. Además, se llevó a cabo la identificación y clasificación de valores máximos.

3.1.2 ALCANCE O NIVEL

Según Hernandez (2014), el nivel explicativo es mucho más que La explicación de conceptos o fenómenos implica el establecimiento de conexiones entre estos conceptos; en otras palabras, se concentra en responder a la pregunta de por qué ocurren los eventos y fenómenos, ya sean de naturaleza física o social, tal como su nombre indica trata de explicar porque un fenómeno ocurre o se presente y de qué manera se muestra o porque también se relacionan entre las variable Además, es importante tener conocimiento acerca de qué o quiénes serán los sujetos de recopilación de datos, que pueden ser personas, grupos, comunidades, objetos, o eventos. (p. 92).

Por lo tanto, con base en lo escrito líneas atrás, el trabajo de investigación es explicativo en el sentido de que explico las causas o razones de los hechos y fenómenos presentados para entender por qué se hace referencia.

3.1.3 DISEÑO

Según Hernandez (2014), sabemos que una investigación si tiene de diseño no experimental, son las que cuentan con variables independientes que puede carecer de una manipulación intencional de la misma, que no posee un grupo de control adecuado y que no es experimental. Por ello se encarga de analizar y estudiar los hechos y/o fenómenos que pasan después de la ocurrencia de la realidad.

Por ende, hay ciertas cosas que se deben cumplir, tal es que en dicha elaboración no se tiene que manipular ni experimentar o cambiar las variables, el diseño puede ser de forma transversal porque solo se realiza en un periodo de tiempo, donde se observa las variables en un momento específico (p.152).

Como se mencionó antes, el diseño del trabajo de investigación es no experimental transversal, ya que los datos utilizados para estudiar este trabajo de investigación no se modificaron ni cambiaron, por lo tanto, no se produjo cambios y las variables solo se estudiaron en un solo momento siendo así más económico para el tesista.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

“La población tiene como dimensión todos los casos que concuerdan con varias series de especificación, también la población es un conjunto de forma finita o infinita de ciertos elementos que puedan contar con características como atributos comunes y que tienen que ser revisados”, Hernandez (2014).

Por tanto, mi población de estudio fue la cuenca del río Higueras.

3.2.2 MUESTRA

Según Tamayo (2004), “Una muestra se define como un subgrupo de la población en el que se centra el interés y donde se recopilan los datos. Esta selección puede realizarse con precisión previamente establecida y debe ser representativa de toda la población. El

investigador busca que los resultados encontrados en la muestra puedan extrapolarse o generalizarse a la población en su conjunto" (p. 38).

Siguiendo este enfoque, se puede concluir que se utilizó una muestra de datos obtenidos de la población de la subcuenca del río Higuera, que se extiende desde el centro arqueológico de Kotosh hasta la confluencia con el río Huallaga en la región de Huánuco. El propósito de esta muestra era identificar las características específicas de la población en función de ciertas propiedades.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

La recopilación de datos en este estudio se refiere al proceso de adquirir información de manera no experimental, con el propósito de medir cambios en la unidad de investigación, con el fin de obtener los datos requeridos para el análisis del estudio. Estas acciones se enmarcan en una investigación sobre los fundamentos de la verdad social, según lo plantea Hernández (2014).

Para llevar a cabo este estudio, se emplearon técnicas de observación y análisis de contenido. Entre otras actividades, se realizaron búsquedas y revisiones de recursos, datos y recopilación de información. Las técnicas mencionadas anteriormente se diseñaron con el objetivo de facilitar la obtención de la información necesaria para el inicio de la investigación.

Estas técnicas son: análisis de literatura, técnicas de laboratorio, técnicas estadísticas y observación directa. Como todos sabemos, las encuestas requieren la recopilación de datos obtenidos mediante el uso adecuado de la extracción de datos de los sistemas de información geográfica, por lo que las técnicas que se utilizarán son la observación, la medición y el registro.

3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Según Hernández (2014), “Las herramientas o instrumentos utilizados en investigación son recursos que los investigadores pueden utilizar para resolver problemas, fenómenos y extraer información de ellos, tales como: cuestionarios en papel, dispositivos mecánicos y electrónicos utilizados para recolectar datos o información, sobre ciertos temas o fenómenos.

Los instrumentos que se utilizaron para la presentación de datos son:

- Cuadros y hojas de tablas estadísticas (ver en anexos)

3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

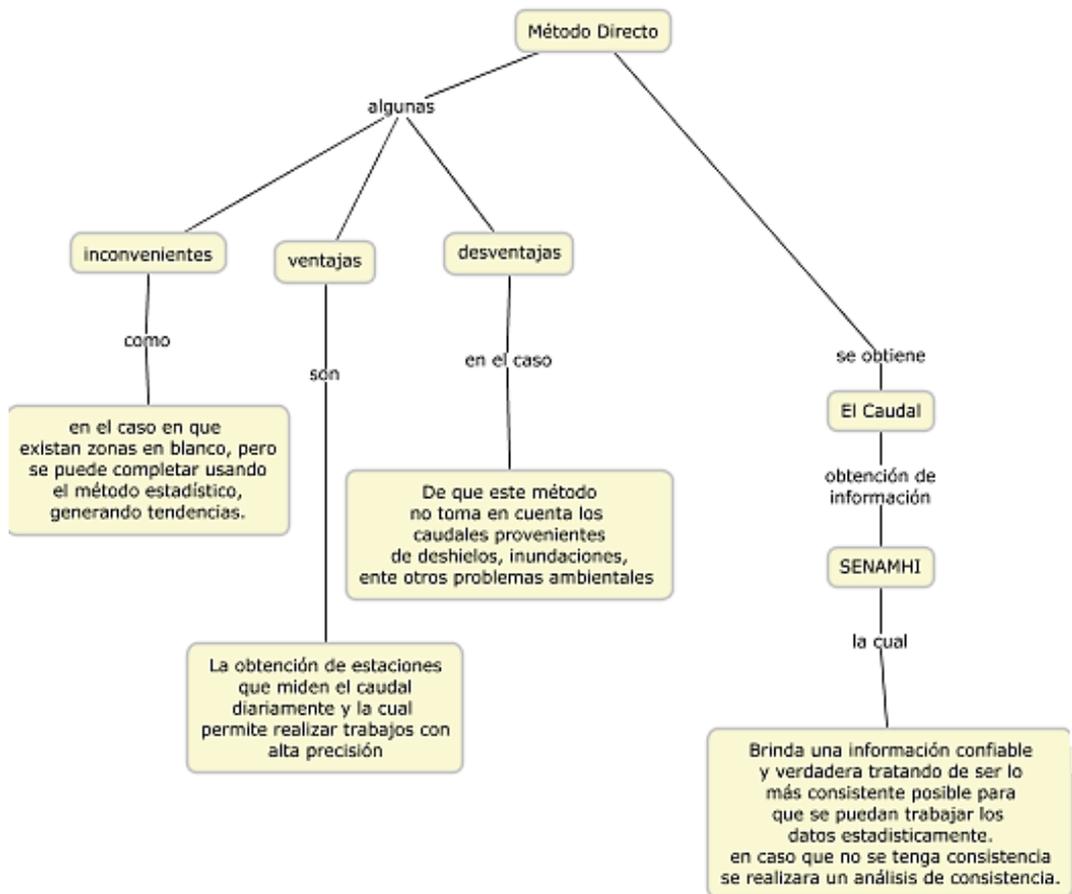
Procesamiento de Datos:

Se utilizará imágenes satelitales para hacer la delimitación.

Se usará las estaciones cercanas que se tiene en Huánuco para los datos de precipitaciones.

Para el procesamiento de datos por fórmulas empíricas, se realiza mediante hojas de cálculo de Excel, con el formato que posee este programa de Microsoft, ingresando las fórmulas necesarias para cada proceso.

Y también siguiendo el método directo que se muestra en la siguiente gráfica.



Análisis de Datos

Luego de dicho procesamiento, se hizo uso del Software ArcGis para hacer la caracterización hidráulica, luego realizar un estudio para la estimación de las máximas avenidas usando Excel y si en caso otros programas que ayuden con el propósito de este trabajo y al final con dichos resultados poder cumplir con lo que se pide en los objetivos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

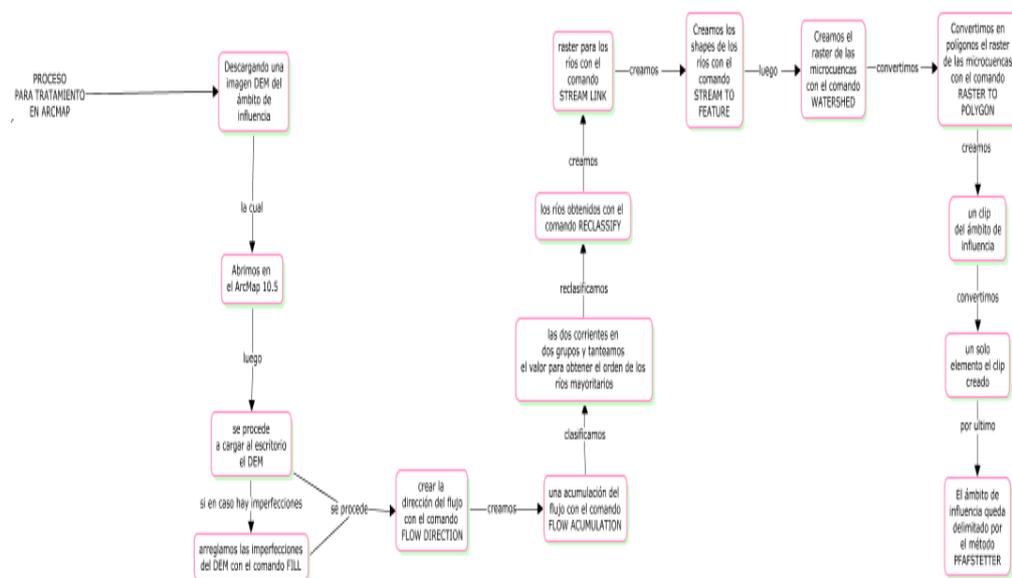
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1 PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA UNIDAD HIDROGRÁFICA

Según el siguiente grafico se procedió a realizar la delimitación de la cuenca en estudio.

Figura 16

Delimitación y su proceso



Interpretación: en la figura 16 observamos un esquema de cómo se realizó la delimitación desde descargada la imagen DEM hasta obtener la cuenca en estudio.

procedemos a mostrar la imagen DEM que se descargó del satélite y con ello se procedió a delimitar en el arcgis.

Figura 17

DEM

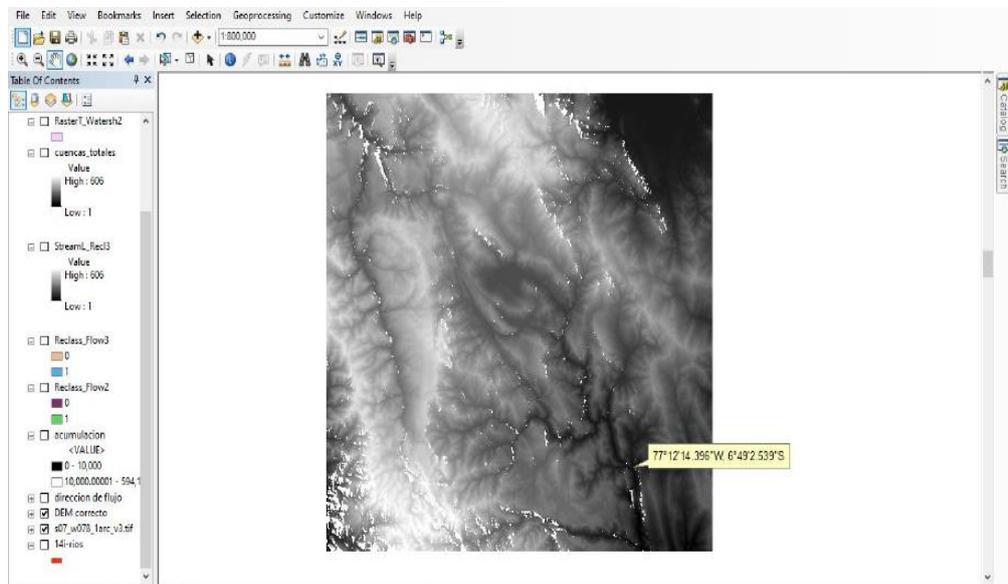


Figura 18

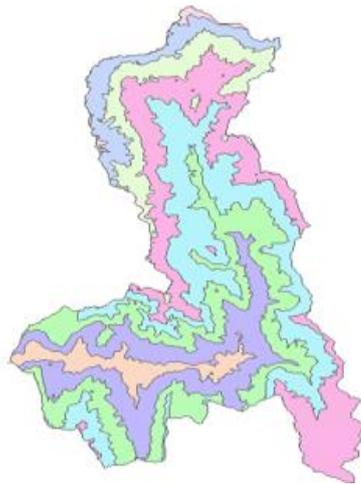
Delimitado con superficie



Mediante el uso del Excel se procede a sacar el área del argis y su respectiva unidad hidrográfica con el perímetro obtenido.

Figura 19

Áreas parciales y acumuladas para elaboración de Curva Hipsométrica



CLASIFICACION	INTERVALO EN msnm
cuenca alta	3000
cuenca intermedia	(800; 3000)
cuenca baja	<800

Fuente: Argis

Figura 20

Áreas parciales del argis

Rowid	VALUE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM	VARIETY
1	1	4204	656875	2594	2815	221	2729.840866	60.007628	11476251	222
2	2	11615	1814843.75	2816	3036	220	2941.148773	61.49137	34161443	221
3	3	17705	2766406.25	3037	3257	220	3142.938492	64.187278	55645726	221
4	4	18908	2954375	3258	3478	220	3371.959065	64.246172	63757002	221
5	5	23153	3617656.25	3479	3699	220	3592.978707	64.853704	83188236	221
6	6	43086	6732187.5	3700	3920	220	3823.518127	62.214328	164740102	221
7	7	82279	12856093.75	3921	4141	220	4045.164975	63.212782	332832129	221
8	8	64717	10112031.25	4142	4362	220	4204.913439	43.472785	272129383	221

Fuente: Argis

Interpretación: los datos que se observan en la figura 20 son sacados del arcgis una vez delimitada la cuanta aquí se observa las áreas parciales que se usara más adelante y las altitudes max como min.

Tabla 9

Áreas acumuladas y parciales con su altitud

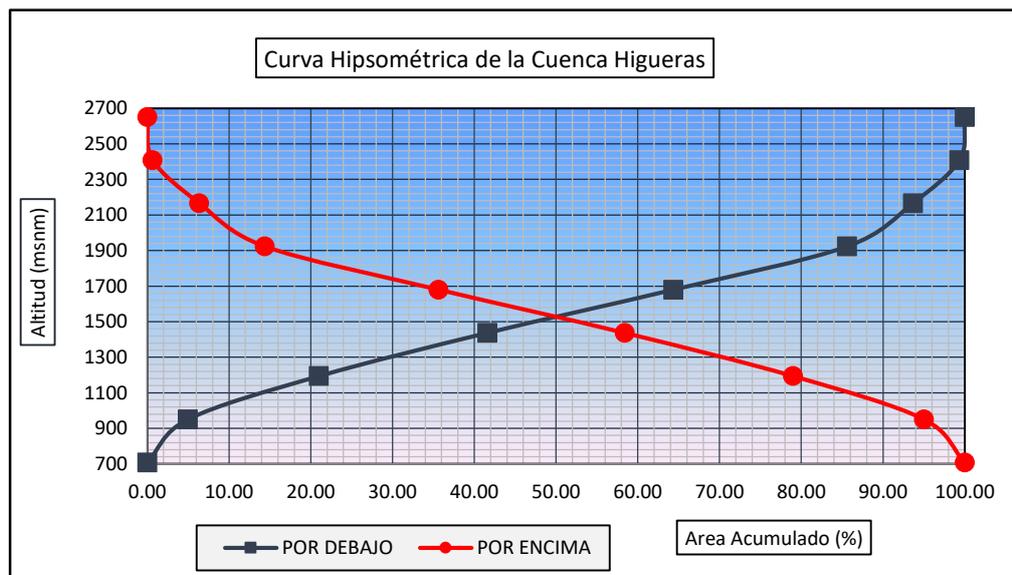
ALTITUD	AREAS PARCIALES		AREAS ACUMULADAS			
	Km2	(%)	POR DEBAJO		POR ENCIMA	
(KM2)			(%)	KM2	(%)	
m.s.n.m.						
Punto más bajo						
708	0.00	0.00	0.00	0.00	446.81	100.00
951	22.21	4.97	22.21	4.97	424.60	95.03
1194	71.61	16.03	93.82	21.00	353.00	79.00
1437	92.04	20.60	185.86	41.60	260.96	58.40
1680	101.68	22.76	287.54	64.35	159.27	35.65
1923	95.01	21.26	382.55	85.62	64.26	14.38
2166	35.92	8.04	418.48	93.66	28.34	6.34
2409	25.46	5.70	443.93	99.36	2.88	0.64
2651	2.88	0.64	446.81	100.00	0.00	0.00
Punto más alto						
TOTAL	446.81	100.00				

Fuente: Argis

Interpretación: De los datos anteriores se procede a sacar el área que fue de 446.81 km² este dato fue sacado del argis, de la tabla 9 se procede a realizar la curva Hipsométrica.

Figura 21

Curva Hipsométrica



Interpretación: La curva Hipsométrica se calculó mediante el uso del Excel que se detalló en los anexos en las hojas Excel, esta curva nos da una relación entre el área acumulado y la altitud de cada área parcial que se tiene de la cuenca.

De la curva Hipsométrica se puede calcular la elevación media, para ello ubicamos la intersección en la curva hipsométrica o mediante una formula usando el método de Altitud Media Ponderada.

De la curva se tiene una intersección de (49.90; 1510) dando como resultado la altitud media de 1510 aprox.

Por medio de la fórmula para determinar la altitud Media Ponderada:

Altitud media Ponderada:
$$H = \frac{\sum a_i c_i}{A}$$

$$c_i = \frac{(c_i + c_{i-1})}{2}$$

Donde :

- a_i = Área parcial de terreno entre curvas de nivel
- c_i = Altitud media de cada área parcial entre dos curvas de nivel.
- A = Área de la cuenca

Cuadro N° 02: Areas parciales entre curvas de nivel

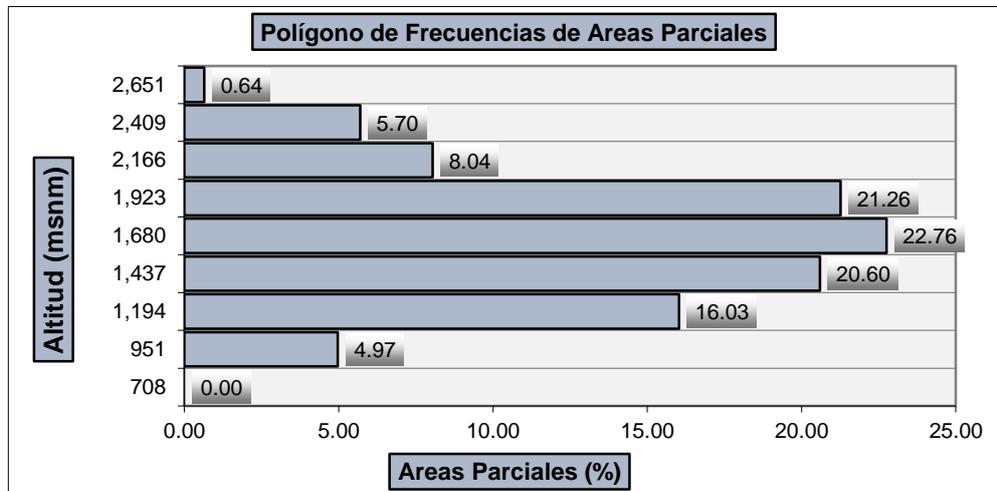
a_i	$c_i(\text{altitud media})$	$a_i \cdot c_i$
22.21	829.5	18424.05
71.61	1072.5	76796.63
92.04	1315.5	121079.83
101.68	1558.5	158470.95
95.01	1801.5	171162.80
35.92	2044.5	73448.42
25.46	2287.5	58233.57
2.88	2530.0	7288.72
Σ 446.81		Σ 684904.97

$H = 1,532.87$ msnm

De la misma tabla 9 sale el polígono de frecuencias de áreas parciales siendo esta que es una manera de representar mediante barras la relación de la altitud con las áreas parciales.

Figura 22

Polígonos de frecuencias de Altitudes



Luego se procede a calcular la altura de media simple:

Altitud Media Simple:

$$H_{ms} = \frac{(c_M + c_m)}{2}$$

Donde:

CM = Cota o altitud más alta de la cuenca
 Cm = Cota o altitud más baja de la cuenca

CM = 2,651.00
 Cm = 708.00

Hms = 1,679.50 msnm

Luego se procede a calcular su índice de forma y de compacidad mediante los siguientes datos.

ÍNDICE DE FORMA

DATOS:

A=446.8095 Km²

L= 14 Km

$$F = \frac{A}{L^2}$$

$$F = \frac{446.8095}{14^2}$$

$$F = 2.27$$

El índice de forma nos muestra una tendencia que conlleva a concentrar intensidades de lluvia de una cuenca, para esta investigación se tiene que el F es mayor a 2, indicándonos así que tiene una mayor probabilidad a concentrar intensidades de lluvia.

Índice de Compacidad

El Índice de Gravelious (K): $K = 0.28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$

Donde :

P = Perímetro de la cuenca en Km

146.09 Km

A = Área de la cuenca en Km²

446.81 Km²

Entonces:

K =

1.9497

alargada

Como el valor de K se encuentra entre los rangos de 1.00 - 1.25, la forma de la cuenca es REDONDA, en caso contrario Alargada

Rectángulo Equivalente

Rectángulo Equivalente:

Lado Mayor =

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$$

$$L = 66.918$$

$$l = 6.677$$

Lado Menor

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$$

Donde:

K = Coeficiente de Compacidad o Índice de Gravelious

A = Área de la cuenca en Km²

Luego se procede a graficar el rectángulo mediante el uso del Excel que nos dio el siguiente cuadro:

Tabla 10

Para el grafico del rectángulo Equivalente

Cota (msnm)	Area Parcial (Km ²)	ai	Ancho, ci (Km)
708.00	0.00		0.00
951.00	22.21		3.33
1194.00	71.61		10.72
1437.00	92.04		13.78

1680.00	101.68	15.23
1923.00	95.01	14.23
2166.00	35.92	5.38
2409.00	25.46	3.81
2651.00	2.88	0.43
	Suma ci= L=	66.92



Densidad de Drenaje y orden de la red de drenaje

Por medio del software Arcgis se procede a sacar la clasificación según STRAHLER.

Densidad de Drenaje:

$$D_d = \frac{L_i}{A}$$

Donde:

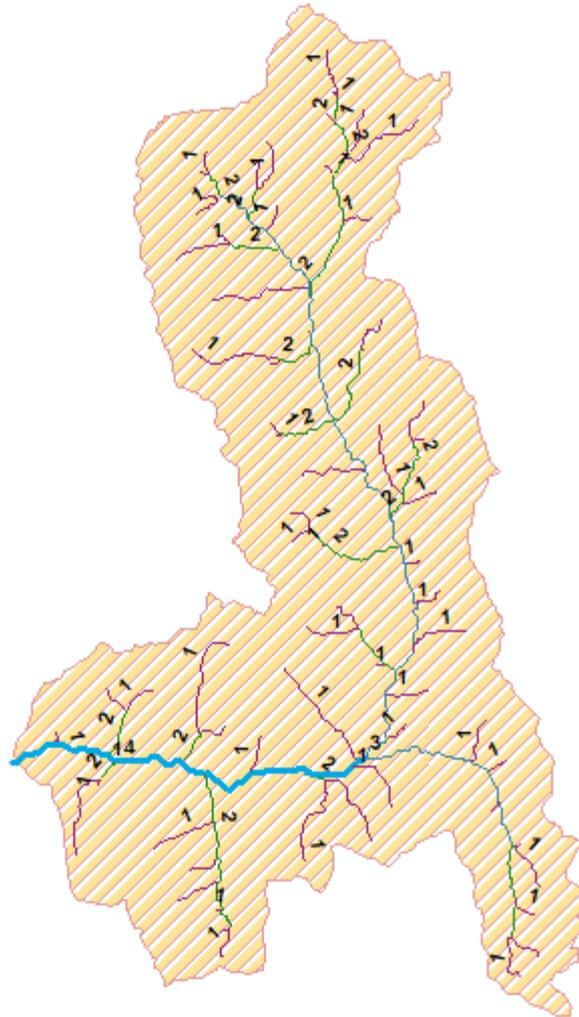
- L = Longitud del cauce principal
- Li = Longitud total de ríos
- A = Area de la Cuenca

15.78	Km
194.70	Km
210.48	
446.81	Km ²

Dd = 0.47

si es mayor a 3 son cuencas con cuadales o crecidas muy bruscas

Orden de la red de drenaje



Pendiente del cauce principal

$$S = \frac{H}{L}$$

DONDE

H: Diferencia de alturas entre la cota mayor y menor del cauce principal

L: Longitud horizontal del cauce en m

$$H = \begin{matrix} 1,943.00 \\ L = 66,918.26 \end{matrix}$$

$$S = \begin{matrix} 0.0290 \\ 2.904 \% \end{matrix}$$

Pendiente de la cuenca

Mediante el método de Monsalve Saenz:

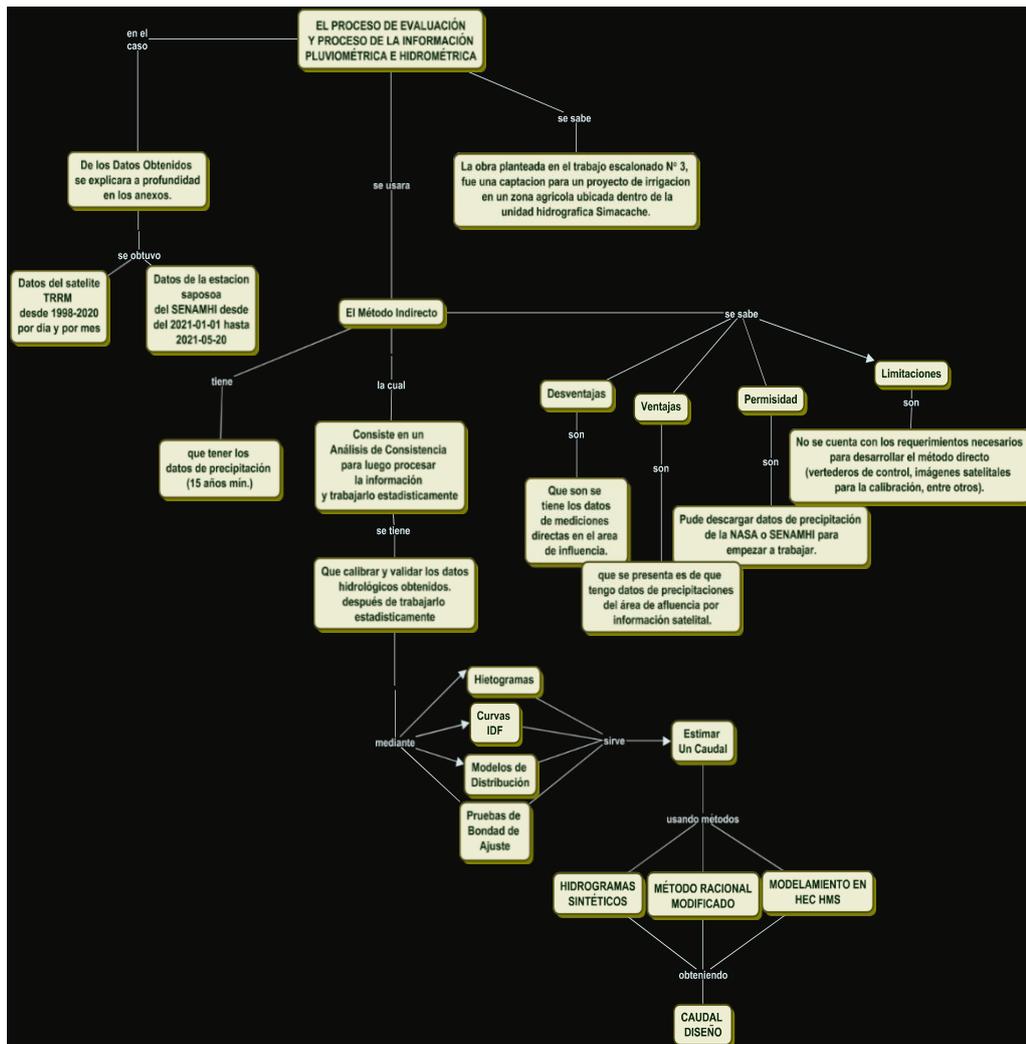
CUADRO PARA EL CÁLCULO DE PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA

Nº	RANGO PENDIENTE		PROMEDIO	NÚMERO DE OCURRENCIA	PROMEDIO x OCURRENCIA
	INFERIOR	SUPERIOR			
1	0	5	2.5	8956	22390
2	5	12	8.5	159406	1354951
3	12	18	15.0	251856	3777840
4	18	24	21.0	42122	884562
5	24	32	28.0	2042	57176
6	32	44	38.0	660	25080
7	44	100	72.0	235	16920
				465277	6138919

Pendiente media de la Cuenca: 13.194 %

4.1.2 CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA CON UNA ESTACIÓN CERCANA

El procesamiento de los datos del pluviómetro que fueron descargados del SENAMHI como de algunos satélites para completar los datos faltantes (estos datos por meses se pueden observar en los anexos), después se realiza el análisis estadístico con la siguiente tabla.



Con los datos obtenidos del senamhi, se saca las precipitaciones máximas.

Tabla 11

Precipitaciones max

N°	Año	precipitaciones máximas mensuales en 24 horas												P M A X
		E N E	F E B	M A R	A B R	M A Y	J U N	J U L	A G O	S E P	O C T	N O V	D I C	
1	1996	4 3. 4	2 5. 2	6 1. 4	4 1. 4	1 7. 4	1 7. 8	2 9. 4	6 2. 7	3 2. 1	3 4. 1	3 8. 9	2 2 .	6 2. 7
2	1997	2 8. 9	5 0. 7	1 4. 8	2 2. 5	1 4. 4	5 6. 7	7. 4	1 4. 1	1 9. 1	6 7. 8	2 1. 4	1 0 .	6 7. 8
3	1998	2 9. 5	4 9. 6	4 6	5 2	2 1. 6	7. 9	7. 8	2 6. 1	6 7. 5	3 7. 5	2 6. 6	3 0 .	6 7. 5
4	1999	5 9	8 6	4 8. 3	5 5. 5	6 8. 4	2 4. 5	5. 1	1 0. 4	1 7. 9	6 2. 5	1 2. 9	4 .	8 6
5	2000	4 1. 8	1 6. 1	4 4. 7	7 1. 3	3 2. 5	6 6. 1	4 1	9. 2	4 2. 2	3 5	3 4. 9	3 5 .	7 1. 3
6	2001	1 4. 3	7 1. 7	5 4. 4	2 5. 2	3 0. 2	6 6. 1	4 1	5 0. 6	2 0. 5	3 4. 6	8 0. 7	2 0 .	8 0. 7
7	2002	3 0. 5	3 5. 8	3 4. 6	4 0. 2	3 0. 5	6 0. 8	2 2	5 6. 7	2 0. 3	3 1. 6	5 0. 7	6 7 .	6 7. 7
8	2003	3 5. 7	4 4. 8	7 8. 1	4 0. 8	2 6. 9	2 4. 6	1 2. 4	2 6. 9	1 6. 5	3 9	5 5. 1	3 8 .	7 8. 1
9	2004	3 5. 8	3 0	6 5. 2	4 0. 9	7 3. 1	1 9. 3	2 9. 7	3 4. 4	3 1. 4	3 9. 8	3 2. 6	2 7 .	7 3. 1

10	2005	1 3. 7	2 7. 2	4 7. 2	4 9. 1	2 2. 1	5. 5	1 1. 7	4. 7	8 3. 1	2 4. 5	4 3. 2	2 7 4	8 3. 1
11	2006	3 4. 7	4 8. 3	5 9	3 0. 4	3 4. 5	2 7	2 4. 1	3 9. 1	2 3. 2	4 4. 3	4 8. 6	3 0 5	5 9
12	2007	1 2. 5	6 4. 1	4 6. 6	1 3. 1	2 0. 6	1 5. 9	9. 5	3 7. 8	6 2. 7	3 9. 9	2 4. 7	2 2 9	6 4. 1
13	2008	1 9. 4	1 0 8. 4	7 6. 8	4 0. 6	3 0. 7	3 0. 4	2 0. 9	2 7. 2	3 4. 2	3 5. 2	6 6. 1	4 8 8	1 0 8. 4
14	2009	4 5. 5	4 9. 7	5 0. 5	3 0. 2	2 5. 3	5 1. 5	3 3. 9	3 0. 2	6 8. 2	2 6. 5	5 6. 5	4 8 7	6 8. 2
15	2010	1 4. 7	2 7. 2	3 6. 7	4 9. 9	4 6	3 5. 4	4 4. 6	1 7. 1	4 2. 8	4 7. 1	5 0. 2	1 0 6 7	1 0 6. 7
16	2011	2 6. 9	5 6. 5	4 9. 4	2 9. 5	6 7. 6	1 0. 5	2 1. 6	3 5. 3	1 7. 4	1 0 2. 4	4 2. 1	4 5 6	1 0 2. 4
17	2012	3 7. 7	1 7. 3	2 7. 5	6 0. 2	2 5. 9	2 7. 4	5 6. 7	1 8. 4	8 4. 6	4 7. 5	3 4. 2	7 1 6	8 4. 6
18	2013	1 5. 8	4 7	6 1. 2	4 1. 5	6 2. 3	2 8. 8	3 0. 3	2 7. 1	2 5. 2	5 5. 6	6 7. 4	6 5 5	6 7. 4
19	2014	6. 8	1 7	3 3	1 7. 8	1 2. 6	3 1. 7	1 3. 7	5 8. 3	3 3. 4	3 1. 7	5 4. 3	7 8 8	7 8. 8
20	2015	3 1. 7	1 5. 4	2 9. 7	5 7. 2	5 4. 3	1 8. 9	5. 3	2 1. 6	1 9. 2	4 2. 6	5 8	6 9 2	6 9. 2

21	2016	4 3. 6	3 4. 5	3 2. 2	4 4. 9	2 8. 6	4 2. 5	2 6. 7	1 6. 5	2 7. 3	7 7. 3	9 4. 2	2 8 8	9 4. 2
22	2017	1 4. 4	6 7. 3	4 6. 1	3 0. 6	4 5. 9	1 1. 1	2 6. 2	2 9. 5	4 8. 1	6 9 9	3 3. 6	6 0 4	6 9 4
23	2018	7 0. 4	5 3. 3	1 9. 3	4 7. 2	2 4. 3	2 6. 4	2 9. 9	7 8. 6	3 0. 4	7 2. 6	5 8. 1	2 4 5	7 8. 6
24	2019	5 4. 2	2 9. 7	5 2. 2	7 7. 6	2 0. 1	5 3. 1	3 4. 4	4 1. 2	6 5 5	3 7. 2	3 2. 9	2 3 6	6 5 6
25	2020	3 1. 2	3 2. 8	8 3. 6	4 2. 6	2 5. 4	5 8 8	2 7. 6	4 2. 3	1 7. 1				8 3. 6

Interpretación: con los datos que se obtuvo, se trabajó de forma estadística mediante el uso del Excel para ello se hizo uso de la distribución de probabilidad

Pero se tienen que hacer antes un análisis del estudio de precipitación máx. por cada año, como se muestra a continuación:

Tabla 12

Forma estadística de la precipitación máx

Nº	ESTACIÓN	AÑO	Pmáx (mm)	Log P
1	HUÁNUCO	1996	62.7	1.797267541
2	HUÁNUCO	1997	67.8	1.831229694
3	HUÁNUCO	1998	67.5	1.829303773
4	HUÁNUCO	1999	86	1.934498451
5	HUÁNUCO	2000	71.3	1.85308953
6	HUÁNUCO	2001	80.7	1.906873535
7	HUÁNUCO	2002	67.7	1.830588669
8	HUÁNUCO	2003	78.1	1.892651034
9	HUÁNUCO	2004	73.1	1.863917377
10	HUÁNUCO	2005	83.1	1.919601024
11	HUÁNUCO	2006	59	1.770852012

12	HUÁNUCO	200 7	64.1	1.8068580 3
13	HUÁNUCO	200 8	108.4	2.0350292 82
14	HUÁNUCO	200 9	68.2	1.8337843 75
15	HUÁNUCO	201 0	106.7	2.0281644 19
16	HUÁNUCO	201 1	102.4	2.0102999 57
17	HUÁNUCO	201 2	84.6	1.9273703 63
18	HUÁNUCO	201 3	67.4	1.8286598 97
19	HUÁNUCO	201 4	78.8	1.8965262 17
20	HUÁNUCO	201 5	69.2	1.8401060 94
21	HUÁNUCO	201 6	94.2	1.9740509 03
22	HUÁNUCO	201 7	69	1.8388490 91
23	HUÁNUCO	201 8	78.6	1.8954225 46
24	HUÁNUCO	201 9	72.6	1.8609366 21
25	HUÁNUCO	202 0	83.6	1.922206277
PROMEDIO (mm)			77.792	1.88512547
DESVIACIÓN ESTÁNDAR			13.465	0.07130077
COEFICIENTE DE VARIACION (C.V.)			0.17	0.037823
COEFICIENTE DE ASIMETRIA			1.00	0.694165949
K/6			0.16634462	0.11569432
Nº			25	25

Interpretación: Los valores que se muestran en la parte ultima de la tabla son sumamente necesarios para usarlo en las distribuciones que se realizará con el uso de hidroEsta y también mediante las formulas empleadas en el Excel, luego servirá para realizar la prueba de bondad.

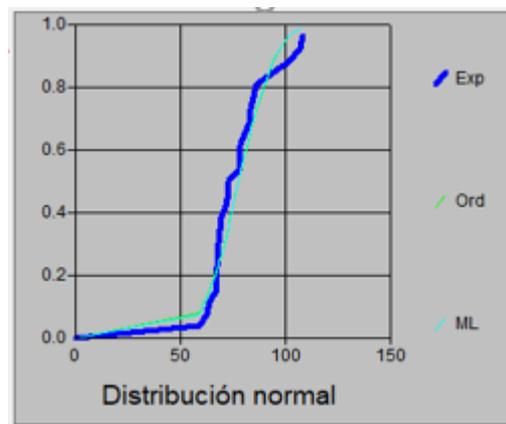
Tabla 13

Distribución Normal

CALCULO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS INSTÁNTANEOS ANUALES USANDO UNA DISTRIBUCIÓN NORMAL					
Nº	T (años)	P	W	Z	P(mm.)
1	2	0.5000	1.17741	0.00	77.79
2	5	0.2000	1.79412	0.841	89.12
3	10	0.1000	2.14597	1.28	95.05
4	20	0.0500	2.44775	1.645	99.94
5	25	0.0400	2.53727	1.75	101.37
6	50	0.0200	2.79715	2.054	105.45
7	100	0.0100	3.03485	2.33	109.12
8	500	0.0020	3.52551	2.879	116.55

Figura 23

Tendencia de la Distribución Normal



Fuente: Obtenido del HidroEsta

Tabla 14

Distribución Log-Normal

CALCULO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS INSTÁNTANEOS ANUALES USANDO UNA DISTRIBUCIÓN LOG.NORMAL							
Nº	T (años)	P	W	Z	Yt=LogXi+z*σy	P(mm.)	
1	2	0.5000	1.17741	0.00	1.88512546	76.76	
2	5	0.2000	1.79412	0.84	1.94512198	88.13	
3	10	0.1000	2.14597	1.28	1.97651371	94.74	
4	20	0.0500	2.44775	1.65	2.00243030	100.56	
5	25	0.0400	2.53727	1.75	2.00997857	102.32	
6	50	0.0200	2.79715	2.05	2.03159069	107.55	
7	100	0.0100	3.03485	2.33	2.05102705	112.47	
8	500	0.0020	3.52551	2.88	2.09036516	123.13	

Figura 24

Tendencia de la Distribución Log-Normal

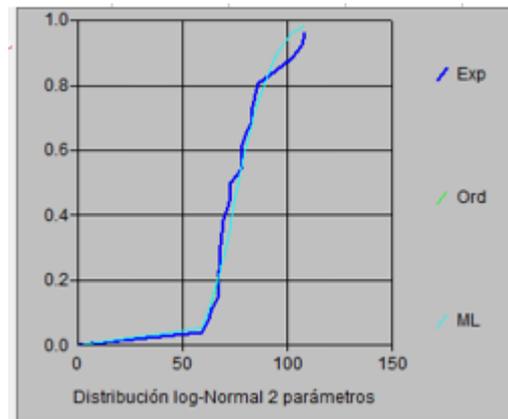


Tabla 15

Precipitaciones máximas de la Distribución Gumbel

CALCULO DE PRECIPITACIONES MAXIMAS INSTANTANEOS ANUALES USANDO UNA DISTRIBUCIÓN GUMBEL

N°	T (años)	K*	P(mm.)
1	2	-0.1506	75.76
2	5	0.8879	89.75
3	10	1.5755	99.01
4	20	2.2350	107.89
5	50	3.0887	119.38
6	100	3.7285	128.00
7	500	5.2068	147.90

Figura 25

Grafica de la Distribución Gumbel

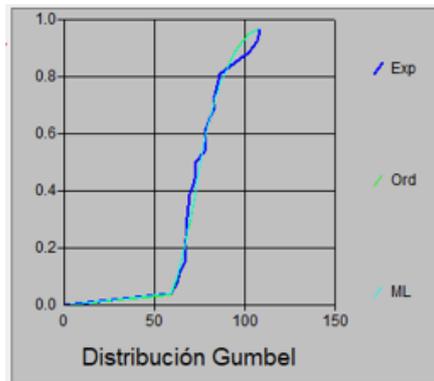


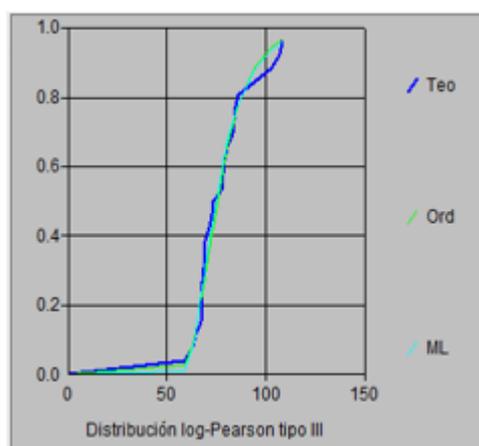
Tabla 16

Precipitaciones Máximas de la Distribución Log. Pearson

CALCULO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS INSTANTÁNEOS ANUALES USANDO UNA DISTRIBUCIÓN LOG. PEARSON							
Nº	T (años)	P	W	Z	Kt	$Yf = \text{Log}Xi + z \cdot \sigma y$	P(mm.)
1	2	0.5000	1.17741	0.000	0.062	1.88956426	77.55
2	5	0.2000	1.79412	0.841	0.854	1.94600539	88.31
3	10	0.1000	2.14597	1.282	1.234	1.97314321	94.00
4	20	0.0500	2.44775	1.645	1.532	1.99435323	98.71
5	25	0.0400	2.53727	1.751	1.616	2.00033172	100.08
6	50	0.0200	2.79715	2.054	1.849	2.01696174	103.98
7	100	0.0100	3.03485	2.327	2.050	2.03131029	107.48
8	500	0.0020	3.52551	2.879	2.434	2.05863872	114.46

Figura 26

Grafica de la Distribución Log-Pearson



Después de calcular las cuatro distribuciones que se mostraron anteriormente se procede a calcular la prueba de bondad que nos ayudara a elegir la distribución mejor para determinar el caudal. Cuando se tenga la prueba para cada distribución se sacará el menor delta y la distribución que lo tenga es la que se seleccionara para así elegir esa distribución.

Tabla 17*Prueba de Bondad 1*

Prueba Kolmorov - Smirnov para Distribución Normal							
Intervalo	Probabilidad	z	Normal LS (mm.)	N° Datos	Frec. Rango	Frec. Acum	Δ
1	0.143	-1.06757	63.4171	2	0.080	0.080	0.0629
2	0.286	-0.56595	70.1715	8	0.320	0.400	0.1143
3	0.429	-0.18001	75.3681	3	0.120	0.520	0.0914
4	0.571	0.18001	80.2159	3	0.120	0.640	0.0686
5	0.714	0.56595	85.4125	4	0.160	0.800	0.0857
6	0.857	1.06757	92.1669	1	0.040	0.840	0.0171
7	1.000		108.4000	4	0.160	1.000	0.0000
				25	1.000		
Se toma el máximo del valor de $\Delta=$							0.1143

Tabla 18*Prueba de bondad 2*

Prueba Kolmorov - Smirnov para Distribución Log Normal								
Intervalo	Probabilidad	z	Log Ls	LN LS (mm.)	N° Datos	Frec. Rango	Frec. Acurr	Δ
1	0.143	-1.06757	1.8090	64.4179	3	0.120	0.120	0.0 229
2	0.286	-0.56595	1.8448	69.9476	7	0.280	0.400	0.1 143
3	0.429	-0.18001	1.8723	74.5230	3	0.120	0.520	0.0 914
4	0.571	0.18001	1.8980	79.0607	3	0.120	0.640	0.0 686
5	0.714	0.56595	1.9255	84.2322	3	0.120	0.760	0.0 457
6	0.857	1.06757	1.9612	91.4627	2	0.080	0.840	0.0 171
7	1.000		1.8851	108.4000	4	0.160	1.000	0.0 000
					25	1.000		
Se toma el máximo del valor de $\Delta=$								0.1143

Tabla 19

Prueba de bondad 3

Prueba Kolmorov - Smirnov para Distribución Log Pearson										
Intervalo	Probabilidad	z	Kt	Log Ls	LP	N° Datos	Frec. Rango	Frec. Acurr	Δ	
					LS (mm.)					
1	0.143	-1.06757	-1.029	1.8118	64.8308	3	0.120	0.120	0.0229	
2	0.286	-	-0.629	1.8	69.2240	7	0.280	0.400	0.1143	
		0.565		403						
		95								
3	0.429	-	-0.286	1.8	73.2412	3	0.120	0.520	0.0914	
		0.180		648						
		01								
4	0.571	0.180	0.065	1.8	77.5794	0	0.000	0.520	0.0514	
		01		897						
5	0.714	0.565	0.474	1.9	82.9720	4	0.160	0.680	0.0343	
		95		189						
6	0.857	1.067	1.061	1.9	91.3576	4	0.160	0.840	0.0171	
		57		607						
7	1.000				108.4000	4	0.160	1.000	0.0000	
						25	1.000			
Se toma el máximo del valor de $\Delta=$									0.1143	

Tabla 20

Prueba de bondad 4

Prueba Kolmorov - Smirnov para Distribución Gumbel									
Intervalo	Probabilidad	τ	ym	k	Gumbel	N° Dato:	Frec. Rango	Frec. A	Δ
					CL (mm.)				
1	0.143	1.16667	-0.6657	-1.0964	63.0287	2	0.080	0.0	0.0
								80	629
2	0.286	1.40000	-0.2254	-0.6929	68.4618	6	0.240	0.3	0.0
								20	343
3	0.429	1.75000	0.1657	-0.3346	73.2864	5	0.200	0.5	0.0
								20	914
4	0.571	2.33	0.5805	0.0455	78.4040	1	0.040	0.5	0.0
								333	114
5	0.714	3.50	1.0892	0.5116	84.6805	6	0.240	0.8	0.0
								000	857
6	0.857	7.00	1.8698	1.2268	94.3109	2	0.080	0.8	0.0
								000	229
7	1.000				108.400	3	0.120	1.0	0.0
						0		00	000

25	1.000
Se toma el máximo del valor de $\Delta =$ 0.0914	

Después de realizado las tablas se procede a compararlo con el hidroesta dando y así corroborar por segunda vez el delta teórico menor y así elegir la distribución adecuada.

Tabla 21

Comparación con la prueba y con el Hidroesta

Prueba Kolmogorov-Smirnov para Distribuciones	HIDROESTA DELTA TEORICO	
Normal	0.114285714	0.1363
Log Normal	0.114285714	0.1207
Log Pearson III	0.114285714	0.1047
Gumbel	0.091428571	0.1046

Se elegirá la distribución de Gumbel por ello se usar los datos de la tabla 15. Y luego se elegirá la precipitación adecuada dependiendo del tiempo y periodo de retorno a usar. El que se eligió fue de 50 años.

Tabla 22

Intensidad T: 50 años

INTENSIDAD DE DISEÑO		
Nº	TIEMPOS (minutos)	INTENSIDAD (mm./hora)
1	15	76.88
2	30	48.23
3	60	48.23
4	90	36.05
5	120	29.91
6	180	22.64
7	240	18.56
8	300	15.83
9	360	13.87
10	720	8.39
11	1440	4.97

El determinar las curvas de intensidad, duración y frecuencia reviste una importancia fundamental en el análisis hidrológico, ya que posibilita la creación de hietogramas de diseño.

Pero primero se realiza un ajuste de intensidad para que sea menor el margen de error.

Tabla 23

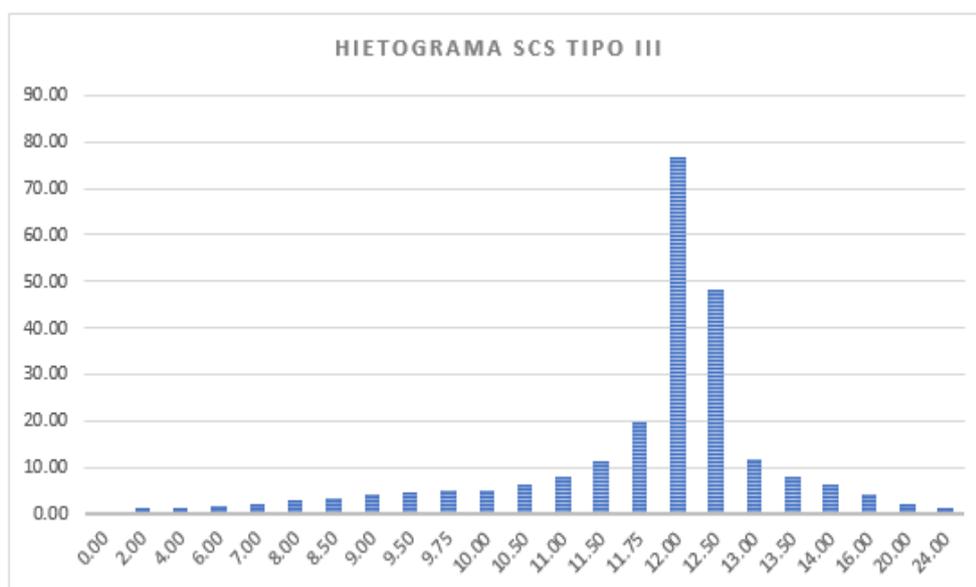
Ajuste de Intensidad T: 50 años

INTENSIDADES DE DISEÑO PARA TIEMPOS INTERMEDIOS Y REAJUSTADOS CON LÍNEA DE AJUSTE DE TENDENCIA, CALCULADOS USANDO LA ECUACIÓN DEL GRÁFICO			
Nº	TIEMPOS	X	INTENSIDADES
1	5	0.33	106.44
2	20	1.33	66.74
3	40	2.33	50.71
4	60	3	43.51
5	90	4	35.27
6	120	5	28.88
7	180	6	23.66
8	240	7	19.25
9	300	8	15.42
10	360	9	12.05
11	720	10	9.03
12	1440	11	6.30

Una vez ajustados los datos se procede a graficar el Hietograma de dísel donde nos muestra la relación entre el tiempo y la intensidad que tiene respectivamente.

Figura 27

Hietograma para un T: 50 años en 24 h



Se tiene que diseñar en una duración de 120 min con intervalos de 20 min y que el número de curva que se eligió fue sacado del MTC siendo de 70.

Siguiendo los fundamentos teóricos presentados, se procederá a calcular el caudal de diseño para este estudio por cuatro métodos diferentes:

Método Racional

Tabla 24

Coefficiente de Escorrentía de la Sub Cuenca Higueras

N°	Zona Onem	Peso	Coef. Promedio	Coef. Ponderado
1	Bosque muy húmedo Montano Bajo Tropical	0.07	0.2	0.01
2	Bosque muy húmedo Pre montano Tropical	0.55	0.15	0.08
3	Bosque húmedo Pre montano Tropical	0.24	0.35	0.08
4	Bosque pluvial Pre montano Tropical	0.05	0.15	0.01
5	Bosque pluvial Montano Bajo Tropical	0.09	0.2	0.01
Total		1		0.20
Coeficiente de escorrentía promedio				0.20

Datos:

- $C = 0.20$
- $I = 28.883698 \text{ mm/h}$ ($T = 50 \text{ años}$)($D = 120\text{m}$)
- $A = 446.8095 \text{ km}^2$

$$Q = \frac{(0.20)(28.88)(446.8095)}{3.6}$$

$$Q = 716.97282 \text{ m}^3/\text{s}$$

Método Racional Modificado

Tabla 25

Método Racional Modificado para $T= 50$ años en $D= 120$ min

MÉTODO RACIONAL MODIFICADO PARA T=50 AÑOS, D=120 min							
NÚMERO DE CURVA	70		ÁREA DE LA CUENCA	446.81	k m ²	TIEMPO DE CONCEN TRACIÓN	6.60 h
UMBRAL DE ESCORRENTÍA	21.4 mm		FACTOR REDUCTOR	0.82			
	2857			3325			
	1			2			
PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA	336.17 mm		PRECIPITACIÓN MÁXIMA CORREGIDA	276.7759	m m	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	1.430385
			TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	1			8
				6.60	h		
C	0.79		I	36.0	m	K	1.43038
	7821			0810	m/		
	5			7	h		
CAUDAL				5104.185075		m³/s	

Interpretación: para el método racional modificado se tuvo que considerar como datos el número de curva, el área de la cuenca obtenido del arcgis, la precipitación que se obtuvo del método de gumbel para 50 años, dando así un caudal de 5104.185 m³/s.

Método Hidrograma Unitario Sintético de Snyder

Tabla 26

Método de Snyder

Tiempo (h)	PeXcm. De lluvia (m2/s/cm)	Qe(m3/s)	Caudal base (m3/s)	Qe final (m3/s)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4.051	59.676	3447.868	0.000	3447.868
5.327	89.514	5171.820	0.000	5171.820
7.019	119.352	6895.736	0.000	6895.736
10.403	89.514	5171.820	0.000	5171.820
12.955	59.676	3447.880	0.000	3447.880
20.815	0.000	0.000	0.000	0.000

Interpretación: para el método hidrograma unitario sintético de SNYDER se tuvo que realizar una ponderación con las formulas ya propuestas por ese método ponderando así para cada tiempo un caudal inicial y uno final, calculando así el mayor, siendo este 6895.738 m³/s, para poder determinar mejor el caudal mayor se realiza un hidrograma donde el valor que se observa en la punta es el elegido para este método.

Figura 28

Hidrograma de Snyder



Método Hidrograma Adimensional del SCS

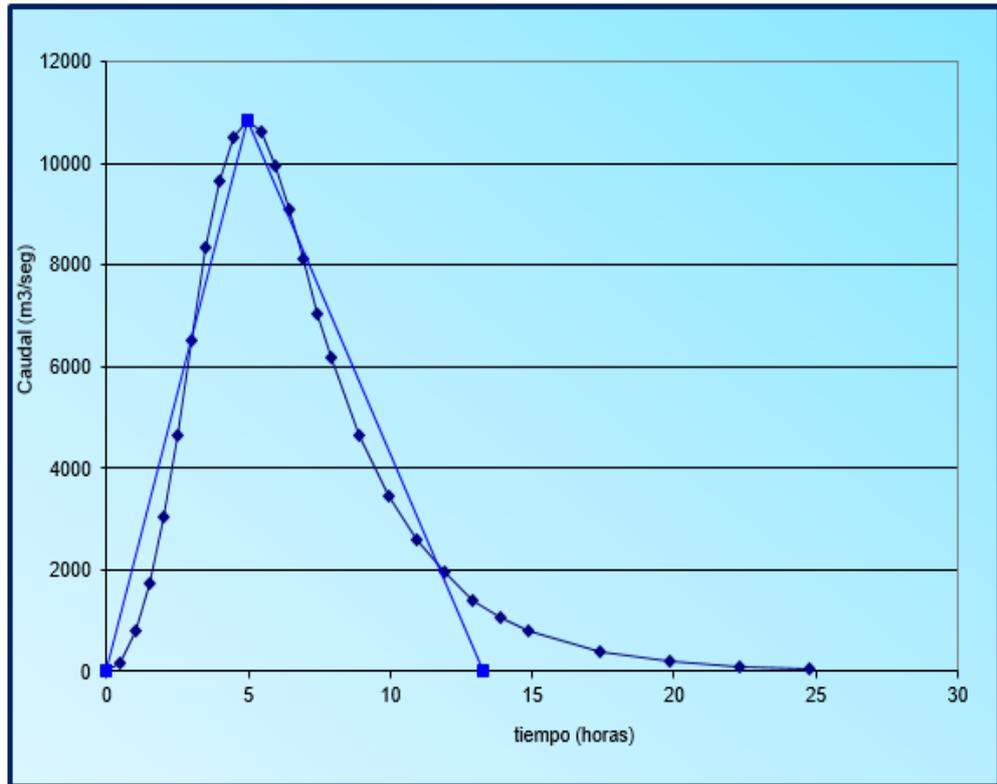
Tabla 27*Unitario sintético del SCS*

Datos de entrada			Cálculos		
Long cauce=	66.9183	km.	Pendiente=	0.029	m/m
Cota max=	0	m	Kirpich		
Cota min=	0	m	tc=	6.600	horas
Área de la cuenca=	446.81	km2	tiempo punta=	4.960	horas
Precipitación efectiva =	577.767	mm	tiempo base=	13.243	horas
Duración P neta (D)=	2	horas	Caudal de la punta=	10829.918	m ³ /s

Interpretación: para este método se tiene que considerar la longitud del cauce este valor se saca del arcgis, la pendiente y el área de la cuenca que también son datos obtenidos del arcgis después de delimitar la cuenca, después de colocar los datos que son constantes como el tiempo base, duración de dos horas nos procede a dar el caudal de punta que es el 10829.91 m³/s siendo el caudal que se tomara de este método, con el mismo criterio el hidrograma nos confirma que el caudal de punta es el que se muestra en la tabla.

Figura 29

Hidrograma de SCS



Tránsito de Avenidas

1. Método de Muskingum

Se tiene los siguientes caudales de entrada diarios:

Tabla 28*Caudal de entrada*

DÍA	CAUDAL DE ENTRADA (l)
1	25.80
2	11.30
3	36.80
4	17.20
5	12.00
6	18.40
7	28.10
8	30.00
9	11.80
10	25.70
11	12.60
12	30.80
13	15.10
14	10.00
15	25.90

El caudal de salida se obtuvo mediante el empleo de Microsoft Excel y coeficientes que tenemos detallados en el anexo.

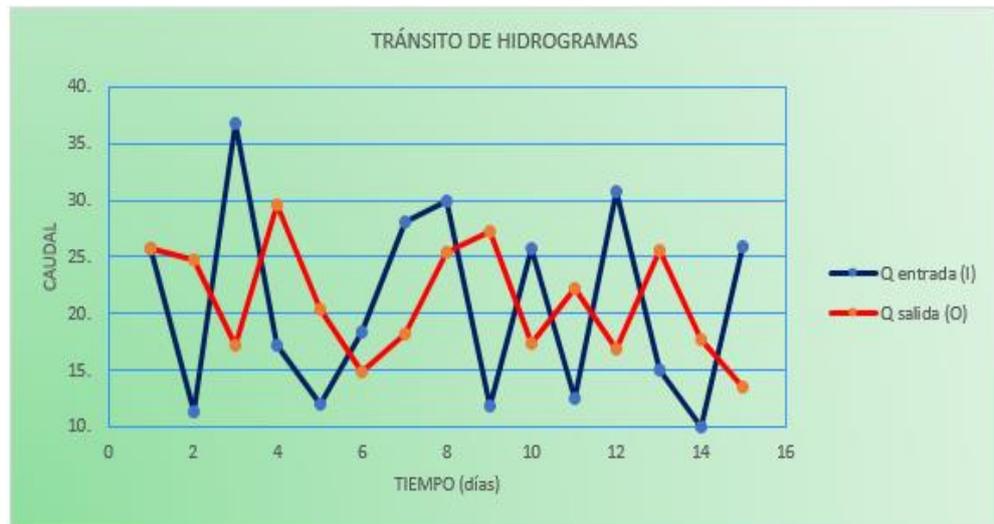
Tabla 29*Caudal de Salida*

DÍA	CAUDAL DE ENTRADA (l)	CAUDAL DE SALIDA (O)
1	25.80	25.80
2	11.30	24.67
3	36.80	17.18
4	17.20	29.56
5	12.00	20.39
6	18.40	14.94
7	28.10	18.15
8	30.00	25.36
9	11.80	27.23
10	25.70	17.37
11	12.60	22.26
12	30.80	16.83
13	15.10	25.51
14	10.00	17.73

15	25.90	13.49
----	-------	-------

Figura 30

Tránsito de Hidrogramas



4.1.3 ELECCIÓN DEL CAUDAL DE DISEÑO

Tabla 30

Caudal de diseño

T(años)	D(min)	Hidrograma Snyder	Hidrograma Adimensional SCS	Met. Racional	Met. Racional modificado
50	120	6895.736	10829.918	716.97282	5104.185075

Dado que la subcuenca presenta una forma alargada, se sugiere la aplicación del método Hidrograma Adimensional SCS. En consideración a la ubicación en la región de Huánuco, se asume que los factores de corrección utilizados tendrán un coeficiente de 1.2.

$$Q_{\text{diseño}} = 12995.9 \text{ m}^3/\text{s}$$

4.2 CONSTATACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

H0: Si la caracterización hidráulica no ayudara a reducir el riesgo de desborde, en el tramo del centro arqueológico de Kotosh hasta la desembocadura con el río Huallaga.

De acuerdo a los mostrados en el procesamiento de los datos donde se hizo los parámetros, la caracterización y al final la elección del caudal con esos tres métodos si se puede reducir el riesgo de desborde.

H1: La caracterización hidráulica ayudara a reducir el riesgo de desborde, en el tramo del centro arqueológico de Kotosh hasta la desembocadura con el río Huallaga

La caracterización hidráulica nos ayuda a calcular el caudal, con la intensidad y duración de la misma en un periodo de retorno de 50 años, siendo los datos obtenidos: (todos los datos fueron sacados de la parte 4.1 de procesamientos de datos donde se explica paso a paso cada resultado):

Tabla 31

Resultados 1

CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA	RESULTADO
CAUDAL	12995.9 m ³ /s
INTENSIDAD DE DISEÑO	28.88
MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN	36.80
DELTA TEÓRICO	0.0914
DELTA TEÓRICO DEL HIDROESTA	0.10

El caudal se obtuvo 4.1.3 mediante el método Hidrograma Adimensional SCS donde con el coeficiente de 1.2.

Intensidad de diseño se obtuvo de la tabulación en la tabla 23 donde se dio con un periodo de retorno de 50 años.

El delta teórico del hidroesta se obtuvo mediante el uso del programa y el delta teórico normal mediante la tabulación el método de la prueba de bondad.

Tabla 32*Resultados 2*

CARACTERIZACIÓN GEOMORFOLÓGICA	RESULTADO
PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL	2.904%
PENDIENTE DE LA CUENCA	13.194%
ORDEN DE LA RED DE DRENAJE	4
DENSIDAD DE DRENAJE	0.47
INDICE DE COMPACIDAD	1.9497
ALTITUD MEDIA SIMPLE	1679.5

En la parte 4.1.1 se obtuvo todos los valores de la caracterización geomorfológica.

Con estos datos si se puede hacer una medida preventiva para reducir el riesgo a desborde como derrumbe del mismo, la propuesta es de la creación de muros que previene el deslizamiento y con la misma forma reduce el riesgo de desborde, con los datos del resultado uno se tiene un diseño y un método al igual que la determinación del periodo de retorno que ayude a dicha propuesta. Los lugares con mayor riesgo son los siguientes:

Figura 31

Vista Del Rio Desde La Pista (Se Observa Que Las Casas Están Cerca Al Nivel Del Rio Lo Que Las Pone En Peligro De Inundación)



Figura 32

Vista De Zonas De Alto Riesgo De Inundación (Viviendas Existentes En El Margen Del Rio)



Figura 33

Vista De Zonas De Alto Riesgo De Inundación (Viviendas Existentes En El Margen Del Rio)



Figura 34

Vista De Zonas De Alto Riesgo De Inundación (Viviendas Existentes En El Margen Del Rio)



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Primera parte de la discusión se enfoca en todos los resultados obtenidos de la geomorfologización de la cuenca en estudio siendo la subcuenca del río higuera.

Se obtuvo un área de 446.81 km², lo cual es similar a 427.34 km² que se obtuvo del ANA (2010) y 405.14 km² obtenido de Garcia (2020) y para el perímetro se obtuvo 146.0947 km, según el ANA (2010) fue de 124.04 km y de Garay & Vicente (2021) fue de 134.21 km, la diferencia es que en dichas investigaciones tienen una variación debido a la metodología usada, en el ANA se usó un levantamiento topográfico y los datos fueron usados en el ArcGIS, en el de Garay & Vicente se optó por usar el dron y así obtener las imágenes, pero en este estudio se usó imágenes DEM para identificar la cuenca.

Para la altura media ponderada se obtuvo 1532.87. y la altura media simple se obtuvo 1679.50 pero para el ANA (2010) fue de 1492.45 y 1578.2 respectivamente, en el caso de Garay & Vicente (2021) se obtuvo unas alturas mayores de 1956.7 y 1745.2 respectivamente, la diferencia entre ellos es que para calcular la altura media como la ponderada depende del área y áreas parciales, al tener tal diferencia por ende también se varían las alturas.

Índice de forma de 2.27 (teniendo una mayor tendencia a presentar intensidades de lluvia) e Índice de compacidad 1.9497 como el rango está más de 1.25 la forma de cuenca es alargada. Para el ANA fue un índice de forma de 2.14 y de compacidad de 1.70 confirmando así que con los dos métodos igual nos dice que la cuenca en estudio tiene una tendencia mayor a las intensidades de lluvia y que la forma de la misma es alargada.

Densidad de drenaje de 0.47, pendiente del cauce principal de 0.029 o de 2.904% y pendiente medio de la cuenca de 13.194%, para Garay & Vicente se tuvo una densidad de 0.34, una pendiente de 2.4% y pendiente medio de 11.5% en este caso la densidad depende también del área y de los datos anteriores por ende la diferencia es un poco más que en otras donde no

depende de otras. Segunda parte la caracterización hidráulica y los resultados que se obtuvo del hidroesta y el uso del Excel para así estimar el caudal.

La distribución seleccionada fue Gumbel pero en la de Sánchez & Condori (2021) fue la distribución Normal, en el delta teórico se obtuvo 0.0914 por medio de la prueba de bondad, pero realizando con el programa hidroesta se obtuvo un delta de 0.1046; para Sánchez solo empleo el delta del hidroesta y le dio 0.095, esta diferencia se da por los datos sacados de las estaciones y de cuantos años se tomó, en esta investigación se tomó 25 años desde el 1996 hasta el 2020, pero opto por una cantidad menor de 15 años desde 2000 hasta 2014.

Para el caudal de diseño se realizó por los siguientes métodos: Met. Racional de 716.97 m³/s, Met. Racional Modificado de 5104.18, Met. de Hidrograma Unitario Sintetico de Snysder de 6895.73, Met. de Hidrograma Adimensional de SCS de 10829.91 y se eligió el caudal mayor para luego incorporar un coef de 1.2 siendo el caudal de 12995.9 m³/s. para Sánchez opto por un método siendo el Met. de Hidrograma Adimensional de SCS dando 10428.5 sin incorporar el coeficiente de error, los caudales son distintos por la cantidad de años que se tomó y por los años de que se eligió para cada investigación.

CONCLUSIONES

Se llevó a cabo un estudio hidrológico en el que se aplicó la distribución de Gumbel. A través del método de Smirnov y la utilización de Hidroesta, se pudo confirmar que esta distribución era la más adecuada. A partir de esto, se generaron los hidrogramas basados en los datos de la estación de Huánuco. Es importante mencionar que, en ausencia de estaciones en la misma área de estudio, se pueden utilizar estaciones meteorológicas e hidrométricas cercanas. Los resultados arrojaron una intensidad de 28.88 para un período de diseño de 120 minutos. Si se produce un cambio en el período de diseño, los datos correspondientes se pueden encontrar en la tabla 23.

Es esencial ejercer precaución al estimar un caudal de diseño, ya que en ciertas situaciones, el índice de infiltración puede tener un impacto significativo en el proceso un periodo de 50 años, se tuvo los siguientes caudales por los siguientes métodos: Hidrograma Snyder de 6895.736, Hidrograma Adimensional SCS de 10829.918, Met. Racional de 716.97282, Met. Racional modificado de 5104.185075; siendo el Hidrograma Adimensional SCS el seleccionado como el caudal estimado es de 10829.918 pero con el coeficiente de 1.2 que es un coeficiente de corrección nos da un $Q = 12995.9 \text{ m}^3/\text{s}$

Lugares que pueden sufrir de riesgo son los mostrados en las figuras 31, 32, 33 y 34, la mayoría de esos lugares están cercanos al centro de Kotosh.

Las precipitaciones máximas que se tuvo de la estación más cercana al lugar de estudio fue tomada de cada año, desde 1996 hasta 2020 variando los datos desde 62.7 hasta 108.4, en la cual el mayor se tuvo en el año 2008 y en los últimos 5 años desde el 2015 hasta el 2020 se obtuvo precipitaciones de 69.2; 94.2; 69; 78.6; 72.6; 83.6; revisar tabla 12 para mayor información.

Se concluye que el criterio en caso se tenga un riesgo de daño por el incremento del caudal, estos criterios son planteados dependiendo de la obra y zona que se desarrolle, según el manual de hidrología, hidráulica y drenaje se tiene que tener en cuenta que en zonas urbanas es de 50 a 100 años por ende se tomó el tiempo de retorno de 50 años. Para la propuesta a realizar dado que no se tuvo un estudio de vida útil se optó por seleccionar un periodo de 50 años y que el diseño de muros que previenen el desborde del mismo y ayuda a que en las laderas no se vean afectados con el caudal del río, se tiene que diseñar en una duración de 120 min con intervalos de 20 min y que el número de curva que se eligió fue sacado del MTC siendo de 70.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que al desarrollar este tipo de investigación se puede obtener datos de fuentes meramente confiables y así poder seleccionar la distribución más adecuada usando programas con Excel, programas hidrológicos como hidroesta y así obtener resultados con menor grado de error.

Es recomendable recolectar una información con características físicas que estén actualizadas, para así corroborar la altitud de las imágenes capturadas por satélites se ajusta con el propósito de optimizar la caracterización durante el desarrollo.

Para la corroboración como su desarrollo se basó en análisis realizados de la información distribuida por la calidad que se obtiene de los satélites por ende se recomienda hacer hasta tener una tasa de confiabilidad certera.

No se recomienda asumir como 0mm, en el proceso para sacar la precipitación mediante el uso de métodos estadísticos, es mejor completar dichos datos y así reducir los saltos o el error en el desarrollo estadístico.

Se aconseja llevar a cabo investigaciones empleando el método IILA para evaluar la intensidad de la precipitación.

La incorporación de factores de mayoración contribuye a su elaboración de manera beneficiosa., como fue el caso del caudal siendo el factor de 1.2.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Alegria, A. G. (2010). *Modelación hidrológica de crecidas en la cuenca del río Machángara en la ciudad de Quito*. Quito, Ecuador.
- Aliaga, A. S. (1983). *Tratamiento de datos hidrometeorológicos*. Lima-Perú.
- Breña, A. (2006). *Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial*. México.
- Cachuan, D. J. (2017). *Modelo Hidrológico para la generación de crecidas máximas empleando el hidrograma unitario instantáneo geomorfológico en la sub cuenca del río Shullcas*. Huancayo- Perú.
- Cahuana, A., & Yugar, W. (2009). *Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de hidrología*. Cochabamba - UMSS.
- Campos, D. (1998). *Procesos del Ciclo Hidrológico*. San Luis de Potosi.
- Chavez, G. (1987). *Generación de crecidas en la cuenca del río Ichilo*.
- Chereque, W. (1987). *Mecánica de Fluidos I*. Lima-Perú.
- Chow, V. T., Maidment, D., & Mays, L. W. (1994). *Hidrología Aplicada*. Bogotá: Mc Graw Hill.
- Delgadillo, A. (2010). *Morfometría de Cuencas*. Lima.
- Escenarios Hidricos 2030*. (25 de 05 de 2021). Obtenido de <https://escenarioshidricos.cl/noticia/cuenca-hidrografica-la-unidad-territorial-optima-para-gestionar-recursos-hidricos/>
- Garay, S. G., & Vicente, T. H. (2021). *Análisis hidráulico para reducir riesgo de inundación del río Nupe, en el centro poblado de Pilcancha, distrito de Rondos-Lauricocha - Huanuco 2019*. Huanuco - Perú.

- Garcia, R. L. (2020). *Propuesta y análisis de metodologías para la evaluación de recursos mediante modelos precipitación-escorrentía*. Valencia - España.
- Hacienda, D. (17 de enero de 2023). *SlideShare*. Obtenido de línea: <https://es.slideshare.net/davihg/2-analisis-de-consistencia>.
- Hernandez, R. F. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6ta ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Hernández, S. R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw-Hill.
- Londoño, C. (1995). *La geomorfometría aplicada a las cuencas hidrográficas*. Colombia.
- Martinez, A. V. (1999). *Simulación y comprobación experimental de la escorrentía superficial en pequeñas cuencas no aforadas mediante modelos distribuidos implementados sobre el SIG*. Madrid.
- Mongil, J., & Navarro, J. (2012). *Infiltración y grupos hidrológicos de suelos en las laderas de los páramos de Valladolid*. Ávila : Universidad de la Rioja, 0211-6820.
- Nuñez, J. S. (2011). *Erosion e inundacion fluvial en el rio Higueras (Desembocadura de Cabrito Pampa y en el rio Huallaga - puente calicanto)*. Perú.
- Olivares, C. G. (2018). *Determinacion de zonas inundables mediante simulacion hidraulica bidimensional aplicando HEC-Ras 5.0 en un tramo del rio Huancabamba, desde la quebrada Chula (km 2.42) hasta la quebrada Lungulo (km 5.51), provincia de Huancabamba, Departamento de Piura*. Piura-Perú.

- OMM (Organización Meteorologica Mundial). (2011). *Guía de Prácticas Hidrológicas OMM-N° 168*. Ginebra.
- Ramírez, F. J. (2017). *Gestión para la Reduccion del Riesgo de Inundacion en el municipio de Puebla*. Mexico.
- Rogers, S. (2012). *ProFantasy Software Ltd. [En línea]*. Obtenido de <http://rpgmaps.profantasy.com/?p=2017>
- Sanchez, F. J., & Condori, G. B. (2021). *Modelamiento Hidrologico para la generacion de crecidas máximas empleando el Hidrograma unitario instantaneo geomorfologico en la cuenca del rio Santo Tomas - Provincia de Chumbivilcas - Cusco*. Cusco - Perú.
- Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Limusa.
- Tarazon, S. N. (2005). *Generación de Descargas Mencuales en sub cuencas de la cuenca del río Santa utilizando el Método de Lutz Scholtz*. lima.
- Testa, T. A. (2017). *Caracterizacion Hidraulica de los Procesos de crecida del rio Pilcomayo en la cuanca baja superior*. Córdoba.
- Universidad Nacional Agraria La Molina . (2016). *Manejo y gestion de cuencas Hidrograficas*. Lima.
- Vera, S. D. (2018). *Susceptibilidad a inundaciones por intensaslluvias en la parte centrica de la parroquia Abdon Calderon del Canto Portoviejo*. Jipijapa - Manabi - Ecuador.
- Villodas, R. (2008). *Hidrologia* . Facultad de ingenieria Civil UNC.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Arias Martínez, S. (2023). *Caracterización hidráulica de procesos de la crecida del río Higueras en el tramo del centro arqueológico de Kotosh hasta la desembocadura con el río Huallaga-Huánuco-2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 33

Matriz de Consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
<p>Problema General: ¿De qué manera una caracterización hidráulica ayuda a reducir el riego de desborde en el tramo del centro arqueológico de Kotosh hasta la desembocadura con el río Huallaga?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>¿Cómo son los hidrogramas obtenidos de las estaciones cercanas al río Higuera para así demostrar la relación con la caracterización hidráulica?</p> <p>¿Cómo es la determinación del caudal activante mediante el paso de las crecidas en el río Higuera empleando distintas metodologías que proporcionen un resultado confiable?</p> <p>¿La propuesta de proyecto planteada con los resultados de la caracterización hidráulica ayudara a reducir o mitigar el riesgo de desborde del río?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>La caracterización hidráulica ayuda a reducir el riego de desborde en el tramo del centro arqueológico de Kotosh hasta la desembocadura con el río Huallaga.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • analizar los hidrogramas obtenidos de las estaciones cercanas al río Higuera para así demostrar la relación con la caracterización hidráulica. • Determinar el caudal activante mediante el paso de las crecidas en el río Higuera empleando distintas metodologías que proporcionen un resultado confiable. • Identificar el movimiento que se encuentra en el lecho del río durante el paso de crecidas y su relación con la caracterización hidráulica del río. • Analizar la información que se tiene disponible sobre las crecidas del río Higuera para buscar patrones que puedan predecir el comportamiento del río y si se tiene riego de desbordes. • Proponer un proyecto con los resultados de la caracterización hidráulica que ayude a reducir o mitigar el riesgo de desborde del río. 	<p>Hipótesis General</p> <p>H1: Si la caracterización hidráulica ayudara a reducir el riego de desborde y cuantificar los caudales, las distribuciones naturales que se dan por el paso de las crecidas máximas del río Higuera en el tramo del centro arqueológico de Kotosh hasta la desembocadura con el río Huallaga.</p>

¿Cuál es el análisis de la información que se tiene disponible sobre las crecidas del río Higueras para buscar patrones que puedan predecir el comportamiento del río y si se tiene riesgo de desbordes?

¿el proyecto planteado a las autoridades locales, o provinciales ayudara a reducir o mitigar el riesgo de desborde del río?

ENFOQUE, ALCANCE Y DISEÑO	POBLACIÓN Y MUESTRA	VARIABLES
Enfoque: Cuantitativo. Alcance o nivel: Descriptivo. Diseño: No experimental.	Población: la sub cuenca del río Higueras. Muestra: la sub cuenca del río Higueras, en el tramo del centro arqueológico de Kotosh hasta la desembocadura con el río Huallaga de la región de Huánuco	Variable dependiente Riego de desborde. Variable independiente Caracterización Hidráulica.

ANEXO 2 IMAGEN SATELITAL

Figura 35

Imagen Satelital



ANEXO 3

SATÉLITES TRMM

Figura 36

Satélite TRMM

Time Series, Area-Averaged of Precipitation Rate monthly 0.25 deg. [TRMM TRMM_3B43 v7]
mm/month over 1998-Jan - 2019-Dec, Region 77.204W, 6.8174S, 75.7152W, 5.853S

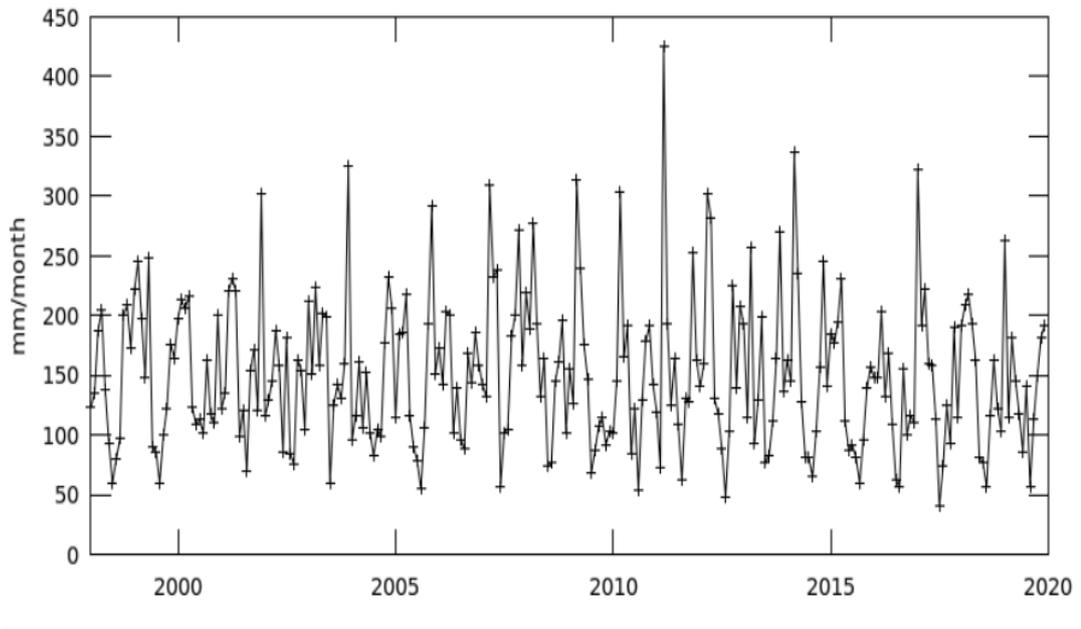
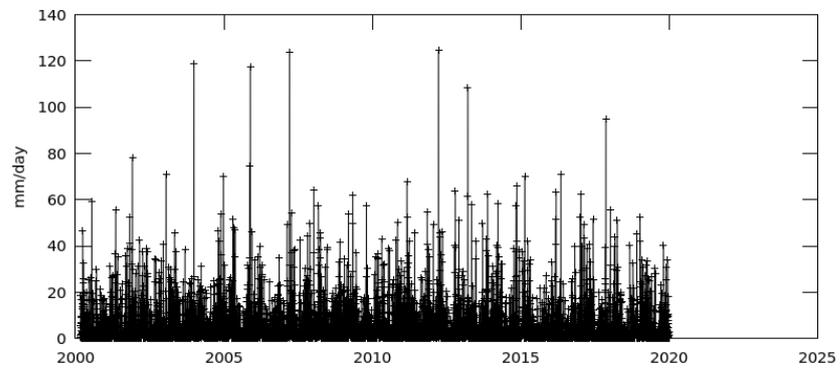


Figura 37

Satélite TRMM 2

Time Series, Area-Averaged of Near-Real-Time Precipitation Rate daily 0.25 deg. [TRMM TRMM_3B42RT_Daily v7] mm/day over 2000-03-03 01:30Z -
2020-01-01 01:29Z, Region 77.204W, 6.8174S, 75.7152W, 5.853S



ANEXO 4

DATOS DE LA ESTACIÓN

Figura 38

Datos descargados de la estación parte 1

Estación : HUANUCO				
o : HUANUCO		a : HUANUCO		Distrito : 0
Latitud :		:		Altitud :
Tipo :		Código :		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	(mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/01/2021	29.3	21.4	91.7	30
02/01/2021	34.1	21.6	83	0
03/01/2021	34.4	21.4	80.6	0
04/01/2021	29.1	22.9	92.2	1.4
05/01/2021	26.5	20.4	91.8	12
06/01/2021	30.7	22.9	84.6	8.3
07/01/2021	31.9	21.4	86.5	4.8
08/01/2021	30.2	20.6	86.9	0
09/01/2021	33.8	21.9	78.7	0
10/01/2021	34.9	21.6	82.8	5.4
11/01/2021	33.5	21.8	82.6	5.7
12/01/2021	34.1	21	78.6	5.7
13/01/2021	34.4	21.9	81.2	3.6
14/01/2021	34.9	21.2	79.7	0
15/01/2021	33.9	21.4	90.3	0
16/01/2021	34.2	22.2	77.9	0
17/01/2021	35.5	22.8	66.6	0
18/01/2021	36.9	21	70.7	0
19/01/2021	33.4	20.6	81.6	0
20/01/2021	32.6	21.6	80.5	0
20/01/2021	32.6	21.6	80.5	0
21/01/2021	31.4	21.3	83.1	0
22/01/2021	35.8	20.3	72.4	36.8
23/01/2021	27.5	20.4	95.1	7.3
24/01/2021	28	20.6	93.5	0
25/01/2021	32	20.8	85.8	0
26/01/2021	33.8	21.2	83	0
27/01/2021	34.1	21.5	80.3	2.1
28/01/2021	34.4	20.9	78.3	0
29/01/2021	34.3	22.4	77.2	0
30/01/2021	34.5	22.6	81.4	4.5
31/01/2021	32.8	20.4	83.3	0

Figura 39

Datos descargados de la estación parte 2

Estación : HUANUCO				
o : HUANUCO		a : HUANUCO		Distrito : 0
Latitud :				Altitud :
Tipo : Meteorológica		Código :		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	(mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/02/2021	34	22	80.3	0
02/02/2021	34.5	21.6	79.8	0
03/02/2021	35.6	21.6	78	0
04/02/2021	32.1	21.9	84.7	6.6
05/02/2021	34.3	21.5	83.3	47.7
06/02/2021	29.6	21.6	85.6	1.5
07/02/2021	33.8	22.3	82	0
08/02/2021	35.1	22.5	78.1	0
09/02/2021	34.4	22.3	81.4	0.9
10/02/2021	32.9	23.6	84.2	0
11/02/2021	31.9	23.6	84.4	0
12/02/2021	29.6	22.4	90.4	17.2
13/02/2021	34.9	21.4	79	0
14/02/2021	34.1	22.6	80.9	0
15/02/2021	35.6	22.8	77	0
16/02/2021	32.9	22.4	83.3	8.8
17/02/2021	35.3	21.5	78.9	0
18/02/2021	34.7	22.9	76.2	0
19/02/2021	36.1	22.4	77.9	0
20/02/2021	34.7	21.8	79.4	0
21/02/2021	35.9	20.6	78.9	28.1
22/02/2021	27.4	20.4	90.2	3.1
23/02/2021	32.6	21.6	86.2	3.2
24/02/2021	31.4	21.3	86.3	11.3
25/02/2021	32	21	84.1	6.1
26/02/2021	33.7	21.6	79.6	0
27/02/2021	34.4	21.4	80.9	1.3
28/02/2021	31.3	22.9	88.1	4.4

Figura 40

Datos descargados de la estación parte 3

Estación : HUANUCO				
o : HUANUCO		a : HUANUCO		Distrito : O
Latitud :				Altitud :
Tipo : Meteorológica		Código :		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	(mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/03/2021	33.2	21.6	81.1	0
02/03/2021	31.4	21.8	81.9	0
03/03/2021	31.9	21.6	89.7	18.5
04/03/2021	32.2	21.2	84.6	1
05/03/2021	34.2	21	83.2	0
06/03/2021	30.1	21.4	91	4.7
07/03/2021	30.3	20.3	87.1	8.7
08/03/2021	33.2	21.5	86.2	0
09/03/2021	30.1	22.5	82.1	25.2
10/03/2021	29.8	20.6	86.8	0
11/03/2021	33.6	21.4	82.6	0
12/03/2021	33.4	21.5	86.1	19.1
13/03/2021	33.2	21.8	84.9	14.7
14/03/2021	28	21.7	89.5	0
15/03/2021	33.2	21.3	84.1	6.5
16/03/2021	28.6	21.9	91.7	7.2
17/03/2021	31.6	21.7	84.3	0
18/03/2021	33	22.6	83	13.1
19/03/2021	29.9	21.3	92.5	0
20/03/2021	29.7	21.6	84.4	28.2
21/03/2021	25	20.4	94.8	7.5
22/03/2021	31.8	20.1	88.8	1.1
23/03/2021	33	21.7	87	75.1
24/03/2021	30	20.1	91.1	10.2
25/03/2021	31.6	21.8	90.4	0
26/03/2021	33.4	22.4	82.1	0
27/03/2021	34.9	21.8	76.2	0
28/03/2021	33.1	21.6	88.5	7.5
29/03/2021	29.4	21.9	90.6	8.7
30/03/2021	31.2	21.8	90.9	1.9
31/03/2021	30	21.6	93.1	37.6

Figura 41

Datos descargados de la estación parte 4

Estación : huanuco				
o : huanuco		a : huanuco		Distrito : huanuco
Latitud :				Altitud :
Tipo : Meteorológica		Código :		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	(mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/04/2021	32.6	22.2	87.9	25.8
02/04/2021	34.1	21.3	82.1	0
03/04/2021	27.6	20.2	91.7	S/D
12/04/2021	S/D	S/D	S/D	S/D
13/04/2021	S/D	S/D	S/D	S/D
14/04/2021	S/D	S/D	S/D	S/D
15/04/2021	S/D	S/D	S/D	S/D
16/04/2021	S/D	S/D	S/D	S/D
17/04/2021	S/D	S/D	S/D	S/D
18/04/2021	S/D	S/D	S/D	S/D
19/04/2021	33.1	21.6	82.5	0
20/04/2021	32.9	21.5	83.6	0
21/04/2021	33.5	21.8	79.5	0
22/04/2021	33.6	22.8	82.4	0
23/04/2021	34.2	20.5	74.5	0
24/04/2021	33.5	22.5	82.1	1.2
25/04/2021	34.1	22	82.8	0
26/04/2021	31.2	21.5	82.8	0
27/04/2021	25.5	22.1	91.1	1.6
28/04/2021	27.2	20.3	86.2	4.8
29/04/2021	27.4	22.3	93.1	1.3

Figura 42

Datos descargados de la estación parte 5

Estación : Huanuco				
o : huanuco		a : huanuco		Distrito : huanuco
Latitud :				Altitud :
Tipo : Meteorológica		Código :		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	(mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/05/2021	33.7	19.6	78.7	0
02/05/2021	32.9	19.2	80.9	0
03/05/2021	33.8	19	79.8	0
04/05/2021	33.7	21.5	80.4	0
05/05/2021	34	21.6	83.7	0
06/05/2021	33.6	20.6	84.4	18.4
07/05/2021	32.1	21.4	86.7	9.5
08/05/2021	29	20.2	88.2	1.2
09/05/2021	29.6	20.6	87.5	0
10/05/2021	32.2	19.7	82.7	0
11/05/2021	33.4	21.3	81.5	0
12/05/2021	32.4	21.4	80.9	0
13/05/2021	31.2	21.5	86.4	4.2
14/05/2021	30.1	21.7	86.6	11.8
15/05/2021	30.9	21.8	85.5	0
16/05/2021	32.6	21.4	85.2	0
17/05/2021	33.8	21.6	83.8	0
18/05/2021	32.5	21.5	87.2	25.7
19/05/2021	31.4	21.3	85.2	0
20/05/2021	S/D	20.6	S/D	S/D

Curvas idf

Mediante el uso del Excel se realizó el cálculo de las curva IDF mediante el uso de la distribución de precipitación del SCS tipo III y se obtuvo lo siguiente para los periodos de retorno de 5, 10, 20, 50, 100

Tabla 34

Intensidad T: 5 años

INTENSIDAD DE DISEÑO		
Nº	TIEMPOS (minutos)	INTENSIDAD (mm./hora)
1	15	57.80
2	30	36.26
3	60	36.26
4	90	27.10
5	120	22.48
6	180	17.02
7	240	13.96
8	300	11.90
9	360	10.43
10	720	6.30
11	1440	3.74

Tabla 35

Intensidad T: 10 años

INTENSIDAD DE DISEÑO		
Nº	TIEMPOS (minutos)	INTENSIDAD (mm./hora)
1	15	63.76
2	30	40.00
3	60	40.00
4	90	29.90
5	120	24.80
6	180	18.78
7	240	15.40
8	300	13.13
9	360	11.50
10	720	6.96
11	1440	4.13

Tabla 36*Intensidad T: 20 años*

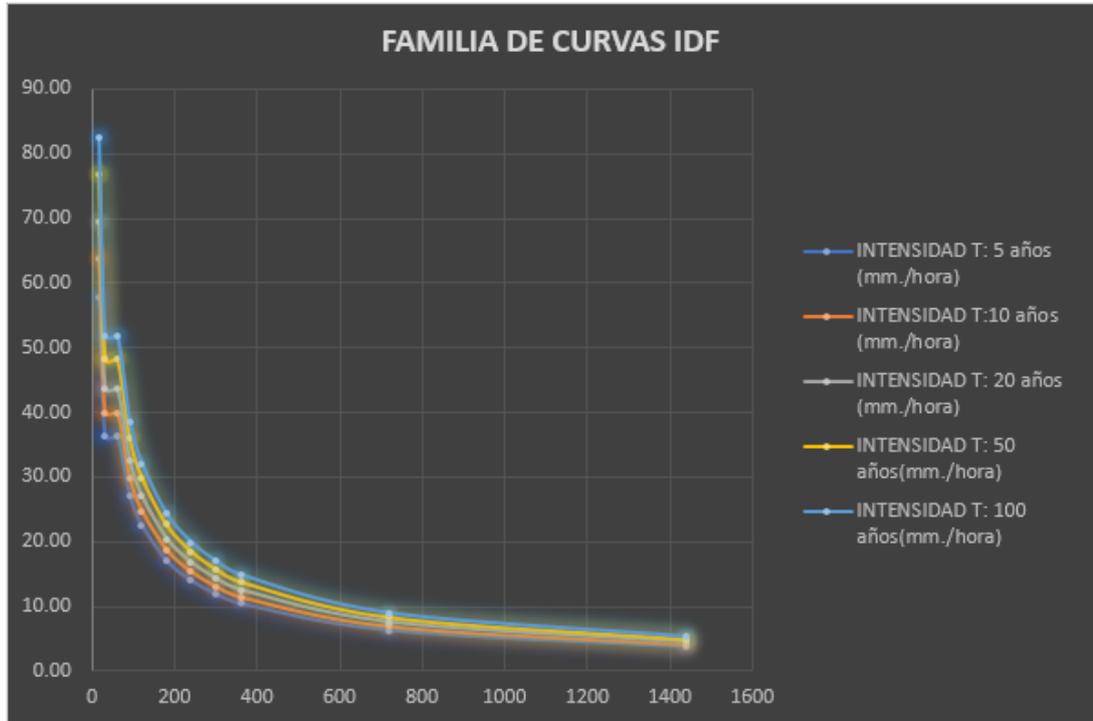
INTENSIDAD DE DISEÑO		
Nº	TIEMPOS (minutos)	INTENSIDAD (mm./hora)
1	15	69.48
2	30	43.59
3	60	43.59
4	90	32.58
5	120	27.03
6	180	20.46
7	240	16.78
8	300	14.31
9	360	12.53
10	720	7.58
11	1440	4.50

Tabla 37*Intensidad T: 100 años*

INTENSIDAD DE DISEÑO		
Nº	TIEMPOS (minutos)	INTENSIDAD (mm./hora)
1	15	82.43
2	30	51.71
3	60	51.71
4	90	38.65
5	120	32.06
6	180	24.28
7	240	19.90
8	300	16.97
9	360	14.87
10	720	8.99
11	1440	5.33

Figura 43

Familia de Curvas IDF



Intensidad de diseño de las curvas IDF

Tabla 38*Ajuste de Intensidad T: 5 años*

INTENSIDADES DE DISEÑO PARA TIEMPOS INTERMEDIOS Y REAJUSTADOS CON LINEA DE AJUSTE DE TENDENCIA, CALCULADOS USANDO LA ECUACIÓN DEL GRÁFICO

Nº	TIEMPOS	X	INTENSIDADES
1	5	0.33	80.02
2	20	1.33	50.17
3	40	2.33	38.12
4	60	3	32.71
5	90	4	26.52
6	120	5	21.71
7	180	6	17.79
8	240	7	14.47
9	300	8	11.60
10	360	9	9.06
11	720	10	6.79
12	1440	11	4.74

Tabla 39*Ajuste de Intensidad T: 10 años*

INTENSIDADES DE DISEÑO PARA TIEMPOS INTERMEDIOS Y REAJUSTADOS CON LINEA DE AJUSTE DE TENDENCIA, CALCULADOS USANDO LA ECUACIÓN DEL GRÁFICO

Nº	TIEMPOS	X	INTENSIDADES
1	5	0.33	104.74
2	20	1.33	65.68
3	40	2.33	49.91
4	60	3	42.83
5	90	4	34.72
6	120	5	28.43
7	180	6	23.29
8	240	7	18.95
9	300	8	15.19
10	360	9	11.87
11	720	10	8.90
12	1440	11	6.21

Tabla 40*Ajuste de Intensidad T: 20 años*

INTENSIDADES DE DISEÑO PARA TIEMPOS INTERMEDIOS Y REAJUSTADOS CON LÍNEA DE AJUSTE DE TENDENCIA, CALCULADOS USANDO LA ECUACIÓN DEL GRÁFICO			
N°	TIEMPOS	X	INTENSIDADES
1	5	0.33	96.19
2	20	1.33	60.31
3	40	2.33	45.83
4	60	3	39.32
5	90	4	31.88
6	120	5	26.10
7	180	6	21.39
8	240	7	17.40
9	300	8	13.94
10	360	9	10.89
11	720	10	8.16
12	1440	11	5.70

Tabla 41*Ajuste de Intensidad T: 100 años*

INTENSIDADES DE DISEÑO PARA TIEMPOS INTERMEDIOS Y REAJUSTADOS CON LÍNEA DE AJUSTE DE TENDENCIA, CALCULADOS USANDO LA ECUACIÓN DEL GRÁFICO			
N°	TIEMPOS	X	INTENSIDADES
1	5	0.33	114.12
2	20	1.33	71.56
3	40	2.33	54.38
4	60	3	46.66
5	90	4	37.83
6	120	5	30.98
7	180	6	25.38
8	240	7	20.65
9	300	8	16.55
10	360	9	12.93
11	720	10	9.70
12	1440	11	6.77

Figura 44

Hietograma para un T: 5 años en 24 h

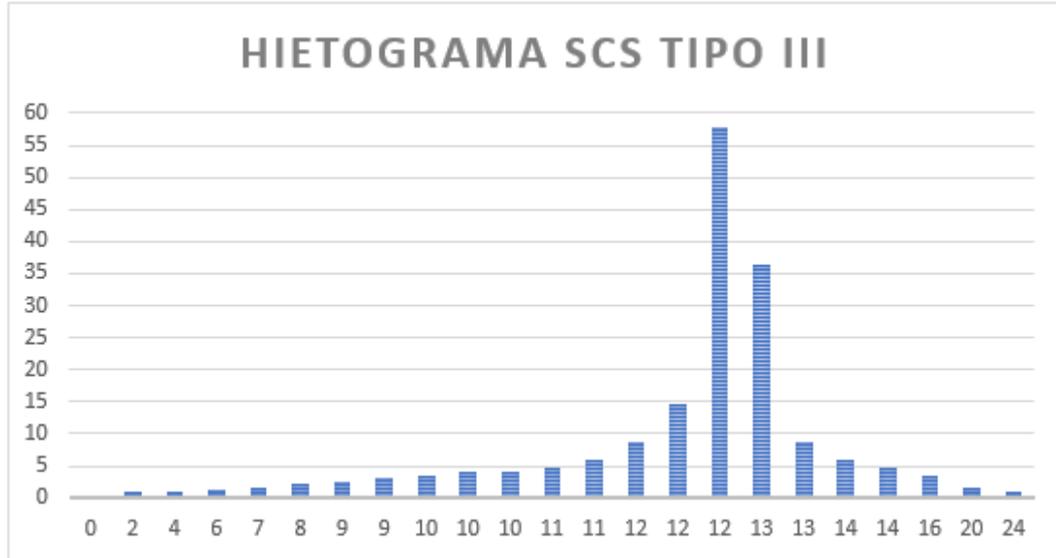


Figura 45

Hietograma para un T: 10 años en 24 h

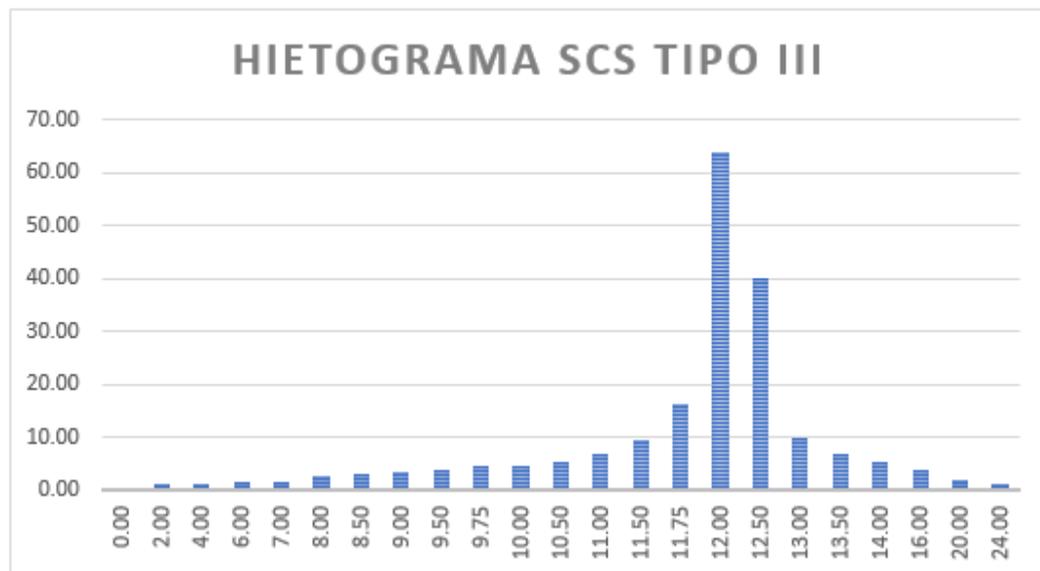


Figura 46

Hietograma para un T: 20 años en 24 h

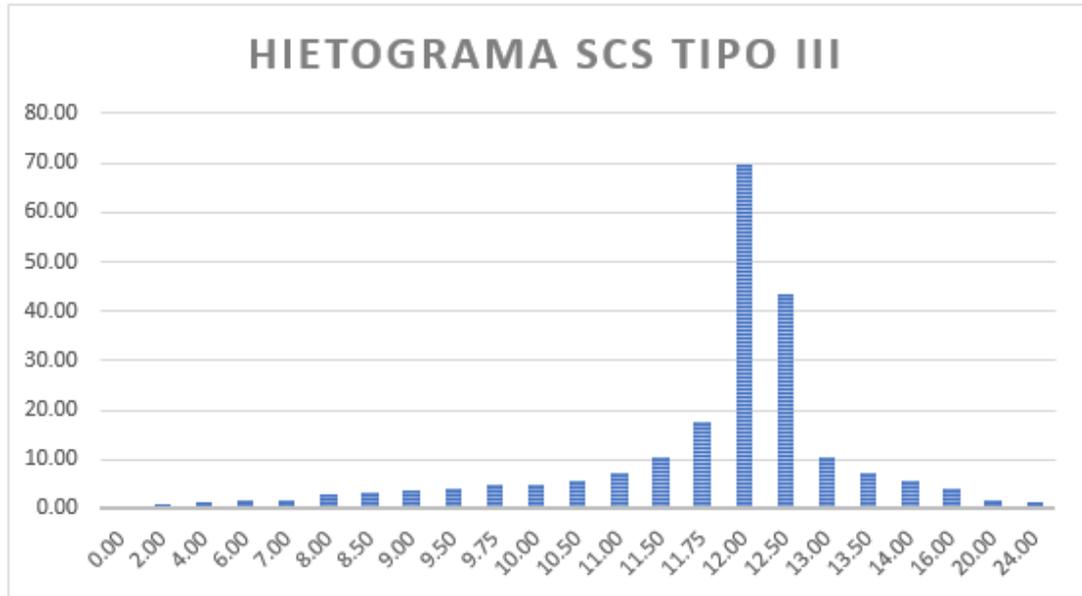
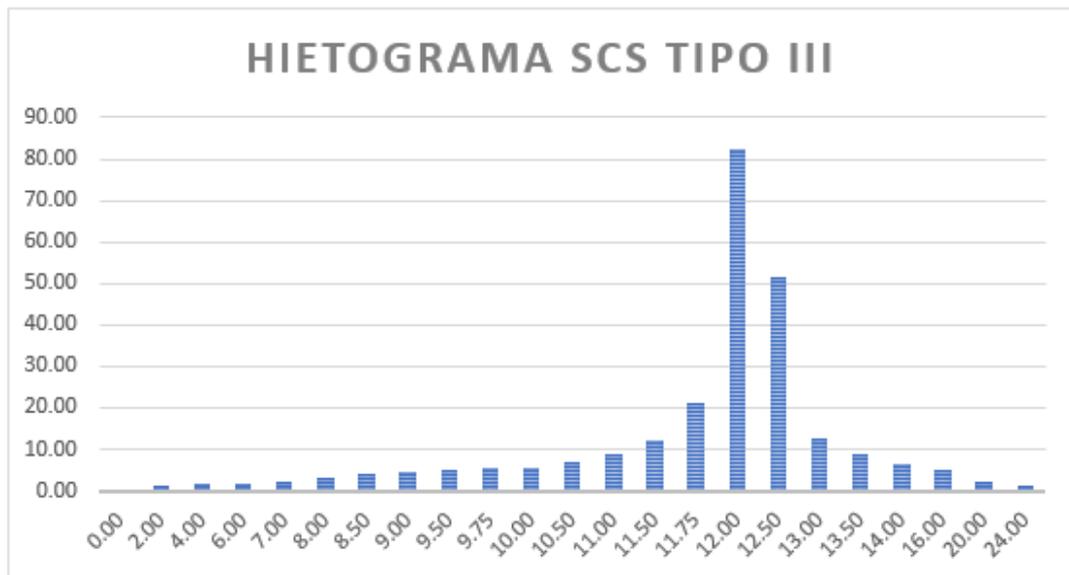


Figura 47

Hietograma para un T: 100 años en 24 h



ANEXO 5 FOTOGRAFÍAS

Figura 48

Inicio de los trabajos de campo



Figura 49

Instalando equipo topográfico



Figura 50

Inicio De Los Trabajos De Campo A La Altura Del Centro Arqueológico De Kotosh



Figura 51

Nivel de agua en un punto crítico de estudio



Figura 52

Iniciando con el levantamiento topográfico



Figura 53

Nivel de agua en otro punto crítico de la zona de estudio



Figura 54

Nivel de agua en diferentes puntos de la zona



Figura 55

Nivel de agua en diferentes puntos de la zona



Figura 56

Nivel de agua en diferentes puntos de la zona



Figura 57

Nivel de agua en diferentes puntos de la zona



Figura 58

Nivel de agua en diferentes puntos de la zona



Figura 59

Nivel de agua en otro punto crítico de la zona



Figura 60

Nivel del agua



Figura 61

Nivel del agua al margen del rio con casas existentes



Figura 62

Puente Peatonal A 800 Metros Del Tramo De Inicio De Estudio



ANEXO 6

TABLA DE DATOS DEL SENAMHI

Figura 63

Tabla de datos del senamhi

Fuente: SENAMHI / DRD

* Datos sin control de calidad.

* El uso de estos datos será de entera responsabilidad del usuario.

Leyenda:

* S/D = Sin Datos.

* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).

Estación :				
Departamento :		Provincia :		Distrito :
Latitud :		Longitud :		Altitud :
Tipo : CO - Meteorológica		Código :		
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL

ANEXO 7

TABLA DE DATOS ESTADÍSTICOS

Figura 64

Tabla de datos estadísticos

CÁLCULO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS ANUALES PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO USANDO LAS DISTRIBUCIONES NORMAL, LOGNORMAL, LOG GUMBEL, Y GUMBEL PARA PRECIPITACIONES MÁXIMAS INSTANTÁNEAS ANUALES 1994-2017					
ESTACIÓN:					
LATITUD:					
LONGITUD:					
ALTITUD:					
DEPARTAMENTO: HUANUCO					
PROVINCIA:					
DISTRITO:					
Nº	ESTACIÓN	AÑO	P _{máx} (mm)	Log P	OBSERVACIONES
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					

ANEXO 8

RESOLUCIÓN DE ASESOR DE TESIS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 109-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 02 de febrero de 2023

Visto, el Oficio N° 091-2023-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 389546-0000000629, de la Bach. **Shirley Mireya ARIAS MARTINEZ**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 389546-0000000629, presentado por el (la) Bach. **Shirley Mireya ARIAS MARTINEZ**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone a la Mg. Karen Vanessa Bastidas Salazar, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la Bach. **Shirley Mireya ARIAS MARTINEZ**, a la Mg. Karen Vanessa Bastidas Salazar, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIC – Asesor – Mat. y Reg.Acad. – Interesado – Archivo.
BLC/EJME/ats.

ANEXO 9

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 617-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 23 de marzo de 2023

Visto, el Oficio N° 425-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE PROCESOS DE LA CRECIDA DEL RIO HIGUERAS EN EL TRAMO DEL CENTRO ARQUEOLÓGICO DE KOTOSH HASTA LA DESEMBOCADURA CON EL RIO HUALLAGA - HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. Shirley Mireya ARIAS MARTINEZ.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 109-2023-D-FI-UDH, de fecha 02 de febrero de 2023, perteneciente al Bach. Shirley Mireya ARIAS MARTINEZ se le designó como ASESOR(A) a la Mg. Karen Vanessa Bastidas Salazar, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 425-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE PROCESOS DE LA CRECIDA DEL RIO HIGUERAS EN EL TRAMO DEL CENTRO ARQUEOLÓGICO DE KOTOSH HASTA LA DESEMBOCADURA CON EL RIO HUALLAGA - HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. Shirley Mireya ARIAS MARTINEZ, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Joel Luis Guarniz Flores (Secretario) y Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE PROCESOS DE LA CRECIDA DEL RIO HIGUERAS EN EL TRAMO DEL CENTRO ARQUEOLÓGICO DE KOTOSH HASTA LA DESEMBOCADURA CON EL RIO HUALLAGA - HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. Shirley Mireya ARIAS MARTINEZ para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Ibarrón Manzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
DECANO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANATE DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Eqp. Coordinado - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nh.

ANEXO 10

RESOLUCIÓN DE JURADO REVISOR DE TESIS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1593-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 19 de julio de 2023

Visto, el Of. N° 1111-2023-C-PAIC-FI-UDH y el Exp. N° 420861-0000005658 presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil, quien informa que el (la) Bach. **Shirley Mireya ARIAS MARTINEZ**, solicita Revisión del informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: "CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE PROCESOS DE LA CRECIDA DEL RIO HIGUERAS EN EL TRAMO DEL CENTRO ARQUEOLÓGICO DE KOTOSH HASTA LA DESEMBOCADURA CON EL RIO HUALLAGA - HUÁNUCO - 2023".

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Art. N° 38 y 39 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, es necesaria la revisión del Trabajo de Investigación (Tesis) por la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Huánuco; y,

Que, para tal efecto es necesario nombrar al jurado Revisor y/o evaluador, compuesta por tres miembros docentes de la Especialidad, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - **NOMBRAR**, al Jurado Revisor que evaluará el informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: "CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE PROCESOS DE LA CRECIDA DEL RIO HIGUERAS EN EL TRAMO DEL CENTRO ARQUEOLÓGICO DE KOTOSH HASTA LA DESEMBOCADURA CON EL RIO HUALLAGA - HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. **Shirley Mireya ARIAS MARTINEZ**, del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, conformado por los siguientes docentes:

- | | |
|------------------------------------|------------|
| ➤ Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas | PRESIDENTE |
| ➤ Mg. Joel Luis Guarniz Flores | SECRETARIO |
| ➤ Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza | VOCAL |

Artículo Segundo. - Los miembros del Jurado Revisor tienen un plazo de siete (07) días hábiles como máximo, para emitir el informe y opinión acerca del Informe Final del Trabajo de Investigación (Tesis).

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVESE,



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Ibarrami Monzoño Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
DECANO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:
C PAIC - Mat. y Reg. Acad.- Interesado- Jurado (03)-Archivo
BCH/EJML/rhu.

ANEXO 11

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL INFORME FINAL

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 2226-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 26 de setiembre de 2023

Visto, el Oficio N° 1509-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Informe Final de Trabajo de investigación (Tesis) intitulado: "CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE PROCESOS DE LA CRECIDA DEL RIO HIGUERAS EN EL TRAMO DEL CENTRO ARQUEOLÓGICO DE KOTOSH HASTA LA DESEMBOLCADURA CON EL RIO HUALLAGA - HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. Shirley Mireya ARIAS MARTINEZ.

CONSIDERANDO:

Que, según mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 617-2023-D-FI-UDH, de fecha 23 de marzo de 2023, se aprobó el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución, de la Bach. Shirley Mireya ARIAS MARTINEZ, y;

Que, según Oficio N° 1509-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Informe Final de Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE PROCESOS DE LA CRECIDA DEL RIO HIGUERAS EN EL TRAMO DEL CENTRO ARQUEOLÓGICO DE KOTOSH HASTA LA DESEMBOLCADURA CON EL RIO HUALLAGA - HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. Shirley Mireya ARIAS MARTINEZ, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Joel Luis Guarniz Flores (Secretario) y Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza (Vocal), quienes declaran APTO para la Sustentación de su Tesis, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único. - APROBAR, el Informe Final de Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "CARACTERIZACIÓN HIDRÁULICA DE PROCESOS DE LA CRECIDA DEL RIO HIGUERAS EN EL TRAMO DEL CENTRO ARQUEOLÓGICO DE KOTOSH HASTA LA DESEMBOLCADURA CON EL RIO HUALLAGA - HUÁNUCO - 2023", presentado por el (la) Bach. Shirley Mireya ARIAS MARTINEZ, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nta.