

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



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

TESIS

“Modelación hidrológica para un control e Identificación de zonas de riesgo y características hidráulica del rio Chaupihuaranga en el tramo urbano Ambo – Yanahuanca – 2022”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Duran Zevallos, Jr Ludwing

ASESOR: Lambruschini Espinoza, Reyder Alexander

HUÁNUCO – PERÚ

2023



U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión de riesgos y desastres

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 Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73055045

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 45250659

Grado/Título: Título oficial de máster universitario en ingeniería hidráulica y medio ambiente

Código ORCID: 0000-0003-0701-2621

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
2	Valdivieso Echevarria, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135
3	Guarniz Flores, Joel Luis	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	46064394	0000-0003-1651-8683

D

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 9:40 horas del día viernes del mes de marzo del año 2023, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA	(Presidente)
MG. MARTÍN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA	(Secretario)
MG. JOEL LUIS GUARNIZ FLORES	(Vocal)

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 305-2023-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada: **“MODELACIÓN HIDROLÓGICA PARA UN CONTROL E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICA DEL RIO CHAUPHUARANGA EN EL TRAMO URBANO AMBO – YANAHUANCA – 2022”**, presentado por el (la) **Bach. Jr Ludwing DURAN ZEVALLOS**, 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 *12* y cualitativo de *Suficiente* (Art. 47)

Siendo las *10:46* horas del día *03* del mes de *mar.20* del año *2023*, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


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


Mg. MARTÍN CÉSAR VALDIVIESO ECHEVARRÍA
ORCID: 0000-0002-0579-5135
SECRETARIO


Mg. JOEL LUIS GUARNIZ FLORES
ORCID: 0000-0003-1651-8683
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **M.Sc. Ing. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza**, asesor del PA Ingeniería Civil y designado mediante **RESOLUCIÓN N° 754-2022-D-FI-UDH** del estudiante Bach. **JR LUDWING, DURAN ZEVALLOS** de la investigación titulada, **“MODELACIÓN HIDROLÓGICA PARA UN CONTROL E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICA DEL RIO CHAUIHUARANGA EN EL TRAMO URBANO AMBO – YANAHUANCA – 2022”**.

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 22 % verificable en el reporte final de 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, 07 de Marzo de 2023

M. Sc. Ing. Reyder Alexander Lambruschini Espinoza
DNI N° 45250659
Asesor

Código ORCID: 0000-0003-0701-2621

“MODELACIÓN HIDROLÓGICA PARA UN CONTROL E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGO Y CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICA DEL RIO CHAUIHUARANGA EN EL TRAMO URBANO AMBO – YANAHUANCA – 2022”

INFORME DE ORIGINALIDAD

22%	19%	4%	13%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Hermilio Valdizan Trabajo del estudiante	3%
2	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
4	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	vbook.pub Fuente de Internet	1%

vsip.info



APELLIDOS Y NOMBRES: LAMBRUSCHINI
ESPINOZA REYDER ALEXANDER
DNI N° 45250659
CÓDIGO ORCID N° 0000-0003-0701-2621

DEDICATORIA

Dedico esta tesis primeramente a Dios, debido que gracias a que no me dejo rendirme ni caer en estos tiempos en la que estamos en lucha todos, a mi madre y padre por su gran amor en todo momento y el apoyo que recibí siempre, contando con su respaldo incondicional en todo el proceso para culminar esta etapa de mi vida, son el motor principal la cual me motiva a no dejarme rendir y poder concluir con todas mis metas.

AGRADECIMIENTO

Tengo el agrado de dar gracias a todos los docentes de la universidad de Huánuco, porque gracias a ellos que me dieron la gran ayuda para poder cumplir y desarrollar correctamente todas mis habilidades y de la misma forma me proporcionaron los conocimientos indispensables para poder culminar y desempeñarme en todos los años de mi carrera, un agradecimiento especial a mi asesor que con su ayuda puede concluir con éxito esta tesis.

También tengo que agradecer a mi familia por ser la columna principal en cada momento de mi vida y estar ahí siempre para mí, con su apoyo y su motivación para poder desempeñar correctamente todas mis habilidades.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
CAPÍTULO I.....	17
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	18
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	18
1.3 OBJETIVOS.....	19
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	19
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.4.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	19
1.4.2 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	19
1.4.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	20
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.6.1 VIABILIDAD OPERATIVA.....	20
1.6.2 VIABILIDAD TÉCNICA	21
1.6.3 VIABILIDAD ECONÓMICA-SOCIAL.....	21
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	25
2.2 BASES TEÓRICAS	26
2.2.1 CUENCA HIDROGRÁFICA	26
2.2.2 CARACTERÍSTICAS DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA ...	29
2.2.3 ANÁLISIS EN LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES – ANÁLISIS EN LAS FRECUENCIAS	33
2.2.4 PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE.....	36
2.2.5 INUNDACIONES	37
2.2.6 VULNERABILIDAD PELIGRO Y RIESGO.....	39
2.2.7 DEFINICIONES CONCEPTUALES	48
2.3 HIPÓTESIS.....	51
2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	51
2.4 VARIABLES.....	51
2.4.1 VARIABLE DEPENDIENTE.....	51
2.4.2 VARIABLE INDEPENDIENTE	52
2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	53
CAPÍTULO III.....	55
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	55
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	55
3.1.1 ENFOQUE.....	55
3.1.2 ALCANCE O NIVEL.....	55
3.1.3 DISEÑO.....	56
3.1.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	56
3.1.5 POBLACIÓN.....	56
3.1.6 MUESTRA	57
3.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS...	57
3.2.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	57
3.2.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	58
3.2.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	65
CAPÍTULO IV.....	67
RESULTADOS.....	67
4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS	67
4.1.1 ESTUDIO DEL PELIGRO	67

4.1.2 ESTUDIO DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	108
4.2 VALUACIÓN DEL RIESGO	112
4.3 MODELACIÓN CON EL SOFTWARE	113
4.4 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS	117
CAPÍTULO V.....	119
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	119
CONCLUSIONES	121
RECOMENDACIONES.....	123
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	124
ANEXOS.....	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de la cuenca por su tamaño.....	28
Tabla 2 Clasificación según el coeficiente de compacidad.....	31
Tabla 3 Según el coeficiente de forma.....	32
Tabla 4 Clasificación según la pendiente media.....	33
Tabla 5 Prueba de valores para el método de Kolomogorov- Smirnov.....	37
Tabla 6 Tabla de Grupo etario.....	39
Tabla 7 Servicios educativos expuestos.....	40
Tabla 8 Servicios de salud expuestos.....	40
Tabla 9 Tipo de material de construcción usado en la edificación.....	41
Tabla 10 Elevación de las edificaciones.....	41
Tabla 11 Actitud frente al riesgo.....	42
Tabla 12 Conocimiento sobre desastres.....	42
Tabla 13 Ubicación de la edificación.....	43
Tabla 14 Material.....	43
Tabla 15 Estado de la edificación.....	44
Tabla 16 Antigüedad de la edificación.....	45
Tabla 17 Configuración en la elevación.....	45
Tabla 18 Ingreso de la familia.....	46
Tabla 19 PEAD.....	46
Tabla 20 Tipo de Variables, dimensiones, escala.....	53
Tabla 21 Cuestionario plantilla (datos).....	58
Tabla 22 Cuestionario plantilla (primera parte).....	58
Tabla 23 Cuestionario plantilla (segunda parte).....	60
Tabla 24 Datos de la estación.....	67

Tabla 25 Datos de precipitaciones diarias por mes de la estación de San Rafael	68
Tabla 26 P _{máx} y logP	70
Tabla 27 Distribución Normal por medio del Excel	74
Tabla 28 Distribución Log Normal mediante Excel	77
Tabla 29 Distribución de Gumbel mediante Excel	80
Tabla 30 Prueba Kolmorov para la Distribución Normal	81
Tabla 31 Prueba Kolmorov para Log Normal.....	81
Tabla 32 Prueba de Kolmorov para Gumbel.....	82
Tabla 33 Cuadro de resumen	83
Tabla 34 Cuadro de intensidades y precipitaciones acumuladas para un return period de 5 años	84
Tabla 35 Cuadro de intensidades y precipitaciones acumuladas para un return period de 10 años	86
Tabla 36 Cuadro de intensidades y precipitaciones acumuladas para un return period de 20 años	88
Tabla 37 Cuadro de intensidades y precipitaciones acumuladas para un return period de 50 años	90
Tabla 38 Cuadro de intensidades y precipitaciones acumuladas para un return period de 100 años	92
Tabla 39 Intensidades de diseño en 24 horas para un return period de 5 años	94
Tabla 40 Datos ajustados usando la ecuación del grafico para un return period de 5 años	95
Tabla 41 Intensidades de diseño en 24 horas para un return period de 10 años	96
Tabla 42 Datos ajustados usando la ecuación del grafico para un return period de 10 años	97

Tabla 43 Intensidades de diseño en 24 horas para un return period de 20 años	98
Tabla 44 Datos ajustados usando la ecuación del grafico para un return period de 20 años	99
Tabla 45 Intensidades de diseño en 24 horas para un return period de 50 años	100
Tabla 46 Datos ajustados usando la ecuación del grafico para un return period de 50 años	101
Tabla 47 Intensidades de diseño en 24 horas para un return period de 100 años	102
Tabla 48 Datos ajustados usando la ecuación del grafico para un return period de 100 años	103
Tabla 49 Código y peso del tiempo de retorno	107
Tabla 50 Ponderado de material de la que está compuesta las edificaciones	108
Tabla 51 Ponderado en la cantidad de pisos por cada vivienda.....	108
Tabla 52 Ponderado en la actitud mostrada frente a un riesgo	109
Tabla 53 Ponderado sobre el conocimiento que se tiene sobre los desastres	109
Tabla 54 Ponderación del estado de la edificación.....	110
Tabla 55 Ponderación en la antigüedad de la construcción.....	110
Tabla 56 Ponderación del ingreso familiar	111
Tabla 57 Ponderación de PEA.....	111
Tabla 58 Áreas de inundación	116
Tabla 59 Para 20 y 50 años su área de inundación.....	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cuenca Hidrográfica	27
Figura 2 Clasificación de la pendiente media de un cauce	29
Figura 3 Área de la cuenca	30
Figura 4 Diseño en HEC-RAS.....	47
Figura 5 Tabla de plantilla para las precipitaciones máximas primera parte	61
Figura 6 Tabla de plantilla para las precipitaciones máximas segunda parte	62
Figura 7 Cuadro de plantilla de la prueba de Kolmorov primera parte	62
Figura 8 Cuadro de plantilla de la prueba de kolmorov segunda parte	63
Figura 9 Cuadro de plantilla para las intensidades primera parte	64
Figura 10 Cuadro de plantilla para las intensidades segunda parte	65
Figura 11 Cuadro de plantillas para las intensidades tercera parte	65
Figura 12 Distribución Normal en el HidroEsta (return period: 5 años).....	71
Figura 13 Distribución Normal en el HidroEsta (return period: 10 años).....	72
Figura 14 Distribución Normal en el HidroEsta (return period: 20 años).....	72
Figura 15 Distribución Normal en el HidroEsta (return period: 50 años) Nota: la distribución normal para un periodo de 50 años de retorno tiene un caudal de 48.54 m ³ /s y un delta teórico de 0.1017	73
Figura 16 Distribución Normal en el HidroEsta (return period: 100 años) Nota: la distribución normal para un periodo de 100 años de retorno tiene un caudal de 51.21 m ³ /s y un delta teórico de 0.1017	73
Figura 17 Distribución Log Normal en el HidroEsta (return period: 5 años). 74	
Figura 18 Distribución Log Normal en el HidroEsta (return period: 10 años)75	
Figura 19 Distribución Log Normal en el HidroEsta (return period: 20 años)75	
Figura 20 Distribución Log Normal en el HidroEsta (return period: 50 años)76	

Figura 21 Distribución Log Normal en el HidroEsta (return period: 100 años)	76
Figura 22 Distribución Gumbel en el HidroEsta (return period: 5 años)	77
Figura 23 Distribución Gumbel en el HidroEsta (return period: 10 años)	78
Figura 24 Distribución Gumbel en el HidroEsta (return period: 20 años)	79
Figura 25 Distribución Gumbel en el HidroEsta (return period: 50 años)	79
Figura 26 Distribución Gumbel en el HidroEsta (return period: 100 años)	80
Figura 27 Hietograma SCS para un return period de 5 años	85
Figura 28 Gráfico de intensidad y precipitación para un return period de 5 años	85
Figura 29 Hietograma SCS para un return period de 10 años	87
Figura 30 Grafico de intensidad y precipitación para un return period de 10 años	87
Figura 31 Hietograma SCS para un return period de 20 años	89
Figura 32 Grafico de intensidad y precipitación para un return period de 20 años	89
Figura 33 Hietograma SCS para un return period de 50 años	91
Figura 34 Grafico de intensidad y precipitación para un return period de 50 años	91
Figura 35 Hietograma SCS para un return period de 100 años	93
Figura 36 Grafico de intensidad y precipitación para un return period de 100 años	93
Figura 37 Grafico y línea de tendencia de las intensidades en 24 horas para un return period de 5 años	95
Figura 38 Grafico y línea de tendencia de las intensidades en 24 horas para un return period de 10 años	97
Figura 39 Grafico y línea de tendencia de las intensidades en 24 horas para un return period de 20 años	99

Figura 40 Grafico y línea de tendencia de las intensidades en 24 horas para un return period de 50 años.....	101
Figura 41 Grafico y línea de tendencia de las intensidades en 24 horas para un return period de 100 años.....	103
Figura 42 Grafico de la familia de curvas IDF ajustados.....	104
Figura 43 Cuenca de rio Chaupihuranga	106
Figura 44 Imagen Satelital de la cuenca superpuesta	107
Figura 45 Lugares de riesgo en el tramo Ambo	112
Figura 46 En la parte alta de Ambo	112
Figura 47 Cauce del rio Chaupihuaranga.	113
Figura 48 Perfil del rio en el software Hec-Ras.....	114
Figura 49 Modelación para un return period de 50 años	115
Figura 50 Resultados obtenidos del programa para un return period de 20 años.....	115
Figura 51 Resultados del programa para un return period de 50 años	116
Figura 52 Tramo de Ambo	117
Figura 53 Imagen Satelital	130
Figura 54 Encuesta primera parte.....	131
Figura 55 Encuesta segunda parte	131
Figura 56 Encuesta tercera parte.....	132
Figura 57 Cauce del rio vista transversal.....	133
Figura 58 Vista transversal para los periodos de retorno de 25 y 50 años	133
Figura 59 Perfil del cauce longitudinal del rio	134

RESUMEN

Para esta investigación se estudió un tramo del río Chaupihuaranga, este se encuentra en la provincia de Ambo en el departamento de Huánuco, el objetivo principal de esta tesis es Identificar las zonas de vulnerables mediante una modelación hidrológica por un desborde del río Chaupihuaranga en el tramo urbano Ambo – Yanahuanca. Teniendo una metodología con un enfoque de recolección de datos, los datos de precipitación obtenidos del SENAMHI y luego se procede a realizar la estimación para las curvas de IDF y de ello se obtiene el estudio de análisis de vulnerabilidad en la parte social y económica. Los resultados obtenidos para las áreas de inundación para cada periodo de retorno, fueron de 20 años de 948.2 m² y de 50 años es de 1309.31 m². Los caudales máximos fueron de 139.53 m³/s para un periodo de retorno de 20 años y 170.15 m³/s para un periodo de retorno de 50 años. Y las precipitaciones del río Chaupihuaranga fueron de fue de 35.85; 41.60; 47.04; 54.02; 59.24 para los periodos de retorno de 5, 10, 20, 50, 100, 500 años respectivamente.

Palabras claves: curvas IDF, análisis de vulnerabilidad, caudales máximos, precipitaciones, periodos de retorno.

ABSTRACT

For this research, a section of the Chaupihuaranga river was studied, this is located in the province of Ambo in the department of Huánuco, the main objective of this thesis is to identify the vulnerable areas through hydrological modeling due to an overflow of the Chaupihuaranga river in the section urban Ambo-Yanahuanca. Having a methodology with a data collection approach, the precipitation data obtained from SENAMHI and then the estimation for the IDF curves is carried out and from this the vulnerability analysis study in the social and economic part is obtained. The results obtained for the flood areas for each return period were 948.2 m² for 20 years and 1309.31 m² for 50 years. The maximum flows were 139.53 m³/s for a return period of 20 years and 170.15 m³/s for a return period of 50 years. And the rainfall of the Chaupihuaranga river was 35.85; 41.60; 47.04; 54.02; 59.24 for the return periods of 5, 10, 20, 50, 100, 500 years, respectively.

Keywords: IDF curves, vulnerability analysis, maximum flows, rainfall, return periods.

INTRODUCCIÓN

Se sabe que las inundaciones están dentro de los desastres naturales, y estas tienen una peligrosidad mayor y más si se tiene población o una comunidad cercana viviendo ahí, esto puede ser en las llanuras del río, se considera este fenómeno como uno de los más habituales en el mundo. Para el Perú la situación no es diferente, también es habitual que se presente dicho fenómeno, se podría decir que cada año se presenta en ciertas partes del Perú, esto se debe a que el país tiene unas precipitaciones que son considerados como estacionales y más en la parte anida del país, la cual en tiempo de lluvias de forma intensa y de la misma forma en su periodo seco. Para la provincia de Ambo la situación no es distinta se puede decir que los meses de octubre hasta mayo son los meses en las que se presentan mayor intensidad de lluvias y mediante los estudios del Senamhi se sabe que dicha cantidad de lluvia genera riesgo de inundación y más si el río está ubicado cerca de la ciudad.

En los estudios realizados referente al tema de inundación , se puede considerar que este tema es uno de los más realizados y con cierta calidad en el mundo porque entre ellos se tiene en cuenta la información de la geografía , que se considera como una parte base para obtener información y ayuda a la ubicación como la evaluación de los lugares vulnerables, que de cierta forma son causados por la inundación, también se sabe que en el Perú se tiene un método específico para desarrollarlo y este método es propuesto por el CENEPRED, que mediante la modelación y ponderación se puede determinar la vulnerabilidad ante el desborde del río Chaupihuaranga.

En el capítulo 1 se muestra la formulación del problema, como los objetivos y la justificación de todo este estudio, para el capítulo 2 todo el marco teórico como los antecedentes, en capítulo 3 se encuentra la parte metodológica de la investigación, para la parte 4 los resultados obtenidos como el procesamiento de datos de la investigación y la contrastación de hipótesis , en el capítulo 5 se muestra la discusión de los resultados obtenidos en el capítulo 4 y comparados con los autores de los antecedentes del

capítulo 2 y por último las conclusiones y recomendaciones, conjuntamente con la referencia bibliográfica y anexos.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el Mundo, los fenómenos naturales son problemas de un alto nivel debido a los desastres que genera, se sabe que alguno de ellos tiene como fuente de origen las lluvias y precipitaciones, en otras palabras, son producidos por cambios atmosféricos como un cambio de temperatura, lo que produce efectos negativos en algunas zonas. Según Contreras (2005), En el caso de la vulnerabilidad por inundaciones tiene un aumento notorio en lugares donde cuentan con una pendiente menor, este caso se agrava si el río tiene una cota de terreno mayor comparado con el lugar donde la población habita. En el Perú los desastres naturales se presentan conjuntamente y la falta de respuesta con protocolos para poder mitigar la comunidad afectada es un problema recurrente en el país.

Según estudios se sabe que, en la sierra del Perú, tiene una presencia mayor de lluvias comparada con la costa y selva de Perú, lo que genera una mayor posibilidad de que se generen problemas de desbordes o inundaciones por los ríos causados por el incremento de lluvias, lo que trae muchas situaciones de riesgo a la comunidad que vive cerca a los mismos, por ello este estudio tiene como idea estimar lugares donde puedan ocurrir alguna de estas situaciones de riesgo.

El río Chaupihuaranga que es un afluente del río Huallaga, se encuentra principalmente en la provincia Daniel Alcides Carrión en el departamento de Pasco, pero desemboca en a la altura de la ciudad de Ambo, en el año 2019 este río presentó problemas de desborde generada por la crecida del mismo por el incremento de las lluvias, causando un derrumbe de 80 metros de las vías que une los departamentos de Huánuco, Pasco y Lima, dicho desborde se generó en el tramo del km 235 en el tramo Huánuco – Yanahuanca, dicha información fue sacada del Comercio (2019).

Dicho problema genera inconvenientes no solo en el tramo Huánuco – Yanahuanca sino también genera inconvenientes en el departamento de Pasco y la población que vive en los dos lugares, por esa razón los pobladores se preguntan porque no se hace estudios hidrológicos en dicho rio.

Conociendo la problemática que genera el rio Chaupihuaranga, este estudio de investigación propone una Modelación Hidrológica para un Control e Identificación de zonas de riesgo y características Hidráulica del rio Chaupihuaranga en el tramo urbano Ambo – Yanahuanca, teniendo en cuenta que la caracterización hidráulica del rio, también servirá como fuente de información para la problemática que se tiene en el departamento de Pasco, que es también uno de los lugares que se ve afectado por la crecida y desborde de este rio, este estudio nos permitirá tener como resultado los lugares de riesgo y también la caracterización del rio que es lo más importante.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿La modelación hidrológica permitirá estimar las zonas de vulnerables por un desborde del rio Chaupihuaranga en el tramo urbano Ambo - Yanahuanca?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Qué factores influyen en la caracterización hidráulica del rio Chaupihuaranga ante un desborde?
- ¿En qué medida los datos de la estación pluvial influyen en el desborde del rio Chaupihuaranga?
- ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad ante el desborde del rio Chaupihuaranga?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar las zonas de vulnerables mediante una modelación hidrológica por un desborde del río Chaupihuaranga en el tramo urbano Ambo - Yanahuanca.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir los que factores influyen en la caracterización hidráulica del río Chaupihuaraga ante un desborde.
- Indicar en qué medida los datos de la estación pluvial influyen en el desborde del río Chaupihuaranga.
- Determinar el grado de vulnerabilidad ante el desborde del río Chaupihuaranga.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Este trabajo de investigación dará a conocer que en el río Chaupihuaranga en las temporadas de lluvias que se da en los meses de diciembre a marzo genera un incremento en sus precipitaciones, lo que conlleva a una crecida de manera excesiva del río el cual al pasar por la ciudad de Ambo lugar donde desemboca genera embalsamientos a su paso y de la misma forma pone en vulnerabilidad a las personas y edificaciones o infraestructuras cercanas a la misma.

1.4.2 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

El trabajo de investigación nos brindará información de manera positiva en el área hidráulica de los ríos de la región Huánuco, con el propósito ser usado como base para investigaciones futuras enfocadas al campo de modelación hidráulica o estudios de los ríos, finalmente se hará uso de softwares hidráulicos con el propósito de tener mejores resultados en su caracterización.

1.4.3 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Para lograr cumplir con los objetivos que se tiene en este estudio, se hará uso de algunos softwares para modelar y hacer la caracterización del río.

1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La mayor limitación del estudio es que se hará mediante la toma de datos de una estación cercana debido a que no existe una estación en el mismo río y los datos será solo de este año lo que puede cambiar para años futuros con el cambio climático].

Otras limitaciones de este estudio de investigación se presentan a continuación:

- A nivel regional, no hay suficiente información contextual relacionada con el proyecto.
- El costo está totalmente cubierto por el tesista del proyecto.

1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 VIABILIDAD OPERATIVA

Esta investigación tiene como viabilidad operativa conseguir un estudio de modelaciones hidrológicas, usando la facilidad de programas que se tiene a la disposición del tesista, además que el uso correcto de estas herramientas y su funcionamiento adecuado, asegura el comprender completamente la caracterización del río Chaupihuaranga y su estimación de zonas vulnerables.

De misma forma esta investigación fue elaborada por un asesor experto en esta área, responsable de la dirección de este proyecto y capaz de dar respuesta a las dudas que pudieran surgir.

1.6.2 VIABILIDAD TÉCNICA

Este trabajo de investigación tiene como factibilidad los pocos estudios similares realizados, lo que nos genera información muy importante para un control y análisis del estudio que se planea realizar sirve como un progreso de expansión del conocimiento.

Los datos hidráulicos y recursos que son de forma técnica se encuentran con una disponibilidad de poder modelarlos para calibrar dichos estudios la cual mediante programas gratuitos como ArcGis, Hec-Ras y Excel se puede llevar a cabo el estudio.

Si nos enfocamos en recursos humanos, dicho estudio se elaboró con la guía del asesor encargado para poder desarrollar las metas que están en relación con este estudio de investigación.

Referente al progreso de la investigación espacial, se cuenta con una disponibilidad suficiente en el espacio y equipamiento, de dicha forma hace técnicamente posible este proyecto de tesis, porque tiene la facilidad de ser un proceso netamente y no de estudios especiales.

1.6.3 VIABILIDAD ECONÓMICA-SOCIAL

Este proyecto está financiado totalmente por los recursos propios del tesista, desde la parte inicial hasta concluir totalmente la investigación, por la misma razón este estudio no genera ninguna ganancia monetaria.

Si nos enfocamos en el ámbito social, este estudio tiene un aporte muy importante a los estudiantes, empresas y la población en general, ya que cuenta con información importante para poder conocer las características del río y de la misma forma poder prevenir lugar de riesgo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Para la siguiente investigación se realizaron estudios de tesis, así como también artículos y toda la información necesaria vinculada con el tema de investigación.

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Vargas (2017) en su tesis titulada “Riesgo Físico Frente A Inundaciones Fluviales Y Pluviales En La Cabecera Parroquial Rocafuerte Del Cantón Rioverde, Provincia De Esmeraldas, Ecuador.” Tesis (Ingeniero civil). Pontificia Universidad Católica Del Ecuador. En dicha tesis tiene como su objetivo principal la determinación del riesgo físico en la cabecera parroquial de Rocafuerte, ante inundaciones pluviales y fluviales mediante análisis espacial, definiendo sitios seguros para la población. (pág. 6) La cual tiene como conclusiones que; 1) El estudio evidencio que se esperaban registros históricamente inferiores a los presentados hoy; El cambio climático está aumentando a medida que los factores humanos provocan estos cambios a lo largo del tiempo. 2) Debido a que no se tiene una estación en dicha cuenca, el cálculo de las intensidades de lluvia en relación con la intensidad de lluvias no sería real a lo que se daría en la zona y que la elaboración de hiteogramas ayuda a la estimación de las precipitaciones. (pág. 121). Este antecedente sirve como ayuda a la elaboración de los hiteogramas como el estudio que se realizó sin tener una estación en la cuenca del río.

Hernandez, Barrios, & Ramirez (2017) en su investigación titulada “Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac.” Dicho estudio tiene como uno de su objetivo general, la aplicación de la metodología en estas dos etapas: etapa de determinación del riesgo por inundación y la etapa de determinación de

los índices de vulnerabilidad. Y tiene como conclusiones; 1) Se ha desarrollado un método de análisis de riesgo de inundación aplicable a cuencas urbanas, incluyendo modelos adicionales: determinista y paramétrico. Mientras que el modelo determinista permite la creación de mapas de riesgo en los que se ilustran los posibles daños por inundación por área y por tiempo de retorno, el modelo paramétrico conceptualiza la vulnerabilidad en las dimensiones social, económica, física y ambiental, abordando la complejidad de los factores que definirlo. 2) Este enfoque permite la generación de información adicional para reducir la incertidumbre en las estimaciones de riesgo y una metodología reproducible para cuencas urbanizadas donde hay daños relacionados con inundaciones debido a eventos climáticos extremos. (Hernandez, Barrios, & Ramires). Este antecedente nos sirve como base para realizar las diferentes metodologías a usar que son indispensables en este trabajo de tesis.

El tesista en ingeniería civil Ruiz (2017), en su trabajo de investigación titulado: "*Análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo en la cuenca alta del Río Bogotá, en el Municipio de Villapinzón, utilizando modelación hidrológica HEC-HMS e hidráulica 1D y 2D HEC-RAS e ÍBER*", tiene como objetivos específicos, el estudio del análisis y la elaboración de mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo, usando programas como Hec-Ras e Iber, también analizar un estudio hidrológico referente a la información geográfica mediante el software ArcGis. (pág. 26) Arribo a las siguientes conclusiones:

1) Con el fin de obtener los caudales máximos, se realizó un modelo de lluvia escorrentía, usando una estación confiable y realizando una calibración que se basa de ajustes probabilísticos. 2) Se encontró algunas dificultades en la calibración por ello se tuvo que calcular y estimar más datos para que la calibración sea la adecuada. (pág. 158). Este antecedente contiene el correcto uso y la calibración adecuada la cual nos permite conocer un método de calibración para aplicarlo en este trabajo.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Según Tuesta (2018) en su tesis *“Evaluación de la Vulnerabilidad y Riesgo por Inundación del río Huallaga en la ciudad de Tingo María en un entorno sig”*. El tesista indica que objetivo general la evaluación de la vulnerabilidad y el riesgo por inundaciones del río Huallaga. (pág. 2) Su metodología se enfocó en la recopilación de datos de oficina como datos de precipitación, IDF y curvas topográficas para estimar amenazas con sus respectivos escenarios, analizar la vulnerabilidad social, económica y ambiental y los riesgos de inundación en la ciudad de Tingo María y tiene como conclusiones que; 1) Se calculó que el peligro que logra alcanzar es del 10.36%, respecto a la rivera del río hasta las primeras cuadras principales 2) respecto a la vulnerabilidad calculo un 34.32% referente a la parte social, referente a la parte económica un 22.20%. Este antecedente sirve modelo para el estudio de vulnerabilidad y evaluar el riesgo y aplicarlo en este trabajo de investigación.

Según Chagua (2018) en su tesis: *“Estudio de inundación de la zona correspondiente al distrito de Calango, provincia de Cañete, departamento de Lima, Mediante el uso de los modelos matemáticos HEC-HMS Y HEC-RAS.”* Esta tesis tiene como objeto de estudio la realización de un análisis hidrológico e hidráulico para obtener mapas de inundación usando los modelos matemáticos HEC-HMS y HEC-RAS, y ARCGIS. El desarrollo del mapa de inundación inició con la delimitación de la cuenca en estudio, la delimitación de las sub-cuencas, generación de la red hídrica y de los parámetros geomorfológicos, el análisis hidrológico que realizó el tesista, comprendió desde la recolección de datos de precipitación máxima en 24 horas, la construcción del metágrafo de diseño mediante el método cúbico entrelazado y la simulación hidrológica mediante el modelo matemático HECHMS, obteniendo así caudales de diseño para los ciclos de 100 y 500 años atrás, el tesista concluyo que para el modelo hidrológico, se ingresaron los parámetros hidrológicos requeridos por el software HECHMS y al aplicar el modelo SCS, se obtuvieron los parámetros hidrológicos de diseño durante un

período de 100 años atrás, especialmente el punto de este modelo hidrológico es que en el tiempo desde la entrada de los valores Entre los coeficientes del número de curvas alineadas se decide tomar el valor más conservador, este es el “límite más alto”, produciéndose así inundaciones de mayor magnitud y es el valor de realizar la modelación hidráulica, porque sin estudiar la profundidad del río, se seleccionó como alternativa las curvas de nivel del DEM, proporcionadas por el nivel de la NASA. Esta alternativa no es del todo precisa, debido a la baja resolución del DEM, sin embargo, las secciones del río son muy parecidas a la realidad.. (pág. 83). Esta investigación sirve como base para el proceso y toma de los archivos DEM, al no contar con una batimetría del río, que el mismo problema que se tiene para este estudio.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

Según ROJAS (2018) en su tesis para obtener el título profesional: “Modelación Hidrológica E Hidráulica Del Río Tirishuanca Para Identificación De Zonas Vulnerables A Inundaciones En La Localidad De Molino, Distrito De Molino, Provincia De Pachitea, Departamento De Huánuco” su tesis resalta como objetivo general la identificación de las zonas vulnerables por inundaciones mediante la Modelación Hidrológica e Hidráulica del río Tirishuanca del sector comprendido entre el malecón Molino y barrio los Ulcumanos. Y tiene como conclusiones que, 1) Se elaboró el modelamiento hidrológico e hidráulico para prevención de inundaciones en el tramo de estudio del río Tirishuanca en el sector comprendido entre la ciudad de Molino y el Barrio los Ulcumanos, de manera satisfactoria para los periodos de retorno de 10,25,50,100,200 y 500 años. 2) Se concluye que para periodos de retorno de 10, 25, 50,100,200 y 500 años el río Tirishuanca se desbordara causando inundaciones a terrenos de cultivo y viviendas aledañas. (págs. 148, 149). Este antecedente nos sirve como dato al tomar que periodos de retornos son más efectivos y que sirvan en la realización de este trabajo de investigación.

Según Córdova (2017) que lleva como nombre “Aplicación De La Simulación Hidrológica E Hidráulica Con Sistemas De Información Geográfica Para Identificar Las Áreas De Inundación Del Río Huallaga En El Tramo Huaylla - Ambo, 2017”, tuvo como objetivo general el proponer una correcta aplicación de la simulación hidrológica e hidráulica con sistemas de información geográfica para identificar las áreas de inundación del río Huallaga en el tramo Huaylla – Ambo; el tesista indicó que la mayoría de ríos de la región de Huánuco y del país no tienen registros históricos de caudales e indicó que es difícil identificar las áreas de inundación en época de crecidas, el tramo del río Huallaga comprendido entre las localidades de Huaylla y Ambo no fue la excepción, por ello precisó que el uso de sistemas de información geográfica (SIG) y apoyada de modelos matemáticos de simulación hidrológica e hidráulica permiten identificar las áreas de inundación; se tuvo como conclusiones: 1) Se han realizado satisfactoriamente simulaciones hidrológicas e hidráulicas con el sistema de información geográfica del tramo del río Huallaga entre las localidades de Huaylla y Ambo. 2) Con la aplicación precisa de simulaciones hidrológicas e hidráulicas con un sistema de información geográfica se determinan las zonas de inundación del río Huallaga en el tramo Huaylla - Ambo mediante una metodología sencilla y automática, económica en tiempo y esfuerzo. 3) Con el análisis y procesamiento de los datos pluviométricos se determinan las zonas de inundación del río Huallaga en el tramo Huaylla - Ambo. (pág. 156), este antecedente nos sirve como modelo y ejemplo de cómo realizar la toma de datos del SIG.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 CUENCA HIDROGRÁFICA

Una cuenca hidrográfica de un río lago laguna etc. Se define como el territorio donde las aguas afluyen desde un punto específico hasta una laguna, pero dichas aguas proceden de lluvias y se considera aguas afluentes por ende son las que discurren superficialmente en ellas luego

de su trayectoria suelen emerger y se logran incorporar en el flujo superficial.

Una cuenca hidrográfica también tiene como definición en la cual se dice que es el área de terreno en donde el flujo de agua contribuye en un río o quebrada se entiendo como un área de captación o área donde las aguas provienen del río. (Forest Service, 2022)

Para delimitar una cuenca y obtener su área de estudio a través de un mapa o fotografía aérea o también por un archivo Dem, a lo largo de una línea superior o también conocida como cuenca elevada a la que se ubica puede haber un área entera desde el cual el agua fluye por un colector común o puede ser un punto de captación que también puede fluir un tramo en el cauce principal.

Figura 1
Cuenca Hidrográfica



Fuente: (Escenarios Hidricos 2030, 2021)

2.2.1.1 TAMAÑO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA

El tamaño de una cuenca se calcula según el área que esta tenga, el saber el tamaño es de suma importancia, pues esta permite calcular el potencial de escorrentía que se pueda generar en una superficie expuesta a la precipitación, mediante el efecto de

flujo superficial que podría desarrollarse. La clasificación del tamaño de la cuenca está basada en función del área como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1

Clasificación de la cuenca por su tamaño

TAMANO OE LA CUENCA km2	CLASIFICACION
Menor a 25	Muy lxqueña
De 25 a 250	Pequeña
De 250 a 500	Intermedia pequeña
De 500 a 2500	Intermedia grande
De 2500 a 5000 a	
Oe 5000 a más	Muy grande

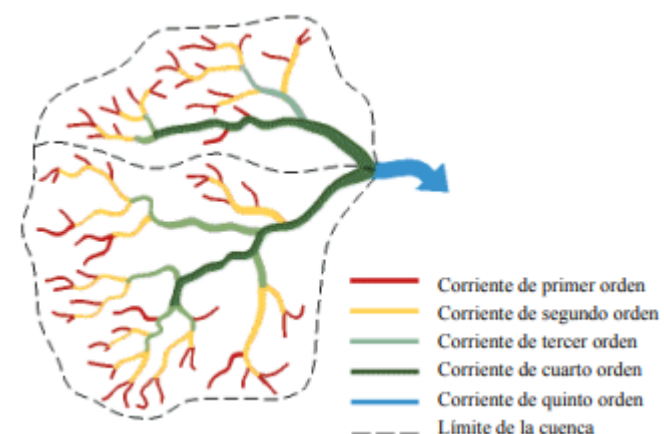
2.2.2 CARACTERÍSTICAS DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA

2.2.2.1 NUMERO DE ORDEN DE UN CAUCE

Según el americano (Horton, 2010) que fue el primero en realizar un método cuantitativo para el estudio de redes de drenaje, que lo realizó en 1940. Tuvo en consideración que en las corrientes fluviales las cuales se pueden clasificar por jerarquía, la de primer orden en la cual se realiza las cabeceras, sin corrientes tributarias; la de segundo orden que se forma con dos de la de primer orden la cual discurre hacia abajo para encontrar un cauce de segundo orden y pueda generar otro de tercera orden y así sucesivamente.

Figura 2

Clasificación de la pendiente media de un cauce



Fuente: (Horton, 2010)

Para el número de orden se tiene que clasificar de manera exhaustiva, teniendo en cuenta que al observar las ramificaciones las cuales estén correctamente y de esa forma poder usarlo para el propósito comparativo y de esa forma clasificarlos adecuadamente cada uno de ellos.

2.2.2.2 DENSIDAD DE DRENAJE

La densidad de drenaje se define como una medida de la textura de la red y se expresa de forma equilibrada la erosión que tiene el caudal terrestre y la resistencia del mismo.

La densidad de drenaje (D) tiene como formula la longitud total de los cauces y esta se divide por el área total del drenaje de la cuenca de estudio. Como se muestra a continuación

$$\sum \frac{L}{A} [m/m^2]$$

2.2.2.3 ÁREA DE LA CUENCA

Para el área de una cuenca (A) de estudio tiene como definición ser la sumatoria de todas las áreas que están comprendidas por las curvas de nivel y los límites del mismo. Esta sería una suma de una proyección horizontal.

Figura 3
Área de la cuenca



2.2.2.4 PERÍMETRO

Se simboliza con (P) se define como la suma de la longitud de los límites de una cuenca.

2.2.2.5 ÍNDICE DE COMPACIDAD

Es también conocida como coeficiente de Gravelius. La cual se determina como el cociente que existe entre el perímetro de la cuenca y perímetro de un círculo de la misma área

$$K_c = 0.2821 * \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Se considera el K_c como un coeficiente sin dimensión. Los valores que se obtenga tiene que seguir las siguientes consideraciones, por el valor puede variar entre 1, si se acerca o si está muy lejano.

$$K_c \approx 1 \text{ (cuenca regular)}$$

$$K_c \neq 1 \text{ (cuenca irregular)}$$

Tabla 2

Clasificación según el coeficiente de compacidad

Clase	Valor del K_c	Forma que toma la cuenca
CLASE I	De 1 a 1.25	Casi redonda a oval- redonda
CLASE II	De 1.26 a 1.5	Oval-redonda a oval-oblonga
CLASE II	De 1.51 a más 2	Oval-oblonga a rectangular oblonga

Fuente: (Horton, 2010)

2.2.2.6 COEFICIENTE DE FORMA

Este coeficiente se encarga de estimar la relación entre el área de captación t y la longitud axial de la cuenca, esta longitud se mide desde el punto de salida hasta el punto más alejado.

$$K_f = \frac{A}{r^2}$$

Donde el valor de KI superior a la unidad nos proporciona el grado de achatamiento de la cuenca o el de un río principal corto

Se clasifica según la siguiente tabla.

Tabla 3
Según el coeficiente de forma

VALORES DEL FACTOR DE FORMA	FORMA DE LA CUENCA
Menores a 0.22	Muy alargada
0.22 a 0.30	Alargada
0.30 a 0.37	Ligeramente alargada
0.37 a 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 a 0.60	Ligeramente ensanchada
0.80 a 1.20	Muy ensanchada
Mayores a 1.20	Rodeando del desagüe

Fuente: (Horton, 2010)

2.2.2.7 ÍNDICE DE ALARGAMIENTO

Está en relación de la longitud máxima de la cuenca y el ancho máximo de la cuenca.

$$I_a = \frac{Lm}{I}$$

Si en caso que tome valores mayores a la unidad, se clasificaría como cuencas alargadas, mientras que para valores cercanos a 1, se clasificaría como una cuenca cuya forma de red de drenaje es representado como la de un abanico y puede tener un río principal corto. (Horton, 2010).

2.2.2.8 COEFICIENTE DE MASIVIDAD

Se calcula mediante la relación entre la altura media de la cuenca y su superficie.

$$K_m = \frac{Hm}{A}$$

Se considera que el Km toma valores bajos en cuencas llanas y altos en cuencas montañosas

2.2.2.9 PENDIENTE MEDIO

Se halla como una media ponderada de todas las pendientes de superficies elementales de la cuenca en estudio, en la cual la línea de máxima pendiente tiene un valor constante; es un Índice de la velocidad media de la escorrentía y, por lo tanto, de su poder de arrastre o poder erosivo.

Tabla 4
Clasificación según la pendiente media

DESCRIPCIÓN POR PENDIENTE	VALOR DE PENDIENTES (%)
PLANO	0 HASTA 3
LIGERAMENTE ONDULADO	3 HASTA 6
ONDULADO	6 HASTA 12
MUY ONDULADO	12 HASTA 25
LIGERAMENTE ESCARPADO	25 HASTA 40
ESCARPADO	40 HASTA 60
MUY ESCARPADO	60 HASTA 75
MONTAÑOZO	MAYORES A 75

Fuente: (Horton, 2010)

2.2.3 ANÁLISIS EN LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDADES – ANÁLISIS EN LAS FRECUENCIAS

Para un análisis de frecuencias la cual tiene como finalidad estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según se requiera, para varios períodos de retorno como de 50, 75, 100 200 años, mediante el empleo de modelos probabilísticos, algunos de ellos se clasifican como discretos o continuos.

Para un análisis de frecuencias se desarrolla de la misma forma.

Se tienen las siguientes distribuciones:

Distribución Gumbel:

También conocida como doble exponencial, la cual tiene como función de distribución de probabilidades las siguientes formulas:

$$f(x) = -e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Usando el método de momets. se consigue la siguiente relación:

$$\alpha = \frac{1.2858}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

α : *parametro de concentracion*

β : *parametro de localizacion*

Según estudios de Ven Te Chow, esta distribución puede mostrarse de la siguiente forma:

$$x = \bar{x} + k\sigma_x$$

x : *cantidad de la probabilidad dada*

\bar{x} : *media de la serie*

k : *factor de frecuencia*

Distribución Normal:

Esta distribución tiene las siguientes formulas:

$$f(x) = \frac{1}{s\sqrt{(2\pi)}} e^{-0.5\left(\frac{x-\mu}{s}\right)^2}$$

$f(x)$: *funciondensidad normal de dicha variable*

x : *variable*

μ : *parametro de localizacion*

s : *parametro de escala*

Distribución Log – Normal:

Se define:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} * \frac{1}{x\beta} e^{-0.5 * \left(\frac{\ln x - \alpha}{\beta}\right)^2}$$

Si en $f(x)$, una función densidad normal de la variable x , α , β son los parámetros de la distribución, es decir la media y desviación estándar de los logaritmos de la variable aleatoria.

Esta función no necesariamente es simétrica, los valores de α y β se estiman a partir de n observaciones $X_i, i = 1, 2, 3, \dots, n$.

$$\alpha = \sum_{i=1}^n \frac{\ln x_i}{n}$$

Distribución Log - Normal 3 parámetros:

Se calcula:

$$f(x) = \frac{(x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta^\gamma \Gamma(\gamma)}$$

Solo es válido si:

$$\begin{aligned}x_0 &\leq x < \infty \\-\infty &< x_0 < \infty \\0 &< \beta < \infty \\0 &< \gamma < \infty\end{aligned}$$

Siendo:

x_0 : *parámetro de posición*
 γ : *parámetro de forma*
 β : *parámetro de escala*

Distribución Log- Pearson.

Se define:

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x \beta^\gamma \Gamma(\gamma)}$$

Solo es válido si:

$$x_0 \leq x < \infty$$

$$-\infty < x_0 < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

Siendo:

x_0 : *parámetro de posición*

γ : *parámetro de forma*

β : *parámetro de escala*

2.2.4 PRUEBAS DE BONDAD DE AJUSTE

Las pruebas de bondad de ajuste son pruebas de hipótesis que se emplean para la evaluación, si un conjunto de datos es una muestra independiente de la distribución seleccionada. (Manual de carreteras Hidrología, Hidráulica y Drenaje, 2011, p.30).

La prueba de ajuste consiste en comprobar gráfica y estadísticamente si la frecuencia experimental de la serie analizada se corresponde con una determinada función de probabilidad teórica elegida a priori, dados los parámetros estimados a partir de valores muestrales.

Las pruebas estadísticas tienen por objeto medir el grado de certeza que se obtiene al formular una hipótesis estadística sobre un conjunto, es decir, determinar el supuesto hecho de que una variable aleatoria se distribuye según una determinada función de probabilidad.

Las pruebas de bondad de ajuste más utilizadas son:

- Ajuste grafico
- Chi cuadrado
- Smirnov-kolmogorov

Para la elaboración de este estudio solo se empleará la prueba de bondad de Smirnov-kolmogorov, porque esta prueba es de las empleadas en el ámbito de la hidrología.

Smirnov – Kolmogorov

Este método se utiliza para comprobar la prueba de bondad de las distribuciones, y nos ayuda a elegir el mejor es decir el que tiene mejor ajuste.

Este método se encarga de comparar los máximos valores absolutos de la diferencia y hacer una función de distribución de probabilidad la que es observada y de la que se estima. Los valores son de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 5
Prueba de valores para el método de Kolomogorov- Smirnov

Tamaño de la muestra	$\alpha=0.10$	$\alpha =0.05$	$\alpha =0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.30	0.34	0.40
20	0.36	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
35	0.20	0.22	0.27
40	0.19	0.21	0.25

Fuente: (Horton, 2010)

2.2.5 INUNDACIONES

En la investigación de Rodríguez (2018), Las inundaciones ocurren cuando las lluvias intensas o continuas exceden la capacidad del suelo

exceden la carga máxima del río desbordan el canal principal e inundan la tierra circundante.

Las llanuras aluviales (andas de inundación) son áreas adyacentes a ríos o arroyos que están sujetas a inundaciones frecuentes. Debido a su naturaleza variable las llanuras aluviales y otras áreas propensas a inundaciones deben examinarse para determinar cómo pueden verse afectadas o afectadas por el desarrollo del mismo.

Tipos de inundación:

Dinámicas o rápidas:

Aparecen en ríos con grandes cuencas inclinadas a la influencia de lluvias intensas. Las inundaciones de los ríos ocurren repentinamente y en poco tiempo. Son los que más daño hacen a las poblaciones y a la infraestructura porque el tiempo de respuesta es casi nulo. Ejemplo: los ríos de la cuenca del Pacífico (La Leche, etc.) CENEPRED (2015).

Según su origen Inundaciones pluviales:

Se produce por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o zona geográfica sin que este fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento del cauce del río. Este tipo de crecida se produce tras un régimen de lluvias intensas y persistentes es decir por la concentración de lluvias intensas en un período muy corto de tiempo o por lluvias moderadas y persistentes durante un largo período de tiempo sobre suelos de alta pluviometría y baja permeabilidad. tierra. CENEPRED (2015)

Se produce por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o zona geográfica sin que este fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento del cauce del río. Este tipo de crecida se produce tras un régimen de lluvias intensas y persistentes es decir por la

concentración de lluvias intensas en un período muy corto de tiempo o por lluvias moderadas y persistentes durante un largo período de tiempo sobre suelos de alta pluviometría y baja permeabilidad. tierra. CENEPRED (2015)

2.2.6 VULNERABILIDAD PELIGRO Y RIESGO

El resultado de la relación entre la amenaza y la vulnerabilidad de la exposición determina el riesgo y este se utiliza para determinar los impactos probables, sociales, económicos y ambientales relacionados con los eventos naturales evaluados Cenepred (2015). Según SGM (Agencia Geológica de México (2012)) Un estudio de peligros y riesgos que presentan los fenómenos naturales ayuda a establecer estrategias para prevenir, reducir y reducir riesgos y accidentes.

Análisis de la vulnerabilidad con la metodología CENEPRED

Vulnerabilidad social

Exposición

Tabla 6
Tabla de Grupo etario

GRUPO ETARIO	PESO
De 0 a 5 años y mayores de 65 años	0.503
De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	0.26
De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	0.134
De 15 a 30 años	0.068
De 30 a 50 años	0.035

Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos de Origen Natural, 2015)

Tabla 7
Servicios educativos expuestos

SERVICIO EDUCATIVOS EXPUESTOS	PESO
> 75 % del servicio educativo expuesto.	0.503
< 75 % y > 50% del servicio educativo expuesto.	0.28
< 50 % y > 25 % del servicio educativo expuesto.	0.134
< 25% y > 10 % del servicio educativo expuesto.	0.068
< de 10 % del servicio educativo expuesto.	0.035

Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos de Origen Natural, 2015)

Tabla 8
Servicios de salud expuestos

SERVICIO DE SALUD EXPUESTOS	PESO
> 60 % del servicio de salud expuesto.	0.503
< 60 % y > 35 % del servicio de salud expuesto.	0.26
< 35 % y > 20 % del servicio de salud expuesto.	0.134
< 20 % y > 10 % del servicio de salud expuesto.	0.068
< de 10 % del servicio de salud expuesto.	0.035

Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos de Origen Natural, 2015)

Fragilidad

Tabla 9

Tipo de material de construcción usado en la edificación

MATERIAL DE CONSTRUCCION DE LA EDIFICACION	PESO
Estera/cartón.	0.503
Madera.	0.26
Quincha (caña con barro).	0.134
Adobe o tapia	0.068
Ladrillo o bloque de cemento	0.035

Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos de Origen Natural, 2015)

Tabla 10

Elevación de las edificaciones

MATERIAL DE CONSTRUCCION DE LA EDIFICACION	PESO
5 pisos.	0.503
4 pisos.	0.26
3 pisos.	0.134
2 pisos.	0.068
1 pisos.	0.035

Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos de Origen Natural, 2015)

Resiliencia

Tabla 11

Actitud frente al riesgo

ACTITUD FRENTE AL RIESGO	PESO
Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población.	0.503
Actitud escasamente previsor de la mayoría de la población	0.26

Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos de Origen Natural, 2015)

Tabla 12

Conocimiento sobre desastres

Conocimiento local sobre ocurrencias pasada de desastres	PESO
Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencia de los desastres.	0.503
Existe un escaso conocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencia de los desastres.	0.26
Existe un regular conocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencia de los desastres.	0.134
La mayoría de la población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencia de los desastres.	0.068
Toda la población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencia de los desastres.	0.035

Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos de Origen Natural, 2015)

Vulnerabilidad económica

Exposición

Tabla 13

Ubicación de la edificación

LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO
Muy cercana: 0 – 25 m.	0.503
Cercana: 25 - 50 m.	0.26
Medianamente cercana: 50 – 100 m.	0.134
Alejada: 110 – 250 m.	0.068
Muy alejada: 250 m.	0.035

Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos de Origen Natural, 2015)

Fragilidad

Tabla 14

Material

MATERIAL DE CONSTRUCCION DE LA EDIFICACION	PESO
Estera/cartón.	0.503
Madera.	0.26
Quincha (caña con barro).	0.134
Adobe o tapia	0.068
Ladrillo o bloque de cemento	0.035

Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos de Origen Natural, 2015)

Tabla 15
Estado de la edificación

ESTADO DE LA EDIFICACIÓN PESO	PESO
Muy malo: las edificaciones en que las estructuras presentan tal deterioro, que hace presumir su colapso.	0.503
Malo: las edificaciones no reciben mantenimiento regular cuya estructura acusa deterioros que la comprometan, aunque sin peligro de desplome y que los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	0.26
Bueno: las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico cuya estructura no tiene deterioro y si lo tiene no lo compromete, y es sustentable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioros visibles debido al uso normal.	0.134
Bueno: las edificaciones que reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal	0.068
Muy bueno: las edificaciones que reciben mantenimiento permanente y que	0.035
No presentan deterioro alguno.	

Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos de Origen Natural, 2015)

Tabla 16
Antigüedad de la edificación

ANTIGÜEDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACION	PESO
De 40 a 50 años.	0.503
De 30 a 40 años.	0.26
De 20 a 30 años.	0.134
De 10 a 20 años.	0.068
De 5 a 10 años.	0.035

Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos de Origen Natural, 2015)

Tabla 17
Configuración en la elevación

CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIONES	PESO
5 pisos.	0.503
4 pisos.	0.26
3 pisos.	0.134
2 pisos.	0.068
1 piso.	0.035

Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos de Origen Natural, 2015)

Resiliencia

Tabla 18

Ingreso de la familia

INGRESO FAMILIAR PROMEDIO (SOLES)	PESO
<500	0.503
>500 - <750	0.26
> 750 - < 1000	0.134
> 1000- < 1500	0.068
>1500	0.035

Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos de Origen Natural, 2015)

Tabla 19

PEAD

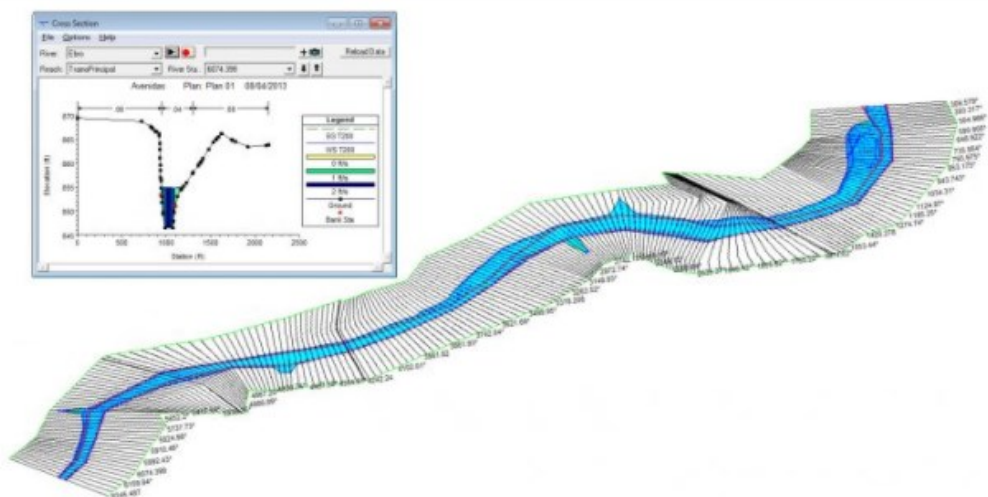
POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA	PESO
Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Escasa demanda de mano de obra para las actividades económicas. Escaso nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con ciertas limitaciones socioeconómicas.	0.503
Bajo acceso y poca permanencia en un puesto de trabajo. Poca demanda de mano de obra para las actividades económicas. Bajo nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con ciertas limitaciones socioeconómicas.	0.26
Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para las actividades económicas. Regular nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con regulares posibilidades socioeconómicas.	0.134
Escaso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para las actividades económicas. Regular nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con posibilidades socioeconómicas.	0.068
Alto acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Alta demanda de mano de obra para las actividades económicas. Alto nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones económicamente con posibilidades socioeconómicas.	0.035

Fuente: (CENEPRED, Manual para la Evaluación de Riesgos de Origen Natural, 2015)

Modelamiento con HEC-RAS

HecRas es una combinación de siglas en inglés, HEC (Centro de ingeniería hidrológica o Centro de ingeniería hidrológica) y RAS (Sistema de análisis de ríos o Sistema de análisis de ríos) es una aplicación que permite el modelado hidráulico en estado estable e inestable, el transporte de sedimentos y el análisis de la calidad del agua en canales abiertos, ríos y canales artificiales, desarrollados por el Centro de Ingeniería Hidrográfica del Cuerpo Industrial, soldados estadounidenses.). (Villón, 2011, p.15) Con HecRas se facilita el cálculo de la sección transversal del agua y parámetros hidráulicos del canal. El programa permite el desarrollo de cálculo de niveles de agua superficial de flujos que cambian gradualmente. El sistema a modelar puede ser un solo río o una red de ríos. El componente de flujo puede estudiar crítico, supercrítico o una mezcla de ambos. (Villon, 2011, pp.15,16)

Figura 4
Diseño en HEC-RAS



Fuente: CursosGis

2.2.7 DEFINICIONES CONCEPTUALES

Longitud del cauce principal (Lc):

Se define como la distancia del cauce principal desde el río receptor hasta su nacimiento la cual está cerca de la divisoria. Se halla como la suma conjunta de la longitud de los cauces que se consideran como secundarios (Lcs) de la longitud total de cauces (Ltc). Se le considera como un influente en el tiempo de concentración y la mayoría de casos de los índices morfométricos, la cual se obtiene de los mapas. (García, 2020).

Longitud axial (La):

Longitud en línea recta del eje mayor en la cuenca. (García, 2020).

Ancho medio (Am):

Se considera como el promedio del ancho que es medido en todas las secciones de la cuenca. Y se define como el cociente del área y la longitud axial. (García, 2020)

Longitud total de curvas de nivel (Ltcn):

Se considera como una suma de las longitudes de todas las curvas de la cuenca. (García, 2020)

Orden de corriente:

Según (Londoño, 1995) “Se obtiene agregando corrientes considerando una corriente de primer orden en una única corriente sin afluentes una corriente cuadrática donde se encuentran dos corrientes de primer orden una corriente terciaria donde convergen dos corrientes cuadráticas etc. Este indicador indica el nivel de estructura de la red de drenaje. En general cuanto mayor es el nivel actual mayor es la red y más claramente definida su estructura. Asimismo, un orden superior generalmente indica la presencia de controles estructurales y una mayor

probabilidad de erosión o posiblemente una cuenca hidrográfica más antigua (en ciertos tipos de relieve)”

Área entre dos cuencas de nivel (Acn):

Se considera como la superficie la cual está proyectada en un plano horizontal del área en las dos curvas de nivel consecutiva. (Garcia, 2020).

Área impermeable (Ai):

Se le define como la superficie de las zonas rocosas o de un suelo que tiene una textura de una baja capacidad de infiltración. (Garcia, 2020)

Pendiente media de la cuenca (Pm):

Se conceptualiza como una pendiente media que constituye de un elemento importante referente al agua cuando cae en la superficie, por la velocidad que la adquiere y la erosión que se produce. (Garcia, 2020)

Diferencia de elevación de la cuenca (Ec):

Según (Garcia, 2020) “Es la diferencia en m. entre la altitud del punto más elevado en la divisoria y a la salida de la cuenca. La variación altitudinal de una cuenca hidrográfica incide directamente sobre su distribución térmica y por lo tanto en la existencia de microclimas y hábitats muy característicos de acuerdo a las condiciones locales reinantes. Constituye un criterio de la variación territorial del escurrimiento resultante de una región, el cual, da una base para caracterizar zonas climatológicas y ecológicas de ella.” (pág. 12)

Vulnerabilidad

Se define como la sensibilidad del uso de la tierra al fenómeno de inundación, que depende solo del tipo de uso de la tierra y la percepción social del riesgo. Porta (2020).

Amenaza/peligro

Probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos. (Ministerio de Salud, 2015)

Análisis de vulnerabilidad

En el marco de la Ley NO 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N0048-2011-PCM) se define la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. (Garcia, 2020)

Riesgo

Se considera como el daño potencial que las amenazas pueden generar a los elementos vulnerables y se evalúa conociendo los datos de amenaza y vulnerabilidad. Robayo (2014).

$$R = A \times V$$

Donde, A: Amenaza, R: Riesgo y V: Vulnerabilidad

Hidrología

Mejía (2012) manifiesta que en el año 1961 Merriam y Webster describe a la hidrología como “La ciencia se encarga de estudiar la propiedades, distribución y circulación del agua, en la superficie de la tierra, en el suelo, bajo las rocas y en la atmosfera, en lo que se refiere a la evaporación y precipitación”

Precipitación

Es cualquier tipo de agua que cae sobre la superficie de la tierra. Las diferentes formas de precipitación incluyen lloviznas, lluvia, nieve, granizo, agua, nieve y lluvia congelada. Robayo (2014).

Cuenca

Zona de la superficie terrestre en donde las precipitaciones que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto. Robayo (2014).

Hidrometría

La hidrometría se encarga de medir, registrar, calcular y analizar los volúmenes de agua que circulan en una sección transversal de un río, canal o tubería en la unidad de tiempo. Ergueta (2016).

Caudal

Se denomina caudal en hidrografía, hidrología, hidrometría y, en general, en geografía física, al volumen de agua que circula por el cauce de un río o un canal en un lugar y tiempo determinados. Ergueta (2016).

2.3 HIPÓTESIS

2.3.1 HIPÓTESIS GENERAL

H1: La modelación hidrológica permite estimar las zonas vulnerables ante un desborde del río Chaupiguaranga.

2.4 VARIABLES

2.4.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Zonas vulnerables.

Indicadores:

- Secciones Transversales (Pendiente)
- Lluvias de gran intensidad
- Indica el lugar de ubicación de las estructuras

- Máximas Avenidas (Caudal).

2.4.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

La modelación hidráulica.

Indicadores:

- Precipitación
- Cuenca
- Cotas
- Áreas en peligro ante deslizamiento

2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 20

Tipo de Variables, dimensiones, escala

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
V. dependiente Zonas vulnerables.	<ul style="list-style-type: none"> • Topografía • Factor climatológico • Fenómenos demográficos de localización • Estudio Hidráulico 	<ul style="list-style-type: none"> • Secciones Transversales (Pendiente) • Lluvias de gran intensidad • Indica el lugar de ubicación de las estructuras • Máximas Avenidas (Caudal). 	Cuantitativa.	Discreta

V. independientes

La modelación hidráulica.

Software de modelación
hidráulica

- Precipitación
 - Cuenca
 - Cotas
 - Áreas en peligro ante deslizamiento
- Cuantitativa. Discreta.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 ENFOQUE

Este trabajo, se enfoca en los resultados del modelamiento hidráulico siguiendo los parámetros mínimos media recolección de datos, según Hernández (2014) la definición de este tipo de concepto se puede referenciar como una investigación de tipo cuantitativo.

De la misma forma el presente trabajo de investigación, tiene una investigación cuantitativa, debido que utilizara la recolección de datos para probar la hipótesis mediante un análisis estadístico, para poder determinar el comportamiento del río y también se identificará, clasificará y delimitará los lugares y áreas vulnerables ante el desborde del río.

3.1.2 ALCANCE O NIVEL

Según Hernandez (2014), “La tesis en si tiene una intención descriptiva lo que nos quiere decir es que describe la utilidad al mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación. Para esta clase de estudios el tesista tiene que ser capaz de definir, o al menos visualizar, qué se medirá (qué conceptos, variables, componentes, etc.) y también saber sobre qué o quiénes se recolectarán los datos (personas, grupos, comunidades, objetos, animales, hechos).” (pág. 92).

Entonces de acuerdo a lo escrito anteriormente, el trabajo de investigación es de carácter descriptiva porque trata de mostrar las características hidráulicas e hidrológicas del río Chaupiguaranga.

3.1.3 DISEÑO

Según Hernandez (2014), se sabe que una investigación si tiene de diseño no experimental, hay ciertos requisitos que tiene que cumplir como es que en la elaboración no se debe manipular ni se experimentar o se cambia con la variable independiente, las cuales al indagar casos anteriores o que ya acontecieron, de la misma forma en que la “interacción que poseen las cambiantes entre si se proporcionan de forma usual y se analizan de tal forma en cómo se suscitan los casos” (pág. 152).

De acuerdo a lo citado anteriormente el diseño del trabajo de investigación es No Experimental, porque no se modificará ni alterará los datos usados para el estudio de este trabajo de investigación y por ende no sufre cambio alguno.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

“La población tiene como dimensión todos aquellos elementos los cuales ostentan una gran variedad de características similares y estos pueden estar compuestos por objetos, individuos o dimensiones que se presentan en un lugar”, Hernandez (2014).

Por lo tanto, la población para mi trabajo de investigación seria la sub cuenca del rio Chaupihuaranga, en el distrito de Ambo, en la región de Huánuco.

3.2.2 MUESTRA

Según Tamayo (2004), “La muestra está formada por un conjunto pequeño de individuos que se saca del total de la población para posteriormente ser investigada y estudiada de forma continua” (pág. 38). Por lo tanto, la muestra será el tramo vulnerable a inundaciones del río Chaupihuaranga que abarca el malecón de ambo (margen derecho del río) aproximadamente 671m de longitud. Por lo dicho anteriormente este trabajo de investigación, tiene como muestra los datos obtenidos en ambo de la región de Huánuco.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos de este estudio se tiene como referencia al proceso en la obtención de información de manera no experimental la cual posibilite medir las cambiantes de las unidades de estudio, con el objetivo de conseguir los datos indispensables para el análisis del problema en el aspecto de la verdad social fundamento de averiguación, según Hernandez (2014).

Dicho estudio emplea técnicas de observación y un análisis en el contenido. La cual, mediante el uso y la revisión de recursos, datos y recopilación de datos, dichas técnicas tienen como propósito ayudar a recolectar la información necesaria para el inicio la investigación. Se sabe que la investigación procedió a realizar una recolección de datos que se obtienen mediante del uso correcto del Sistema de información Geográfica, entonces la técnica que se usara es la observación, medición y documentación.

De la misa forma para poder corroborar los datos obtenidos de la recolección, se empleó los siguientes instrumentos:

- Fichas de medición
- Cuadros y hojas de tablas estadísticas
- Cuestionarios

3.3.2 PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Con el fin de corroborar una correcta recolección de datos que se obtuvieron durante el proceso de desarrollo de la tesis, se emplearon los siguientes instrumentos:

- Cuestionarios

Tabla 21
Cuestionario plantilla (datos)

Cantidad de Personas encuestadas	
Edades:	Lugar:
Sexo:	

Tabla 22
Cuestionario plantilla (primera parte)

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACION
<i>¿Cuál es el material que predomina en la construcción de su vivienda</i>
Estera
Madera
Quincha
Adobe
Ladrillo
CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIONES
<i>¿Cuántos pisos es su vivienda?</i>
5 pisos.
4 pisos.

3 pisos.

2 pisos.

1 piso.

ACTITUD FRENTE AL RIESGO

¿Cuál es tu actitud frente al riesgo de inundación, selección entre estas dos opciones?

Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población.

Actitud escasamente previsor de la mayoría de la población

CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIAS PASADA DE DESASTRES

¿De las siguientes opciones cual crees que es el conocimiento de la población sobre la ocurrencia pasada de desastres mediante inundaciones?

Existe desconocimiento de toda

la población sobre las causas y consecuencias de los desastres

Existe un escaso conocimiento de toda

la población sobre las causas y consecuencias de los desastres

Existe un regular conocimiento de la

la población sobre las causas y consecuencias de los desastres

La mayoría de la población tiene

conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres

Toda la población tiene conocimiento sobre

las causas y consecuencias de los desastres

ESTADO DE LA EDIFICACIÓN PESO

¿De las siguientes opciones cuál cree usted que se encuentra el estado de su vivienda?

Muy malo

Malo

Regular

bueno

Muy bueno

Tabla 23

Cuestionario plantilla (segunda parte)

ANTIGÜEDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACION

¿Cuántos son los años de antigüedad en la que esta su vivienda?

De 40 a 50 años

De 30 a 40 años

De 20 a 30 años

De 10 a 20 años

De 5 a 10 años

INGRESO FAMILIAR PROMEDIO (SOLES)

¿Cuánto es su ingreso promedio mensual familiar?

<500

>500 - <750

> 750 - < 1000

> 1000- < 1500

>1500

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA

¿De las siguientes opciones seleccione usted cual es la situación referente al acceso y permanencia de un puesto de trabajo

Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo.

Bajo acceso y poca permanencia en un puesto de trabajo.

Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo.

Acceso y permanencia a un puesto de trabajo

Alto acceso y permanencia a un puesto de trabajo

➤ Plantillas de Excel

Las plantillas que se muestran a continuación se empleó para obtener las precipitaciones máximas, para poder calcular los datos de distribución y las intensidades, para emplear las pruebas kolmorov – Smirnov, se usaron tablas de Excel para su delta teórico y obtener la mejor distribución. Al final se usó una plantilla para obtener el diseño de las intensidades en los periodos de retornos que se está estudiando.

Figura 5

Tabla de plantilla para las precipitaciones máximas primera parte

CÁLCULO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS ANUALES PARA PRECIPITACIONES MÁXIMAS INSTANTÁNEAS ANUALES 1999-2022					
ESTACIÓN: SAN RAFAEL					
LATITUD: 10° 19'45.27" S					
LONGITUD: -76.766667					
ALTITUD: 76°10'35.47" W					
DEPARTAMENTO: HUANUCO					
PROVINCIA: AMBO					
DISTRITO: SAN RAFAEL					
N°	ESTACIÓN	AÑO	P _{máx} (mm)	Log P	OBSERVACIONES
1	San Rafael	1999			
2	San Rafael	2000			
3	San Rafael	2001			
4	San Rafael	2002			
5	San Rafael	2003			
6	San Rafael	2004			
7	San Rafael	2005			
8	San Rafael	2006			

Figura 6

Tabla de plantilla para las precipitaciones máximas segunda parte

7	San Rafael	2005			
8	San Rafael	2006			
9	San Rafael	2007			
10	San Rafael	2008			
11	San Rafael	2009			
12	San Rafael	2010			
13	San Rafael	2011			
14	San Rafael	2012			
15	San Rafael	2013			
16	San Rafael	2014			
17	San Rafael	2015			
18	San Rafael	2016			
19	San Rafael	2017			
20	San Rafael	2018			
21	San Rafael	2019			
22	San Rafael	2020			
23	San Rafael	2021			
24	San Rafael	2022			
PROMEDIO (mm)					
DESVIACIÓN ESTÁNDAR					
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (C.V.)					
COEFICIENTE DE ASIMETRÍA					
K/6					
Nº					

Figura 7

Cuadro de plantilla de la prueba de Kolmorov primera parte

Prueba Kolmorov - Smirnov para Distribución Normal							
Intervalo	Probabilidad	z	Normal LS (mm.)	Nº Datos	Frec. Rango	Frec. Acum	Δ
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
Se toma el máximo del valor de Δ =							0.0000

Prueba Kolmorov - Smirnov para Distribución Log Normal								
Intervalo	Probabilidad	z	Log Ls	LN	Nº Datos	Frec. Rango	Frec. Acum	Δ
				LS (mm.)				
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
Se toma el máximo del valor de Δ =							0.0000	

Figura 8
Cuadro de plantilla de la prueba de kolmorov segunda parte

Prueba Kolmorov - Smirnov para Distribución Log Pearson									
Intervalo	Probabilidad	z	Kt	Log Ls	LP	N° Datos	Frec. Rango	Frec. Acum	Δ
					LS (mm.)				
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
Se toma el máximo del valor de $\Delta =$									0.0000

Prueba Kolmorov - Smirnov para Distribución Gumbel									
Intervalo	Probabilidad	T	ym	k	Gumbel	N° Datos	Frec. Rango	Frec. Acum	Δ
					CL (mm.)				
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
Se toma el máximo del valor de $\Delta =$									0.0000

Figura 9*Cuadro de plantilla para las intensidades primera parte*

Datos:				
Per. Retorno	:		(Dato)	
P_{máx24h}	:			
N°	Hora t	Precipitación de 24 horas		
		Tipo III	Pacum. (mm.)	I (mm./hr)
1	0.00			
2	2.00			
3	4.00			
4	6.00			
5	7.00			
6	8.00			
7	8.50			
8	9.00			
9	9.50			
10	9.75			
11	10.00			
12	10.50			
13	11.00			
14	11.50			
15	11.75			
16	12.00			
17	12.50			
18	13.00			
19	13.50			
20	14.00			
21	16.00			
22	20.00			
23	24.00			

Figura 10

Cuadro de plantilla para las intensidades segunda parte

INTENSIDAD DE DISEÑO					
N°	TIEMPOS (minutos)	INTENSIDAD T: años	C1	C2	C3
1	15	0.00	0.33	1.33	2.33
2	30	0.00			
3	60	0.00			
4	90	0.00			
5	120	0.00			
6	180	0.00			
7	240	0.00			
8	300	0.00			
9	360	0.00			
10	720	0.00			
11	1440	0.00			

Figura 11

Cuadro de plantillas para las intensidades tercera parte

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	
2	20	1.33	
3	40	2.33	
4	60	3	
5	90	4	
6	120	5	
7	180	6	
8	240	7	
9	300	8	
10	360	9	
11	720	10	
12	1440	11	

3.3.3 PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Procesamiento de Datos:

Para la recolección de datos en cuanto al diseño del río se utilizó imágenes satelitales.

Para la recolección de los datos de precipitación se hizo uso de estaciones cercanas.

Para procesamiento de datos en las cuales se realizó mediante fórmulas empíricas se realizó mediante el uso de hojas Excel la cual mediante el formato que tiene este programa de Microsoft se ingresó las formulas requeridas para cada proceso.

Análisis de Datos:

Luego del procesamiento, se realizó un modelamiento con el uso del programa Hec-Ras donde se podrá ver el comportamiento del rio y al final con dichos resultados poder estimar los lugares de riesgos que se tienen en caso se desborde el rio Chaupihuaranga.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1 ESTUDIO DEL PELIGRO

Se procederá con los factores desencadenantes

Estudio de Precipitación

En el desarrollo de este estudio se eligió una estación pluviométrica, la cual está inscrita en el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), para poder desarrollar este estudio se identificó las estaciones que se encuentran cercanas al lugar de estudio, siendo la estación elegida la de San Rafael.

Tabla 24
Datos de la estación

Estación	San Rafael
Tipo	Pluviométrica
Provincia	Ambo
Distrito	San Rafael
Latitud	10°19'45.27"S
Longitud	76°10'35.47"W
Altura (msnm)	2722

Tabla 25*Datos de precipitaciones diarias por mes de la estación de San Rafael*

N°	Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	1999	17.3	21	21.6	9	7.9	9.7	2.4	12.8	14.3	6.6	19.2	14.7
2	2000	15.9	19.8	20.7	12.8	2.9	14.5	3.5	12.3	12.2	9.4	5.9	25.1
3	2001	24.4	18.8	17.6	16	5.1	5.6	5.3	7.9	9.2	16.2	41.8	26.1
4	2002	10.2	16	20.2	9.6	11.4	2.7	17.6	0.7	7	29.9	12	25
5	2003	7.5	8.6	15.2	52.9	1.9	7.2	0	22.8	9.4	6.7	27.3	18.6
6	2004	29.6	16.3	20.2	10.8	15	8	3	4.3	27.4	11.8	24.1	41.6
7	2005	9.9	32	25.9	0	1.3	0	1.9	9.3	10.6	13	16.1	10.1
8	2006	13.9	13.7	12.7	9	0.6	5.3	5.6	5.8	16.3	16.5	28.8	15.7
9	2007	22.5	11.1	25.8	6.8	6.8	0.7	31.9	3.5	12	17.1	12	22.6
10	2008	17	28.2	8.6	6.1	6.3	6.1	1.2	1.8	42.1	15.3	24.5	17.6
11	2009	16.1	17.6	25.5	14.7	14.7	3.6	7.1	4.9	9.3	12.7	16.3	22.9
12	2010	25.1	19.8	20.9	20.8	17.5	4.4	7.7	5.4	3.9	11.8	9	23
13	2011	16.4	18.2	10.4	21.8	14.4	0.8	1.4	4.5	10.3	20.1	12.2	16.1
14	2012	13.2	19.5	15.3	24.3	5	6.1	1.7	6.4	1.9	14.8	21.3	33.5
15	2013	15.6	24.8	15.9	12.2	4.7	9.9	0	0	9.1	24.6	27	41.1
16	2014	18.5	16.9	25.7	12.4	8.9	2.7	0	3.4	21.3	3.5	9.2	11.2
17	2015	13.4	9.7	16.4	12.1	13.6	0.6	6.9	3.2	4.9	10.9	13.6	15.6
18	2016	0	0	12.5	21.3	9.1	1	1.9	1.2	4.7	14.3	10.7	28.2
19	2017	15	28.4	20.8	7.2	12.1	0.9	14	7	13.3	13.6	19.7	28.6
20	2018	12	11.4	9.5	8	4.5	11.4	5.9	7.8	4.8	11.9	14.1	13.5
21	2019	18	17.8	11.3	9.8	9.7	0	16.5	14.8	15.2	10.3	11.8	12.5
22	2020	21.1	20.5	19.4	17.6	17.8	18.7	12.8	16.7	18.2	12.8	10.2	20
23	2021	17.3	17.5	15.4	13.4	9.5	10.3	11.5	16.4	14.9	17.1	12.9	17
24	2022	17.6	19.5	13.4	12.6	0	0	0	0	0	0	0	19

En la tabla 25 se puede ver los datos obtenidos de la estación de San Rafael en los años 1999-2022

Luego de sacar los datos se procede a trabajar con los datos obtenidos por ello se seleccionará el valor máx. de precipitación de cada año para poder realizar las distribuciones y con ello obtener los diferentes periodos de retorno, empleando las precipitaciones máximas.

Tabla 26
P_{máx} y logP

ESTACIÓN: SAN RAFAEL					
LATITUD: 10° 19'45.27" S					
LONGITUD: -76.766667					
ALTITUD: 76°10'35.47" W					
DEPARTAMENTO: HUÁNUCO					
PROVINCIA: AMBO					
DISTRITO: SAN RAFAEL					
N°	ESTACIÓN	AÑO	P _{máx} (mm)	Log P	OBSERVACIONES
1	San Rafael	1999	21.6	1.334453751	
2	San Rafael	2000	25.1	1.399673721	
3	San Rafael	2001	41.8	1.621176282	
4	San Rafael	2002	29.9	1.475671188	
5	San Rafael	2003	52.9	1.723455672	
6	San Rafael	2004	41.6	1.619093331	
7	San Rafael	2005	32	1.505149978	
8	San Rafael	2006	28.8	1.459392488	
9	San Rafael	2007	31.9	1.503790683	
10	San Rafael	2008	42.1	1.624282096	
11	San Rafael	2009	25.5	1.40654018	
12	San Rafael	2010	25.1	1.399673721	
13	San Rafael	2011	21.8	1.338456494	
14	San Rafael	2012	33.5	1.525044807	
15	San Rafael	2013	41.1	1.613841822	
16	San Rafael	2014	25.7	1.409933123	
17	San Rafael	2015	16.4	1.214843848	
18	San Rafael	2016	28.2	1.450249108	
19	San Rafael	2017	28.6	1.456366033	
20	San Rafael	2018	14.1	1.149219113	
21	San Rafael	2019	18	1.255272505	
22	San Rafael	2020	21.1	1.324282455	
23	San Rafael	2021	17.5	1.243038049	
24	San Rafael	2022	19.5	1.290034611	
PROMEDIO (mm)			28.492	1.43095563	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR			9.762	0.14682231	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN (C.V.)			0.34	0.102604	
COEFICIENTE DE ASIMETRÍA			0.75	0.050527497	
K/6			0.12551955	0.00842125	
N°			24	24	

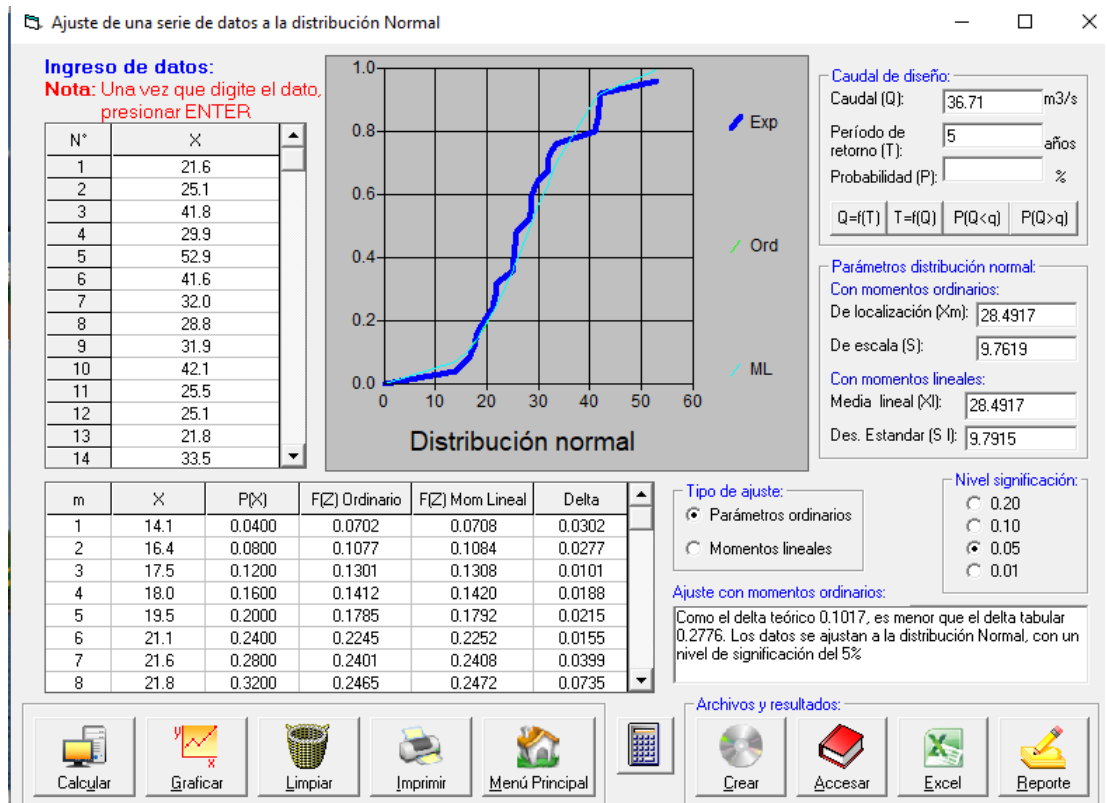
Luego de realizado los cálculos en la tabla 26 donde se obtuvo el coeficiente de variación, se tomó las precipitaciones máximas y se ingresó esos datos al hidroesta, con ayuda de ese programa se consigue obtener las distribuciones necesarias para este estudio, como es la distribución log normal, normal y de Gumbel, en los periodos de retorno de 5,10,20,50 y 100 años, y luego comprobarlo con la parte teórica realizado en el Excel con el uso de las formulas respectivas para cada distribución.

Distribución Normal

Hidroesta 2

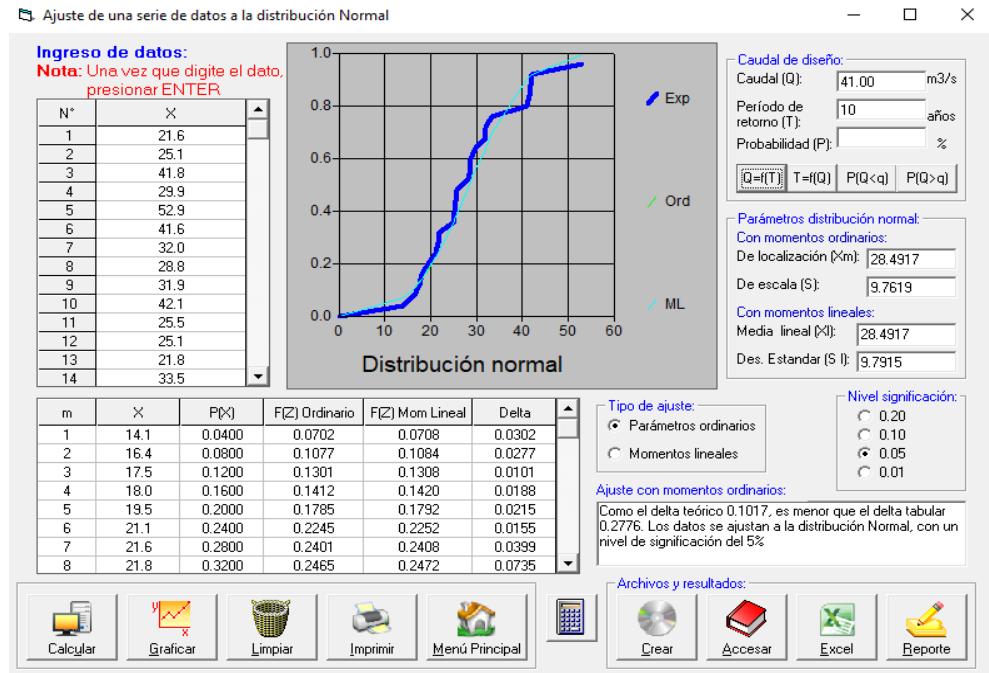
Figura 12

Distribución Normal en el HidroEsta (return period: 5 años)



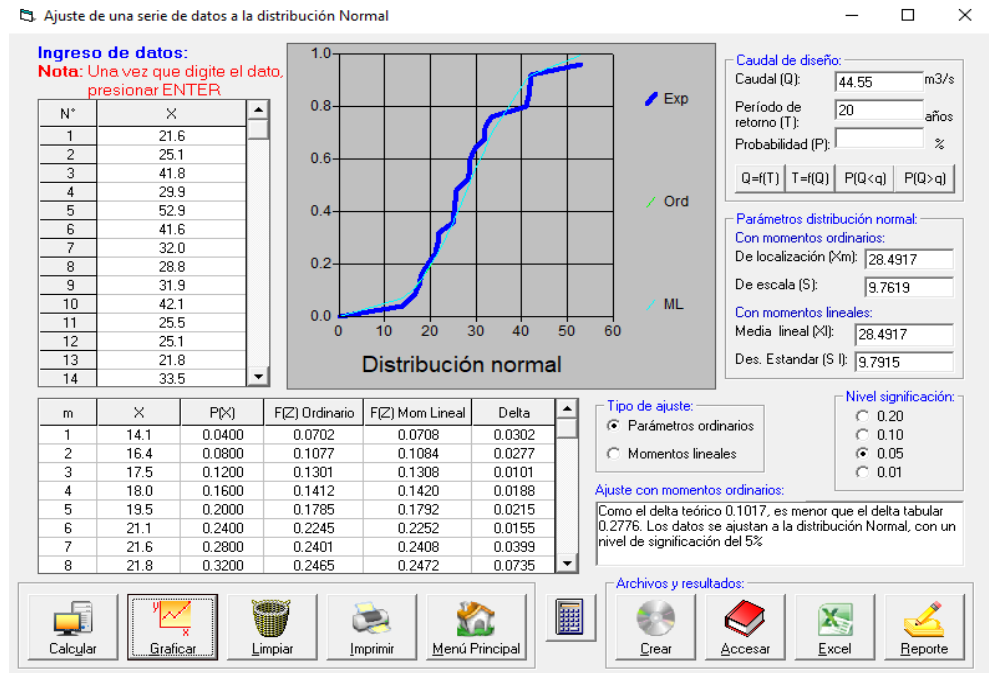
Nota: la distribución normal para un periodo de 5 años de retorno tiene un caudal de 36.71 m³/s y un delta teórico de 0.1017

Figura 13
Distribución Normal en el HidroEsta (return period: 10 años)



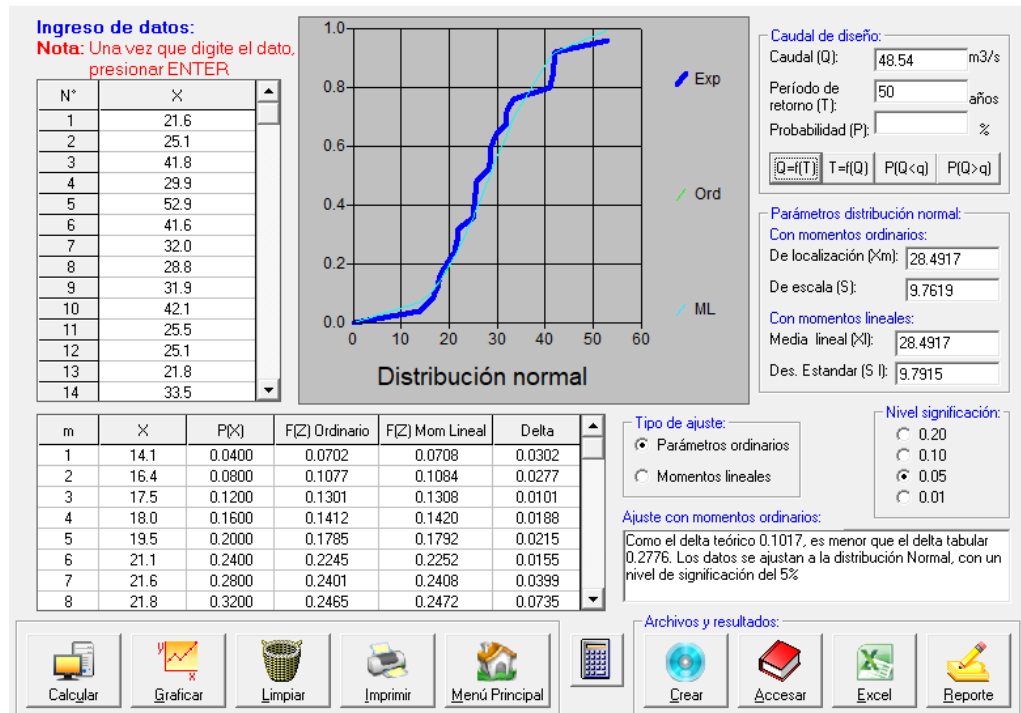
Nota: la distribución normal para un periodo de 10 años de retorno tiene un caudal de 41 m³/s y un delta teórico de 0.1017

Figura 14
Distribución Normal en el HidroEsta (return period: 20 años)



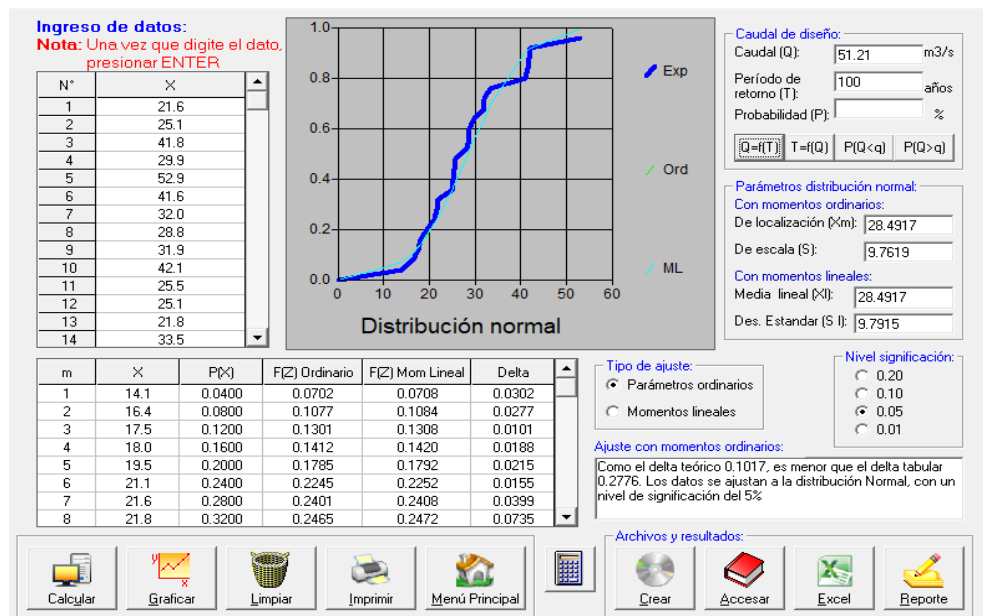
Nota: la distribución normal para un periodo de 20 años de retorno tiene un caudal de 44.55 m³/s y un delta teórico de 0.1017

Figura 15
Distribución Normal en el HidroEsta (return period: 50 años)



Nota: la distribución normal para un periodo de 50 años de retorno tiene un caudal de 48.54 m³/s y un delta teórico de 0.1017

Figura 16
Distribución Normal en el HidroEsta (return period: 100 años)



Nota: la distribución normal para un periodo de 100 años de retorno tiene un caudal de 51.21 m³/s y un delta teórico de 0.1017

Excel

Tabla 27

Distribución Normal por medio del Excel

CALCULO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS INSTANTÁNEOS ANUALES USANDO UNA DISTRIBUCIÓN NORMAL						
N°	T (años)	P	W	Z	P(mm.)	
1	2	0.5000	1.17741	0.00	28.49	
2	5	0.2000	1.79412	0.841	36.71	
3	10	0.1000	2.14597	1.28	41.00	
4	20	0.0500	2.44775	1.645	44.55	
5	25	0.0400	2.53727	1.75	45.59	
6	50	0.0200	2.79715	2.054	48.54	
7	100	0.0100	3.03485	2.33	51.21	
8	500	0.0020	3.52551	2.879	56.59	

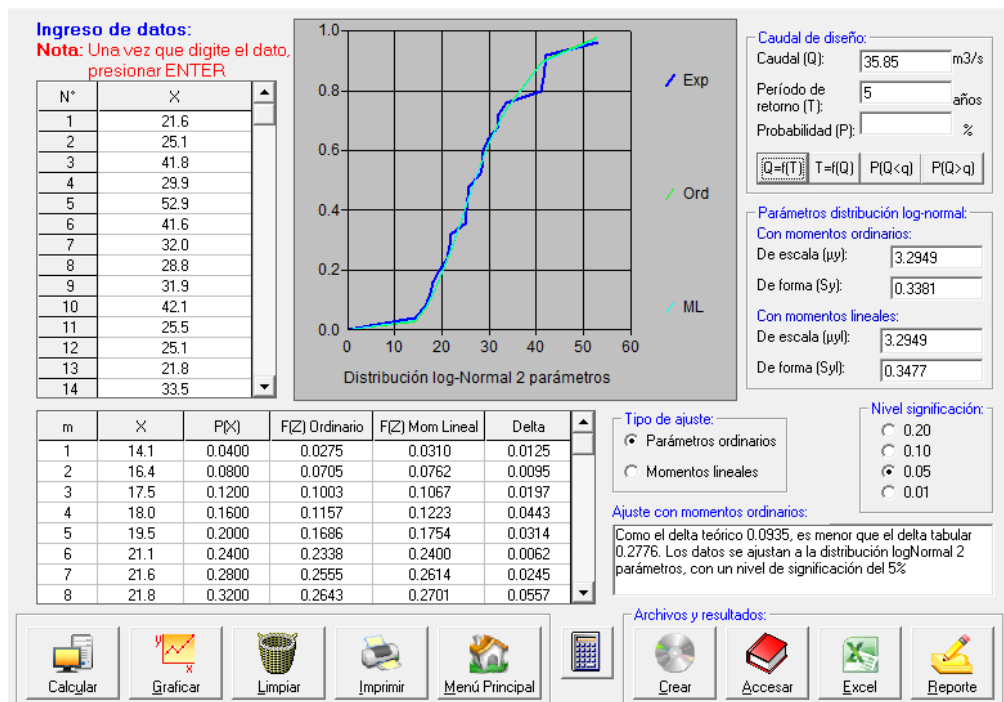
Nota: las precipitaciones de los periodos de retorno analizados 5,10,20, 50 y 100 en el HidroEsta.

Distribución Log Normal

Hidroesta 2

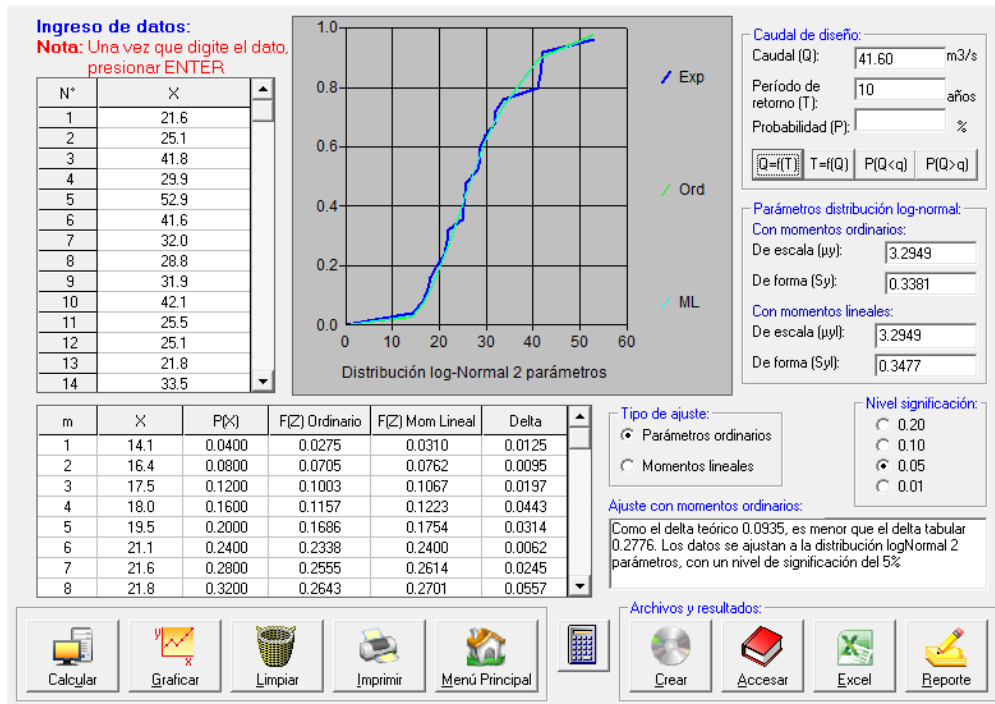
Figura 17

Distribución Log Normal en el HidroEsta (return period: 5 años)



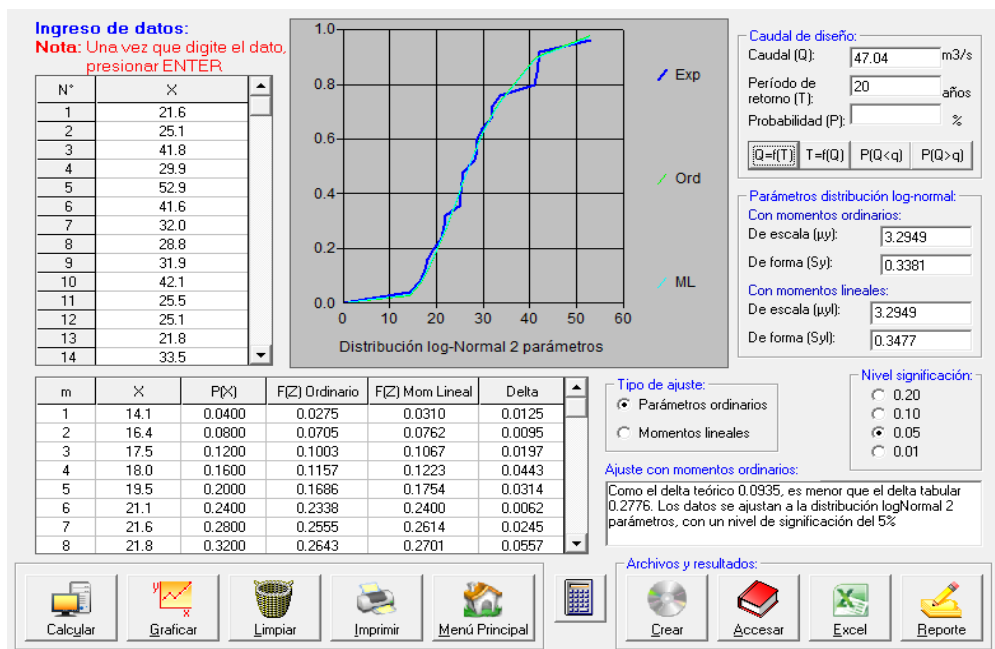
Nota: la distribución lognormal para un periodo de 5 años de retorno tiene un caudal de 35.85 m3/s y un delta teórico de 0.0935

Figura 18
Distribución Log Normal en el HidroEsta (return period: 10 años)



Nota: la distribución log normal para un periodo de 10 años de retorno tiene un caudal de 41.60 m³/s y un delta teórico de 0.0935

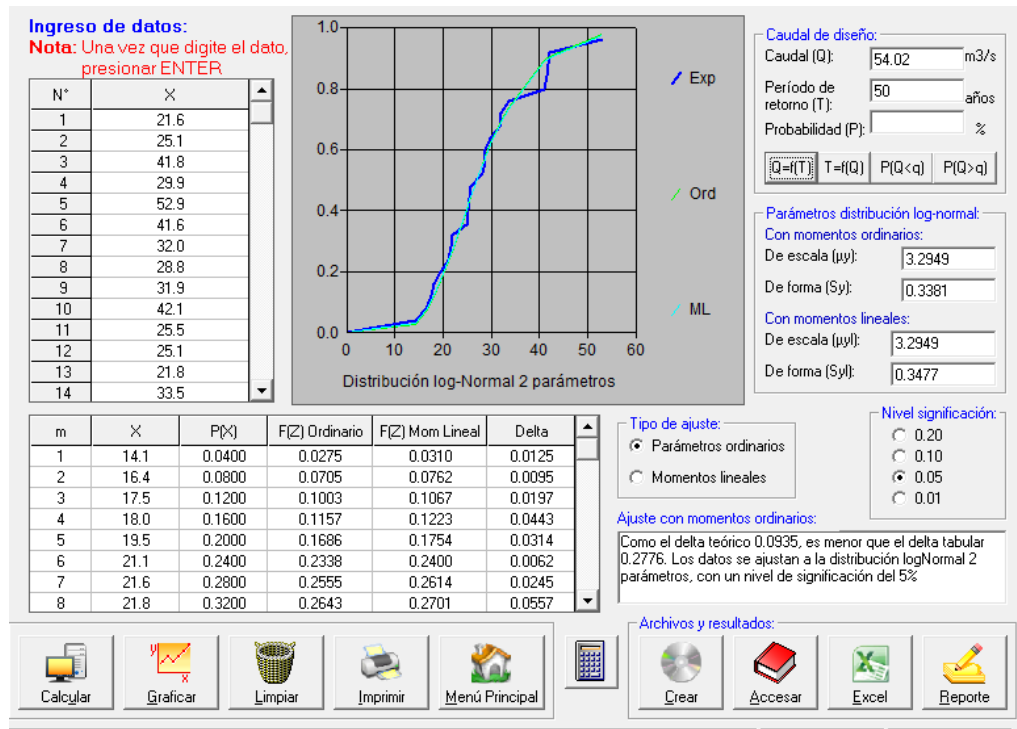
Figura 19
Distribución Log Normal en el HidroEsta (return period: 20 años)



Nota: la distribución lognormal para un periodo de 20 años de retorno tiene un caudal de 47.04 m³/s y un delta teórico de 0.0935

Figura 20

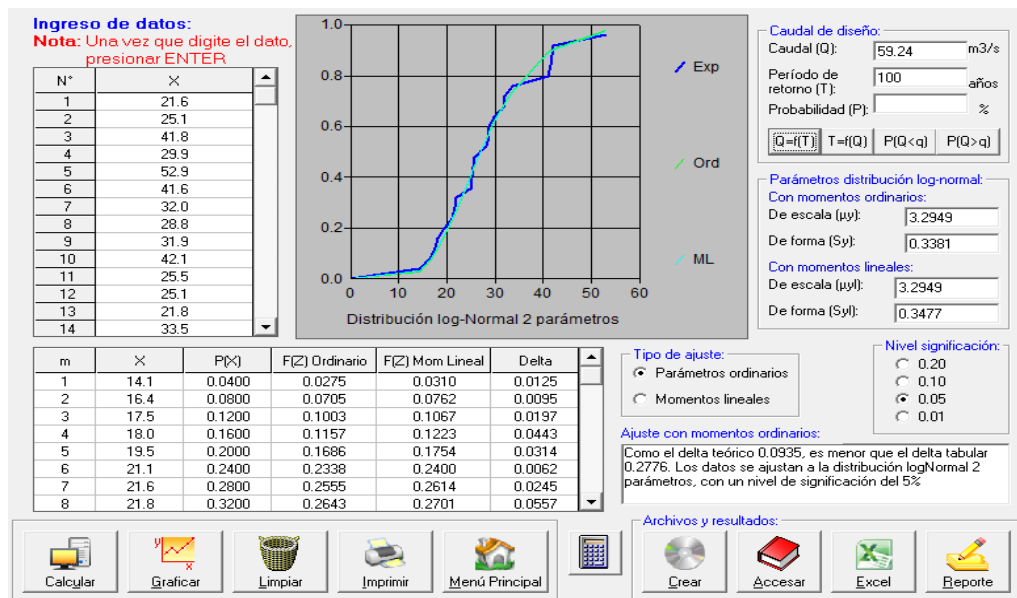
Distribución Log Normal en el HidroEsta (return period: 50 años)



Nota: la distribución lognormal para un periodo de 50 años de retorno tiene un caudal de 54.02 m³/s y un delta teórico de 0.0935

Figura 21

Distribución Log Normal en el HidroEsta (return period: 100 años)



Nota: la distribución lognormal para un periodo de 100 años de retorno tiene un caudal de 59.24 m³/s y un delta teórico de 0.0935

Excel

Tabla 28

Distribución Log Normal mediante Excel

CALCULO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS INSTANTÁNEOS ANUALES USANDO UNA DISTRIBUCIÓN LOG. NORMAL							
N°	T (años)	P	W	Z	$Y_t = \text{Log}X_i + z \cdot \sigma_y$	P(mm.)	
1	2	0.5000	1.17741	0.00	1.43095561	26.97	
2	5	0.2000	1.79412	0.84	1.55450024	35.85	
3	10	0.1000	2.14597	1.28	1.61914200	41.60	
4	20	0.0500	2.44775	1.65	1.67250936	47.04	
5	25	0.0400	2.53727	1.75	1.68805272	48.76	
6	50	0.0200	2.79715	2.05	1.73255633	54.02	
7	100	0.0100	3.03485	2.33	1.77257961	59.24	
8	500	0.0020	3.52551	2.88	1.85358453	71.38	

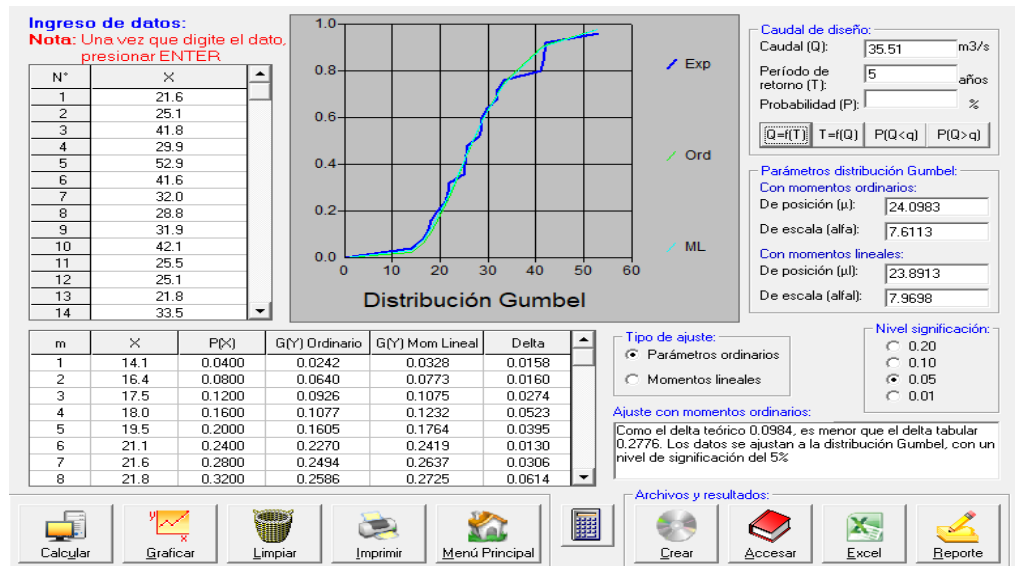
Nota: las precipitaciones de los periodos de retorno analizados 5,10,20, 50 y 100 en el HidroEsta.

Distribución De Gumbel

Hidroesta 2

Figura 22

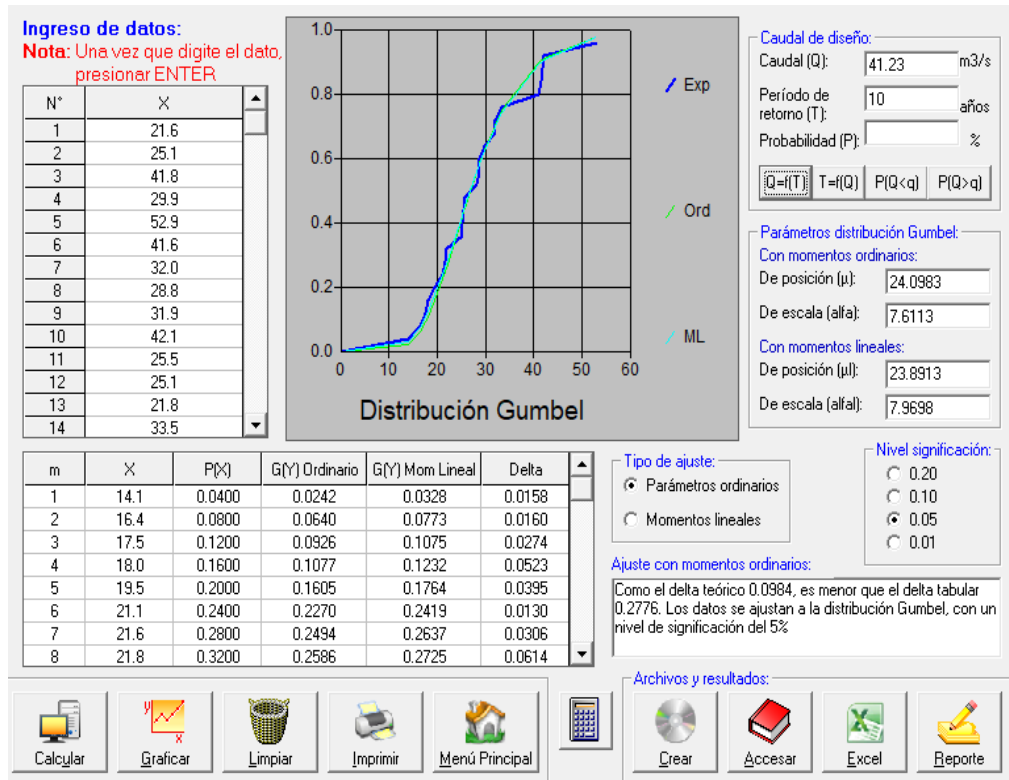
Distribución Gumbel en el HidroEsta (return period: 5 años)



Nota: la distribución gumbel para un periodo de 5 años de retorno tiene un caudal de 35.51 m³/s y un delta teórico de 0.0984

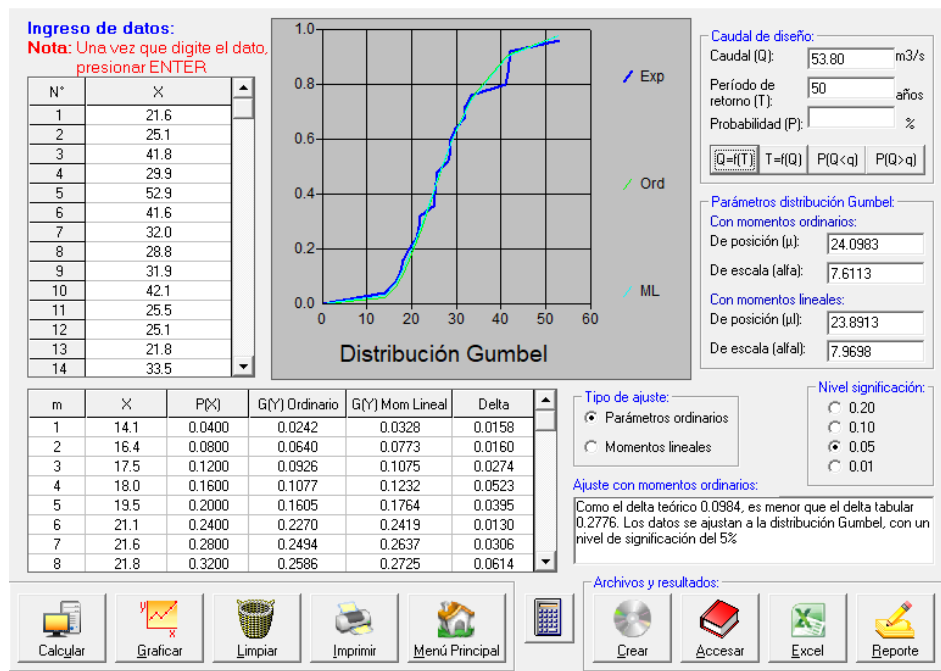
Figura 23

Distribución Gumbel en el HidroEsta (return period: 10 años)



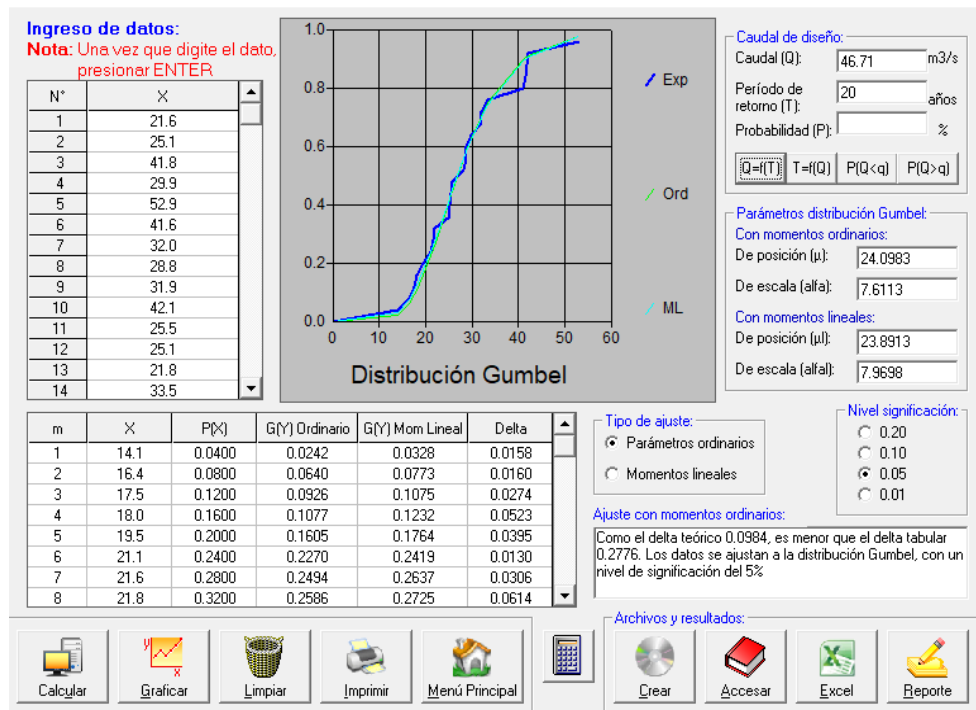
Nota: la distribución gumbel para un periodo de 10 años de retorno tiene un caudal de 41.23 m³/s y un delta teórico de 0.0984

Figura 24
Distribución Gumbel en el HidroEsta (return period: 20 años)



Nota: la distribución gumbel para un periodo de 20 años de retorno tiene un caudal de 46.71 m³/s y un delta teórico de 0.0984

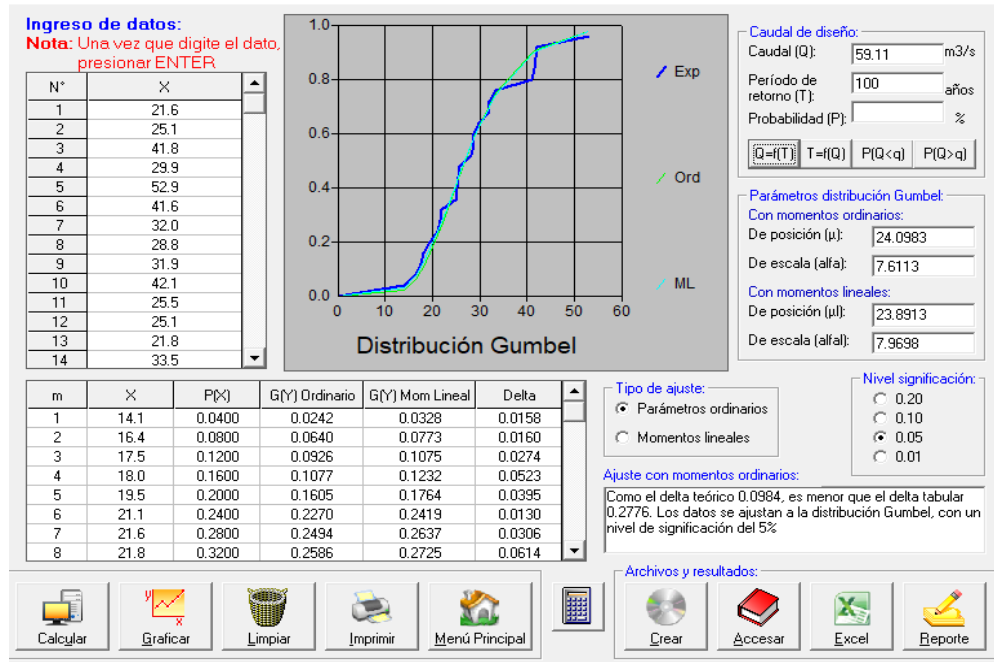
Figura 25
Distribución Gumbel en el HidroEsta (return period: 50 años)



Nota: la distribución gumbel para un periodo de 50 años de retorno tiene un caudal de 53.80 m³/s y un delta teórico de 0.0984

Figura 26

Distribución Gumbel en el HidroEsta (return period: 100 años)



Nota: la distribución gumbel para un periodo de 100 años de retorno tiene un caudal de 59.11 m3/s y un delta teórico de 0.0984

Excel

Tabla 29

Distribución de Gumbel mediante Excel

CALCULO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS INSTANTÁNEOS ANUALES USANDO UNA DISTRIBUCIÓN GUMBEL

N°	T (años)	K*	P(mm.)
1	2	-0.1643	26.89
2	5	0.7195	35.51
3	10	1.3046	41.23
4	20	1.8659	46.71
5	50	2.5924	53.80
6	100	3.1368	59.11
7	500	4.3949	71.39

Nota: las precipitaciones de los periodos de retorno analizados 5,10,20, 50 y 100 en el HidroEsta.

Prueba de Bondad

Para realizar esta prueba de bondad a cada distribución se eligió la prueba de ajuste Kolmogorov – Smimov, este método nos ayudara a comprobar el delta teórico que se obtuvo del HidroEsta y que de la misma forma se obtiene por medio de fórmulas aplicado en el Excel, esto nos sirve para poder elaborar las curvas de intensidad.

Distribución Normal

Tabla 30

Prueba Kolmorov para la Distribución Normal

Prueba Kolmorov – Smirnov para Distribución Normal							
Intervalo	Probabilidad	z	Normal LS (mm.)	N° Datos	Frec. Rango	Frec. Acum	Δ
1	0.143	-1.06757	18.0701	4	0.167	0.167	0.238
2	0.286	-0.56595	22.9669	4	0.167	0.333	0.0476
3	0.429	-0.18001	26.7344	4	0.167	0.500	0.0714
4	0.571	0.18001	30.2489	4	0.167	0.667	0.0952
5	0.714	0.56595	38.9132	3	0.125	0.792	0.0774
6	0.857	1.06757	52.9000	0	0.000	0.792	0.0655
7	1.000			5	0.208	1.000	0.0000
				24	1.000		
Se toma el máximo del valor de =							0.0952

Distribución Log Normal

Tabla 31

Prueba Kolmorov para Log Normal

Prueba Kolmorov – Smirnov para Distribución Log Normal								
Intervalo	Probabilidad	z	Log Ls	LN LS (mm.)	N° Datos	Frec. Rango	Frec. Acum	Δ
1	0.143	-1.06757	1.2742	18.8024	4	0.167	0.167	0.0238
2	0.286	-0.56595	1.3479	22.2773	4	0.167	0.333	0.0476
3	0.429	-0.18001	1.4045	25.3820	2	0.083	0.417	0.0119
4	0.571	0.18001	1.4574	28.6672	4	0.167	0.583	0.0119
5	0.714	0.56595	1.5140	32.6625	4	0.167	0.750	0.0357
6	0.857	1.06757	1.5877	52.9000	1	0.042	0.792	0.0655
7	1.000		1.4310	38.6989	5	0.208	1.000	0.0000
				52.9000	24	1.000		
Se toma el máximo del valor de =							0.0655	

Distribución De Gumbel

Tabla 32

Prueba de Kolmorov para Gumbel

Prueba Kolmorov – Smirnov para Distribución Gumbel									
Intervalo	Probabilidad	T	ym	K	Gumbel CI (mm.)	N° Datos	Frec. Rango	Frec. Acum	Δ
1	0.143	1.16667	-0.6657	-0.9691	19.0310	4	0.167	0.167	0.0238
2	0.286	1.40000	-0.2254	-0.6258	22.3830	4	0.167	0.333	0.0476
3	0.429	1.75000	0.1657	-0.3209	25.3595	2	0.083	0.417	0.0119
4	0.571	2.33333	0.5805	0.0026	28.5168	3	0.125	0.583	0.0298
5	0.714	3.50000	1.0892	0.3993	32.3891	5	0.208	0.750	0.0357
6	0.857	7.00000	1.8698	1.0079	38.3306	1	0.042	0.792	0.0655
7	1.000				52.9000	5	0.208	1.000	0.0000
						24	1.000		
toma el máximo del valor de									= 0.0655

Resumen

Tabla 33

Cuadro de resumen

	Prueba Kolmogorov -Smirnov para Distribuciones	HIDROESTA DELTA TEORICO
Normal	0.095238095	0.1017
Log Normal	0.065476190	0.0935
Gumbel	0.065476190	0.0984

En la tabla 33 se puede observar la comparación entre el delta teórico del programa y realizado en el Excel, en este caso elegiremos el del programa y el menor que es el 0.0935 de la distribución Log Normal.

Distribución de precipitaciones para 24 Horas tipo III e Intensidades de diseño

Con el uso de las hojas de Excel y los datos obtenidos de la distribución log normal para cada periodo de retorno, cabe recalcar que se eligió esa distribución con la prueba de Smirnov. De las intensidades de diseño se puede obtener hiteogramas y gráficos para una mejor observación de las intensidades en los periodos de retorno respectivamente.

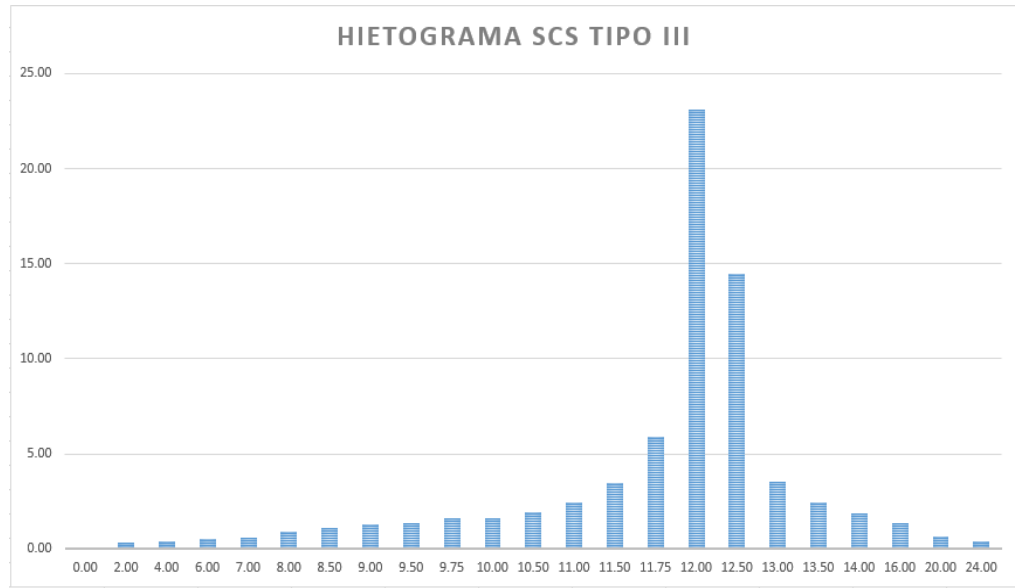
Periodo De Retorno De 5 Años

Tabla 34

Cuadro de intensidades y precipitaciones acumuladas para un return period de 5 años

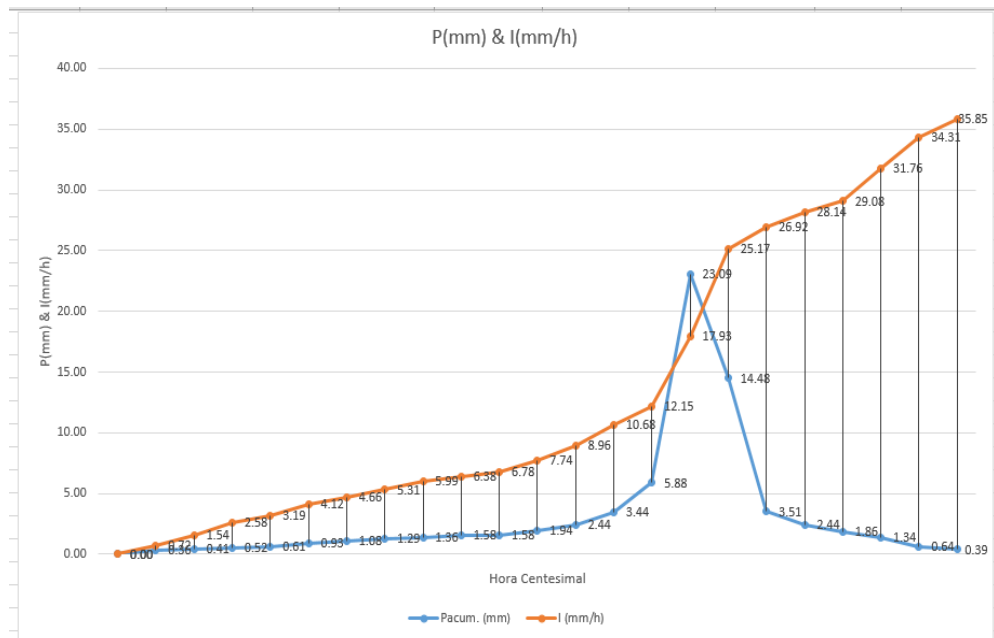
N°	Hora t	Precipitación de 24 horas		
		Tipo III	Pacum. (mm.)	I (mm./hr)
1	0.00	0.000	0.00	0.00
2	2.00	0.020	0.72	0.36
3	4.00	0.043	1.54	0.41
4	6.00	0.072	2.58	0.52
5	7.00	0.089	3.19	0.61
6	8.00	0.115	4.12	0.93
7	8.50	0.130	4.66	1.08
8	9.50	0.148	5.31	1.29
9	9.00	0.167	5.99	1.36
10	9.50	0.178	6.38	1.58
11	9.75	0.189	6.78	1.58
12	10.00	0.216	7.74	1.94
13	11.00	0.250	8.96	2.44
14	11.50	0.298	10.68	3.44
15	11.75	0.339	12.15	5.88
16	12.00	0.500	17.93	23.09
17	12.50	0.702	25.17	14.48
18	13.00	0.751	26.92	3.51
19	13.50	0.785	28.14	2.44
20	14.00	0.811	29.08	1.86
21	16.00	0.886	31.76	1.34
22	20.00	0.957	34.31	0.64
23	24.00	1.000	35.85	0.39

Figura 27
Hietograma SCS para un return period de 5 años



Nota: Los picos más altos nos indica que para un tiempo de 12 horas se tiene una intensidad de 23.09 y para el segundo pico alto que en un tiempo de 12.5 horas se tiene una intensidad de 14.48

Figura 28
Gráfico de intensidad y precipitación para un return period de 5 años



Nota: la gráfica azul es la gráfica de precipitaciones acumuladas por cada hora y la gráfica naranja es de la intensidad acumulada para cada hora mostrada en la tabla 34 los datos que se usaron para esa gráfica.

Periodo De Retorno De 10 Años

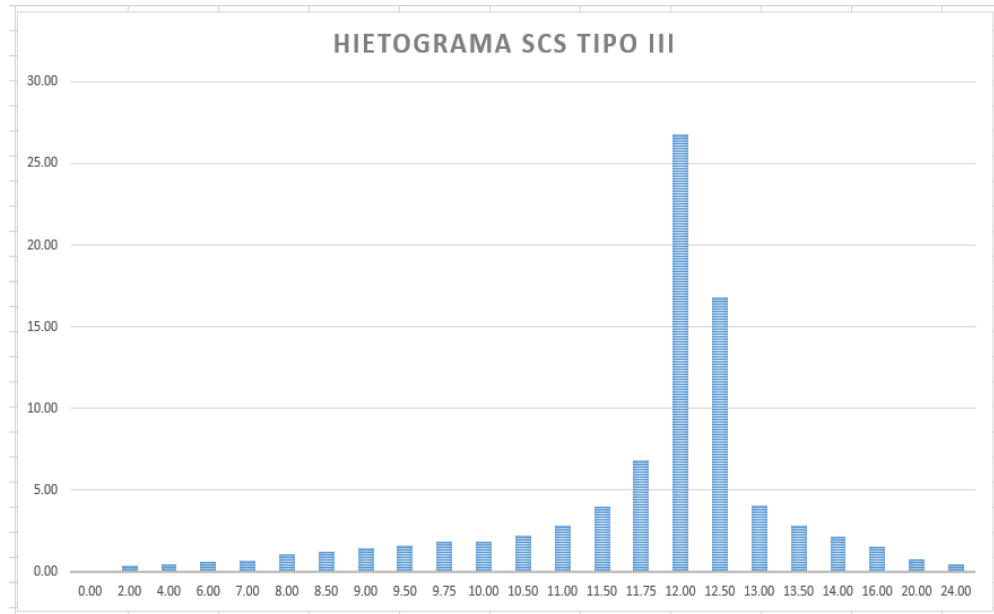
Tabla 35

Cuadro de intensidades y precipitaciones acumuladas para un return period de 10 años

N°	Hora t	Precipitación de 24 horas		
		Tipo III	Pacum. (mm.)	I (mm./hr)
1	0.00	0.000	0.00	0.00
2	2.00	0.020	0.83	0.42
3	4.00	0.043	1.79	0.48
4	6.00	0.072	3.00	0.60
5	7.00	0.089	3.70	0.71
6	8.00	0.115	4.78	1.08
7	8.50	0.130	5.41	1.25
8	9.50	0.148	6.16	1.50
9	9.00	0.167	6.95	1.58
10	9.50	0.178	7.41	1.83
11	9.75	0.189	7.86	1.83
12	10.00	0.216	8.99	2.25
13	11.00	0.250	10.40	2.83
14	11.50	0.298	12.40	3.99
15	11.75	0.339	14.10	6.82
16	12.00	0.500	20.80	26.79
17	12.50	0.702	29.21	16.81
18	13.00	0.751	31.25	4.08
19	13.50	0.785	32.66	2.83
20	14.00	0.811	33.72	2.16
21	16.00	0.886	36.86	1.56
22	20.00	0.957	39.82	0.74
23	24.00	1.000	41.60	0.45

Figura 29

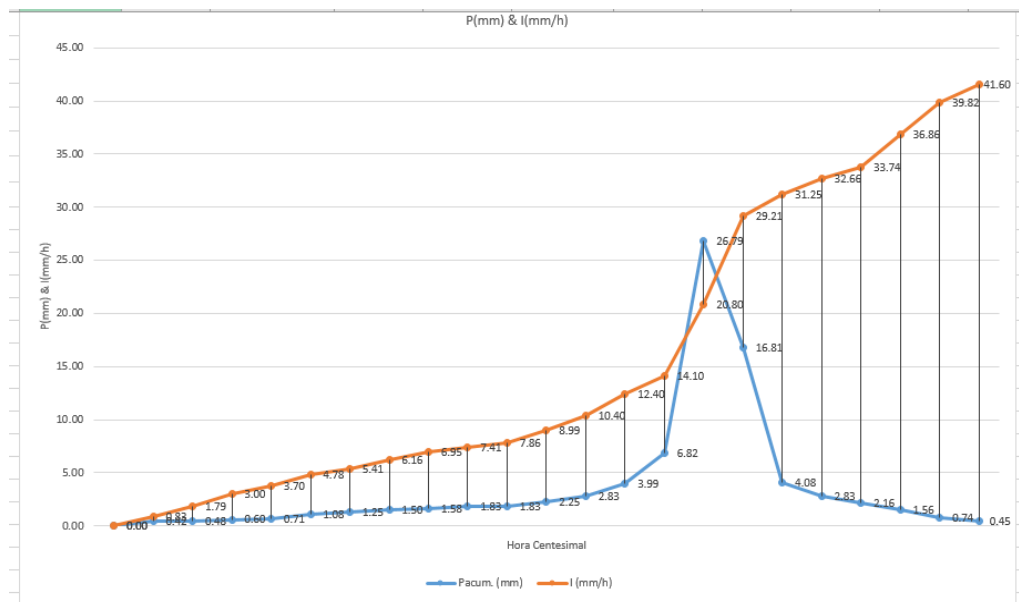
Hietograma SCS para un return period de 10 años



Nota: Los picos más altos nos indica que para un tiempo de 12 horas se tiene una intensidad de 26.79 y para el segundo pico alto que en un tiempo de 12.5 horas se tiene una intensidad de 16.81

Figura 30

Gráfico de intensidad y precipitación para un return period de 10 años



Nota: la gráfica azul es la gráfica de precipitaciones acumuladas por cada hora y la gráfica naranja es de la intensidad acumulada para cada hora mostrada en la tabla 35 los datos que se usaron para esa gráfica

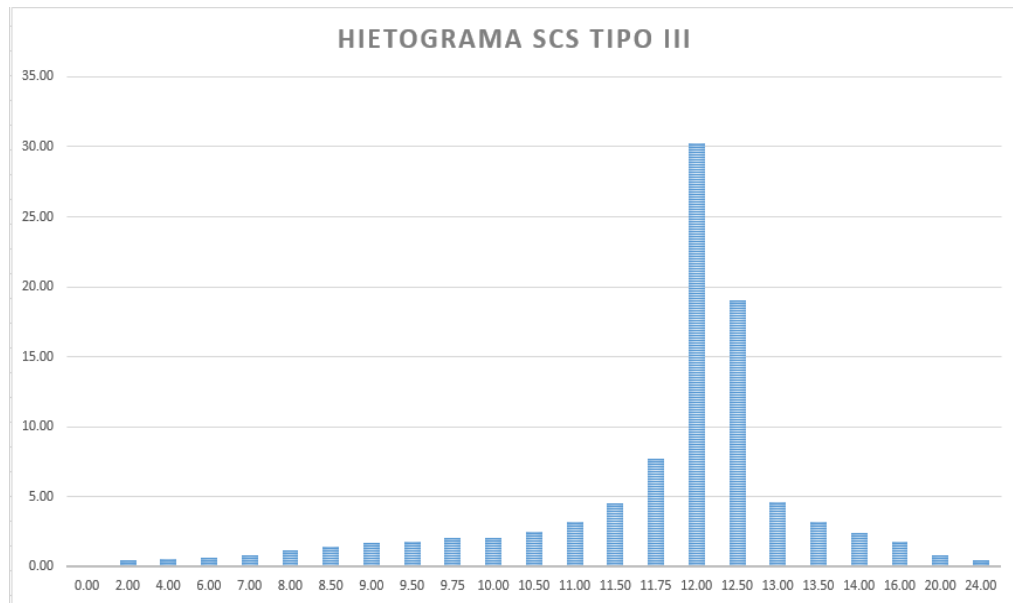
Periodo De Retorno De 20 Años

Tabla 36

Cuadro de intensidades y precipitaciones acumuladas para un return period de 20 años

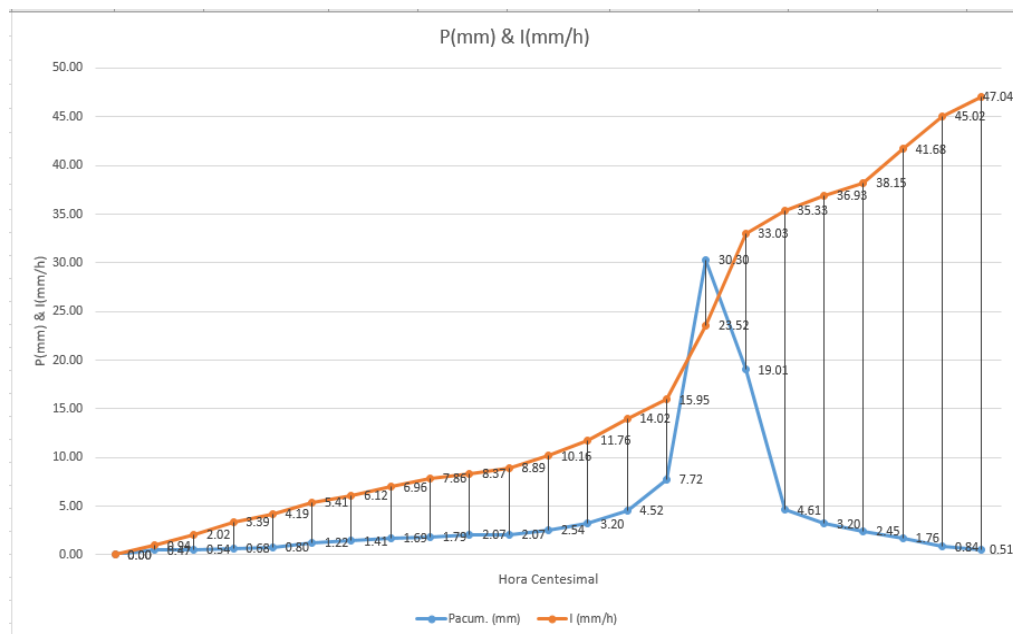
N°	Hora t	Precipitación de 24 horas		
		Tipo III	Pacum. (mm.)	I (mm./hr)
1	0.00	0.000	0.00	0.00
2	2.00	0.020	0.94	0.47
3	4.00	0.043	2.02	0.54
4	6.00	0.072	3.39	0.68
5	7.00	0.089	4.19	0.80
6	8.00	0.115	5.41	1.22
7	8.50	0.130	6.12	1.41
8	9.00	0.148	6.96	1.69
9	9.50	0.167	7.86	1.79
10	9.75	0.178	8.37	2.07
11	10.00	0.189	8.89	2.07
12	10.50	0.216	10.16	2.54
13	11.00	0.250	11.76	3.20
14	11.50	0.298	14.02	4.52
15	11.75	0.339	15.95	7.72
16	12.00	0.500	23.52	30.30
17	12.50	0.702	33.03	19.01
18	13.00	0.751	35.33	4.61
19	13.50	0.785	36.93	3.20
20	14.00	0.811	38.15	2.45
21	16.00	0.886	41.68	1.76
22	20.00	0.957	45.02	0.84
23	24.00	1.000	47.04	0.51

Figura 31
Hietograma SCS para un return period de 20 años



Nota: Los picos más altos nos indica que para un tiempo de 12 horas se tiene una intensidad de 30.30 y para el segundo pico alto que en un tiempo de 12.5 horas se tiene una intensidad de 19.01

Figura 32
Grafico de intensidad y precipitación para un return period de 20 años



Nota: la gráfica azul es la gráfica de precipitaciones acumuladas por cada hora y la gráfica naranja es de la intensidad acumulada para cada hora mostrada en la tabla 36 los datos que se usaron para esa gráfica

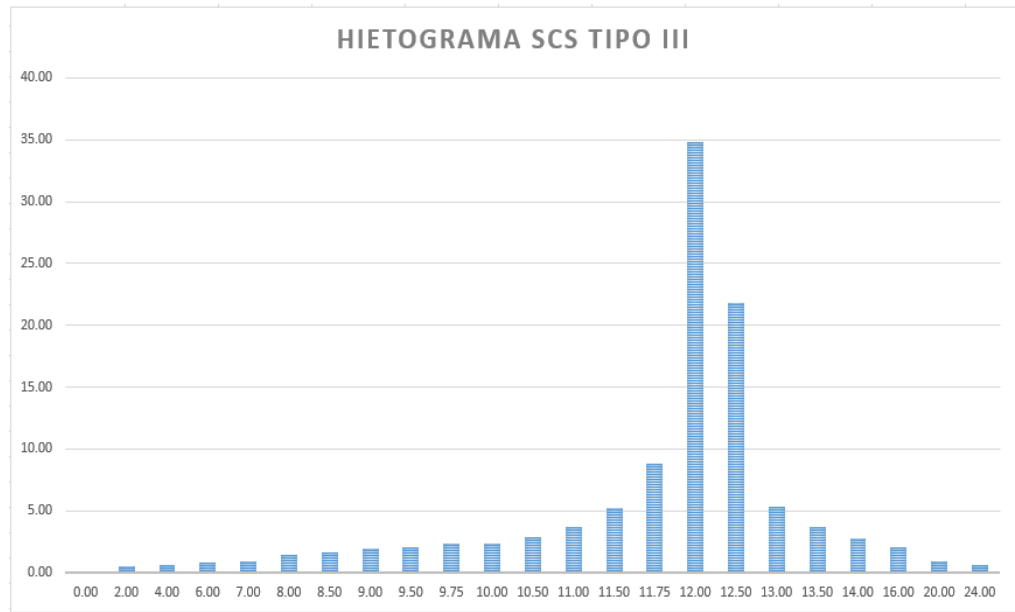
Periodo De Retorno De 50 Años

Tabla 37

Cuadro de intensidades y precipitaciones acumuladas para un return period de 50 años

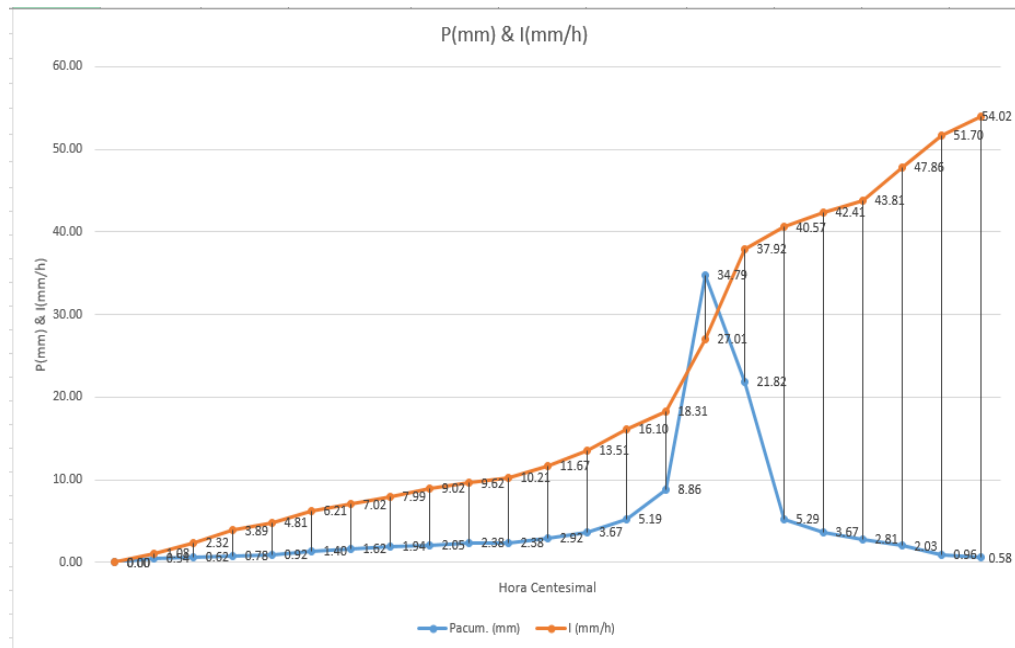
N°	Hora t	Precipitación de 24 horas		
		Tipo III	Pacum. (mm.)	I (mm./hr)
1	0.00	0.000	0.00	0.00
2	2.00	0.020	1.08	0.54
3	4.00	0.043	2.32	0.62
4	6.00	0.072	3.89	0.78
5	7.00	0.089	4.81	0.92
6	8.00	0.115	6.21	1.40
7	8.50	0.130	7.02	1.62
8	9.50	0.148	7.99	1.94
9	9.00	0.167	9.02	2.05
10	9.50	0.178	9.62	2.38
11	9.75	0.189	10.21	2.38
12	10.00	0.216	11.67	2.92
13	11.00	0.250	13.51	3.67
14	11.50	0.298	16.10	5.19
15	11.75	0.339	18.31	8.86
16	12.00	0.500	27.01	34.79
17	12.50	0.702	37.92	21.82
18	13.00	0.751	40.57	5.29
19	13.50	0.785	42.41	3.67
20	14.00	0.811	43.81	2.81
21	16.00	0.886	47.86	2.03
22	20.00	0.957	51.70	0.96
23	24.00	1.000	54.02	0.58

Figura 33
Hietograma SCS para un return period de 50 años



Nota: Los picos más altos nos indica que para un tiempo de 12 horas se tiene una intensidad de 34.79 y para el segundo pico alto que en un tiempo de 12.5 horas se tiene una intensidad de 21.81

Figura 34
Grafico de intensidad y precipitación para un return period de 50 años



Nota: la gráfica azul es la gráfica de precipitaciones acumuladas por cada hora y la gráfica naranja es de la intensidad acumulada para cada hora mostrada en la tabla 37 los datos que se usaron para esa gráfica

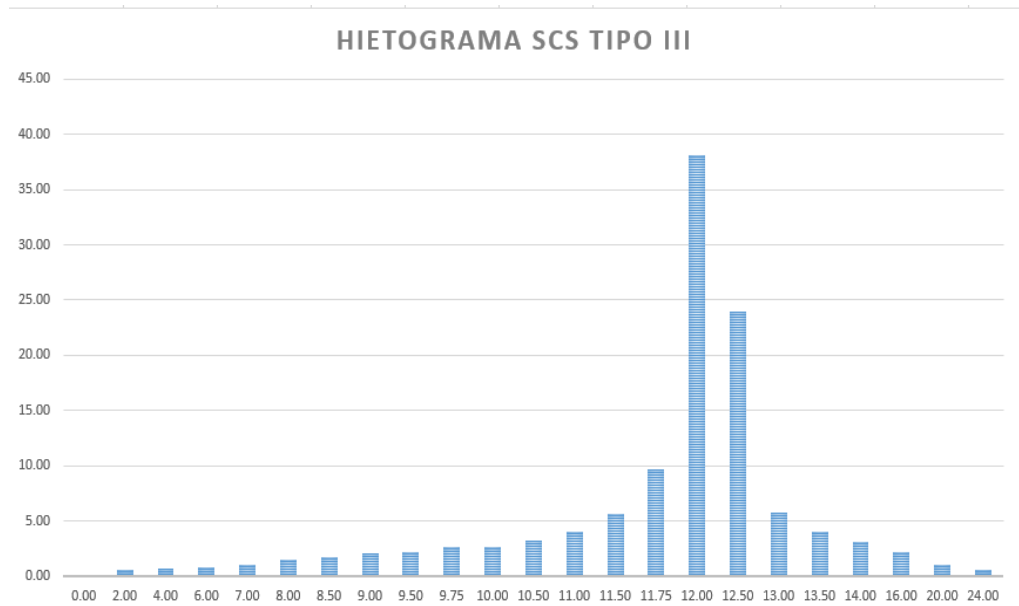
Periodo De Retorno De 100 Años

Tabla 38

Cuadro de intensidades y precipitaciones acumuladas para un return period de 100 años

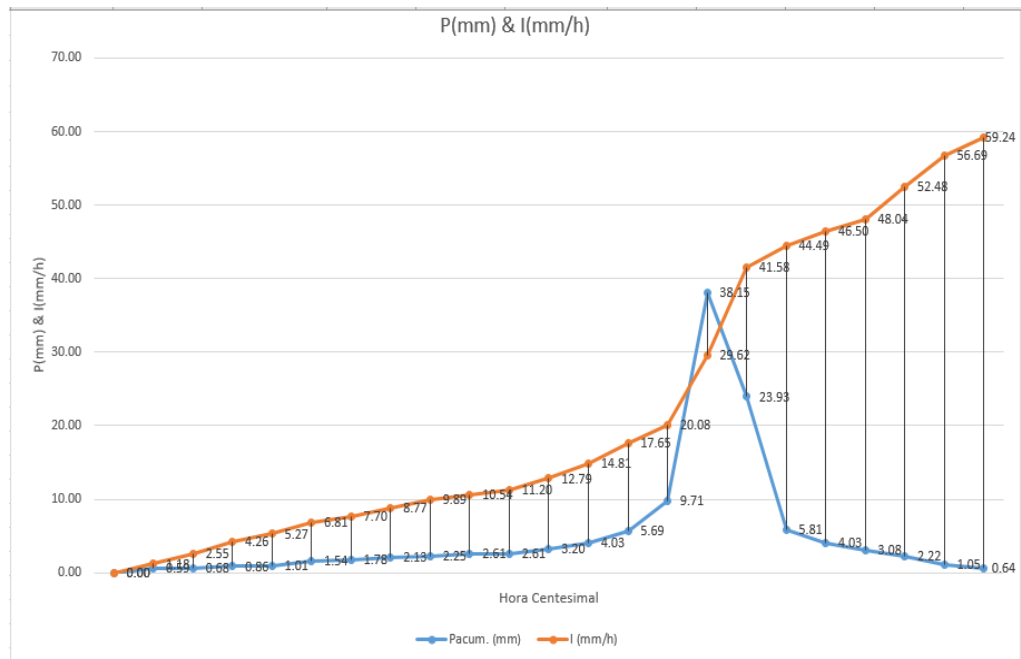
N°	Hora t	Precipitación de 24 horas		
		Tipo III	Pacum. (mm.)	I (mm./hr)
1	0.00	0.000	0.00	0.00
2	2.00	0.020	1.18	0.59
3	4.00	0.043	2.55	0.68
4	6.00	0.072	4.26	0.86
5	7.00	0.089	5.27	1.01
6	8.00	0.115	6.81	1.54
7	8.50	0.130	7.70	1.78
8	9.50	0.148	8.77	2.13
9	9.00	0.167	9.89	2.25
10	9.50	0.178	10.54	2.61
11	9.75	0.189	11.20	2.61
12	10.00	0.216	12.79	3.20
13	11.00	0.250	14.81	4.03
14	11.50	0.298	17.65	5.69
15	11.75	0.339	20.08	9.71
16	12.00	0.500	29.62	38.15
17	12.50	0.702	41.58	23.93
18	13.00	0.751	44.49	5.81
19	13.50	0.785	46.50	4.03
20	14.00	0.811	48.04	3.08
21	16.00	0.886	52.48	2.22
22	20.00	0.957	56.69	1.05
23	24.00	1.000	59.24	0.54

Figura 35
Hietograma SCS para un return period de 100 años



Nota: Los picos más altos nos indica que para un tiempo de 12 horas se tiene una intensidad de 38.15 y para el segundo pico alto que en un tiempo de 12.5 horas se tiene una intensidad de 23.93

Figura 36
Grafico de intensidad y precipitación para un return period de 100 años



Nota: la gráfica azul es la gráfica de precipitaciones acumuladas por cada hora y la gráfica naranja es de la intensidad acumulada para cada hora mostrada en la tabla 38 los datos que se usaron para esa gráfica

Con los datos anteriores se proceden a calcular las intensidades de diseño en minutos hasta llegar a 24 horas, obteniendo así el grafico correspondiente para luego realizar un ajuste en las intensidades para cada periodo de retorno respectivamente.

Tabla 39

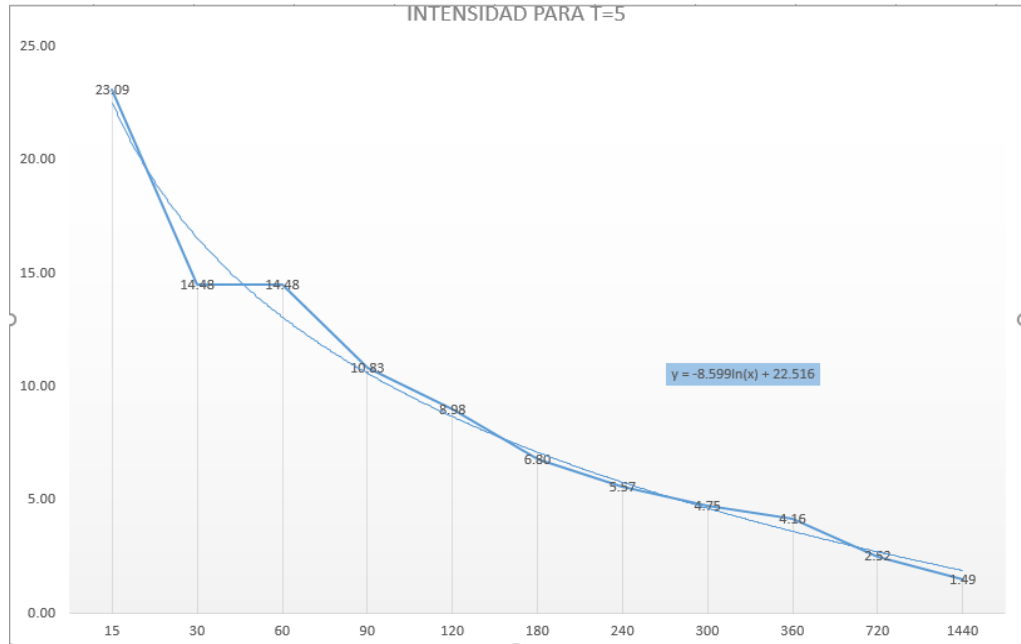
Intensidades de diseño en 24 horas para un return period de 5 años

Para 15 minutos (0.25 horas)	Para 30 minutos (0.5 horas)	Para 60 minutos (1 hora)	Para 90 minutos (1.5 horas)	Para 120 minutos (2 horas)	Para 180 minutos (3 horas)	Para 240 minutos (4 horas)	Para 300 minutos (5 horas)	Para 360 minutos (6 horas)	Para 720 minutos (12 horas)	Para 1440 minutos (24 horas)
1.58	1.08	0.61	0.98	0.36	0.55	0.39	0.49	0.43	1.49	1.49
1.58	1.29	0.93	1.24	0.41	0.91	0.47	0.75	0.57	2.36	
5.88	1.36	1.18	1.41	0.52	1.20	0.65	1.28	0.87	2.52	
23.09	1.58	1.47	1.63	1.54	1.61	1.05	2.95	2.56	2.52	
	1.94	2.19	1.98	1.33	2.01	1.44	4.56	3.96	1.49	
	2.44	8.96	2.61	1.54	4.21	3.45	4.75	4.16		
	3.44	9.00	6.79	1.83	6.39	5.13	4.70	4.16		
	14.48	2.15	6.72	2.35	6.72	5.40	4.56	0.87		
	14.48	6.79	6.80	2.89	6.80	5.54				
	3.51	10.80	6.70	5.57	6.70	5.57				
	2.44	10.83	1.61	8.71	1.61	3.46				
	1.86	6.81		8.98		0.64				
		2.61		8.73		0.39				
23.09	14.48	14.48	10.83	8.98	6.80	5.57	4.75	4.16	2.52	1.49

Nota: Esta tabla nos indica la intensidad en intervalos de tiempos en 24 horas la cual el pico más alto para un tiempo de 15 min se tiene una intensidad de 23.09 la cual en los intervalos de tiempo va decreciendo.

Figura 37

Grafico y línea de tendencia de las intensidades en 24 horas para un return period de 5 años



Con la ecuación y la línea de tendencia se procede a corregir los datos de intensidad en 24 horas.

Tabla 40

Datos ajustados usando la ecuación del grafico para un return period de 5 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	31.96
2	20	1.33	20.04
3	40	2.33	15.23
4	60	3	13.07
5	90	4	10.60
6	120	5	8.68
7	180	6	7.11
8	240	7	5.78
9	300	8	4.63
10	360	9	3.62
11	720	10	2.72
12	1440	11	1.90

Tabla 41*Intensidades de diseño en 24 horas para un return period de 10 años*

Para 15 minutos (0.25 horas)	Para 30 minutos (0.5 horas)	Para 60 minutos (1 hora)	Para 90 minutos (1.5 horas)	Para 120 minutos (2 horas)	Para 180 minutos (3 horas)	Para 240 minutos (4 horas)	Para 300 minutos (5 horas)	Para 360 minutos (6 horas)	Para 720 minutos (12 horas)	Para 1440 minutos (24 horas)
1.83	1.25	0.71	1.14	0.42	0.64	0.45	0.57	0.50	1.73	1.73
1.83	1.50	1.08	1.44	0.48	1.05	0.54	0.87	0.66	2.74	
6.82	1.58	1.37	1.64	0.60	1.39	0.75	1.48	1.01	2.92	
26.79	1.83	1.71	1.89	1.79	1.87	1.22	3.42	2.97	2.92	
	2.25	2.54	2.30	1.54	2.33	1.67	5.29	4.59	1.73	
	2.83	10.40	3.03	1.79	4.88	4.00	5.52	4.83		
	3.99	10.44	7.88	2.12	7.42	5.95	5.45	4.83		
	16.81	2.50	12.54	2.73	7.79	6.27	5.29	1.01		
	16.61	1.54	12.56	3.35	7.89	6.43				
	4.08	2.04	7.90	6.47	7.78	6.47				
	2.83	3.41	3.02	10.11	1.87	4.01				
	2.16	16.81		10.42		0.74				
		3.45		10.13		0.45				
26.79	16.81	16.81	12.56	10.42	7.89	6.47	5.52	4.83	2.92	1.73

Nota: Esta tabla nos indica la intensidad en intervalos de tiempos en 24 horas la cual el pico más alto para un tiempo de 15 min se tiene una intensidad de 26.79 la cual en los intervalos de tiempo va decreciendo.

Figura 38

Grafico y línea de tendencia de las intensidades en 24 horas para un return period de 10 años

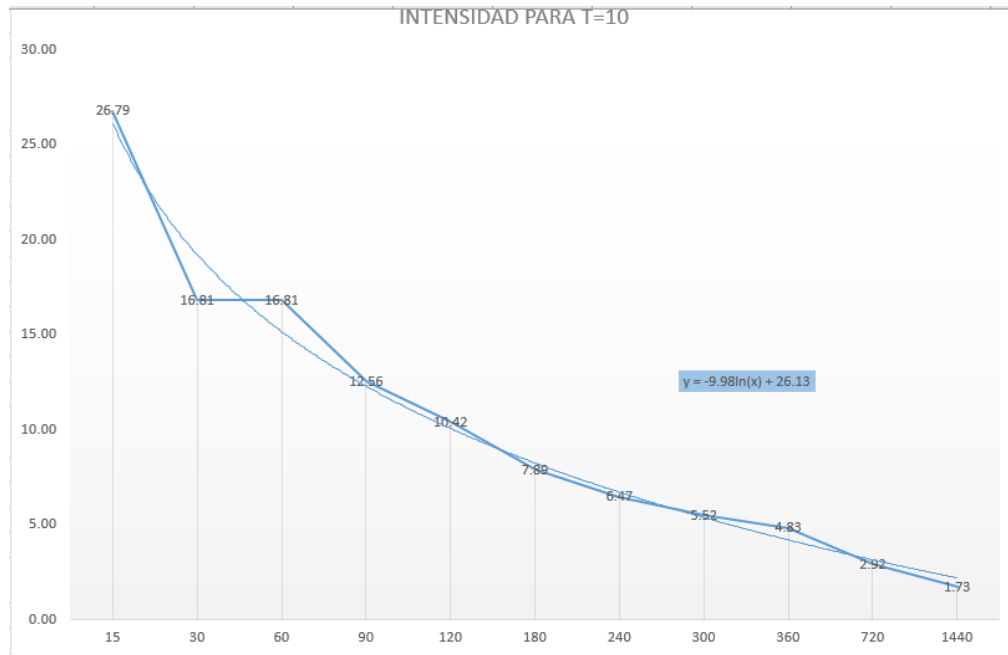


Tabla 42

Datos ajustados usando la ecuación del grafico para un return period de 10 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	37.09
2	20	1.33	23.26
3	40	2.33	17.67
4	60	3	15.17
5	90	4	12.29
6	120	5	10.07
7	180	6	8.25
8	240	7	6.71
9	300	8	5.38
10	360	9	4.20
11	720	10	3.15
12	1440	11	2.20

Tabla 43*Intensidades de diseño en 24 horas para un return period de 20 años*

Para 15 minutos (0.25 horas)	Para 30 minutos (0.5 horas)	Para 60 minutos (1 hora)	Para 90 minutos (1.5 horas)	Para 120 minutos (2 horas)	Para 180 minutos (3 horas)	Para 240 minutos (4 horas)	Para 300 minutos (5 horas)	Para 360 minutos (6 horas)	Para 720 minutos (12 horas)	Para 1440 minutos (24 horas)
2.07	1.41	0.80	1.29	0.47	0.72	0.51	0.65	0.56	2.96	1.96
2.07	1.69	1.22	1.63	0.54	1.19	0.61	0.99	0.74	3.10	
7.72	1.79	1.55	1.85	0.68	1.57	0.85	1.67	1.14	3.30	
30.30	2.07	1.93	2.13	2.02	2.12	1.38	3.87	3.36	3.30	
	2.54	2.87	2.60	1.74	2.63	1.81	5.98	5.19	1.96	
	3.20	11.76	3.42	2.02	5.52	4.53	6.24	5.46		
	4.52	11.81	8.91	2.40	8.39	6.73	6.16	5.47		
	19.01	2.82	14.18	3.08	8.81	7.09	5.98	1.14		
	19.01	1.74	14.21	3.79	8.92	7.27				
	4.61	2.31	8.94	7.32	8.80	7.32				
	3.20	3.86	3.42	11.43	2.12	4.54				
	2.45	19.01		11.78		0.84				
		3.90		11.46		0.51				
30.30	19.01	19.01	14.21	11.78	8.92	7.32	6.24	5.47	3.30	196

Nota: Esta tabla nos indica la intensidad en intervalos de tiempos en 24 horas la cual el pico más alto para un tiempo de 15 min se tiene una intensidad de 30.30 la cual en los intervalos de tiempo va decreciendo.

Figura 39

Grafico y línea de tendencia de las intensidades en 24 horas para un return period de 20 años

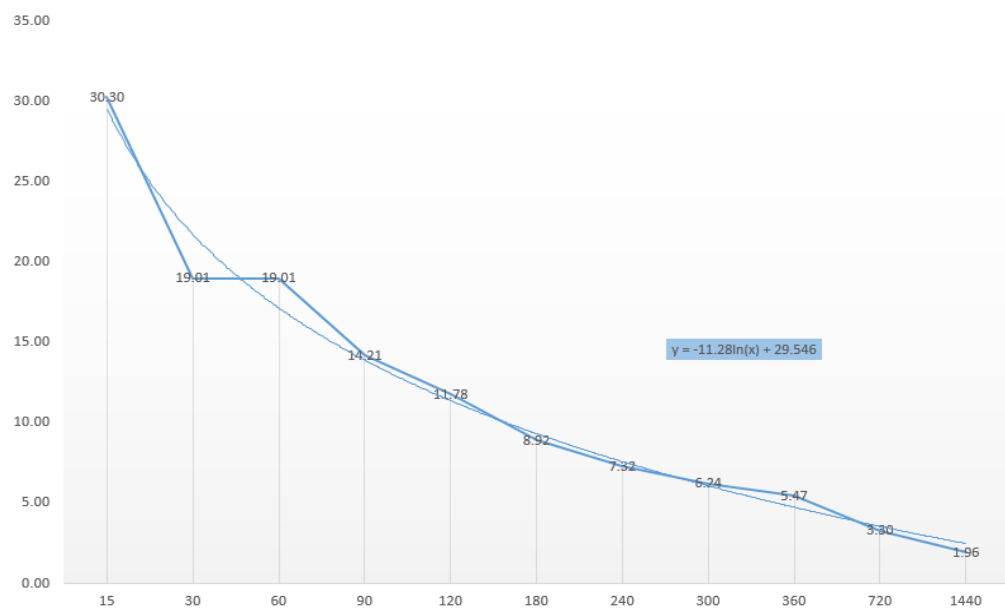


Tabla 44

Datos ajustados usando la ecuación del grafico para un return period de 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	41.94
2	20	1.33	26.30
3	40	2.33	19.99
4	60	3	17.15
5	90	4	13.91
6	120	5	11.39
7	180	6	9.33
8	240	7	7.60
9	300	8	6.09
10	360	9	4.76
11	720	10	3.57
12	1440	11	2.50

Tabla 45*Intensidades de diseño en 24 horas para un return period de 50 años*

Para 15 minutos (0.25 horas)	Para 30 minutos (0.5 horas)	Para 60 minutos (1 hora)	Para 90 minutos (1.5 horas)	Para 120 minutos (2 horas)	Para 180 minutos (3 horas)	Para 240 minutos (4 horas)	Para 300 minutos (5 horas)	Para 360 minutos (6 horas)	Para 720 minutos (12 horas)	Para 1440 minutos (24 horas)
2.38	1.62	0.92	1.48	0.54	0.83	0.58	0.75	0.65	2.25	2.25
2.38	1.94	1.40	1.87	0.62	1.37	0.70	1.13	0.86	3.56	
8.86	2.05	1.78	2.12	0.78	1.80	0.97	1.92	1.31	3.79	
34.79	2.38	2.21	2.45	2.32	2.43	1.58	4.44	3.85	3.79	
	2.92	3.30	2.99	2.00	3.03	2.17	6.87	5.96	2.25	
	3.67	13.51	3.93	2.32	6.34	5.20	7.16	6.27		
	5.19	13.56	10.23	2.76	9.63	7.72	7.08	6.28		
	21.82	3.24	16.28	3.54	10.12	8.14	6.87	1.31		
	21.82	2.00	16.31	4.35	10.25	8.35				
	5.29	2.65	10.26	8.40	10.10	8.40				
	3.67	4.43	3.93	13.13	2.43	5.21				
	2.81	21.82		13.53		0.96				
		4.48		13.15		0.58				
34.79	21.82	21.82	16.31	13.53	10.25	8.40	7.16	6.28	3.79	2.25

Nota: Esta tabla nos indica la intensidad en intervalos de tiempos en 24 horas la cual el pico más alto para un tiempo de 15 min se tiene una intensidad de 34.79 la cual en los intervalos de tiempo va decreciendo.

Figura 40

Grafico y línea de tendencia de las intensidades en 24 horas para un return period de 50 años

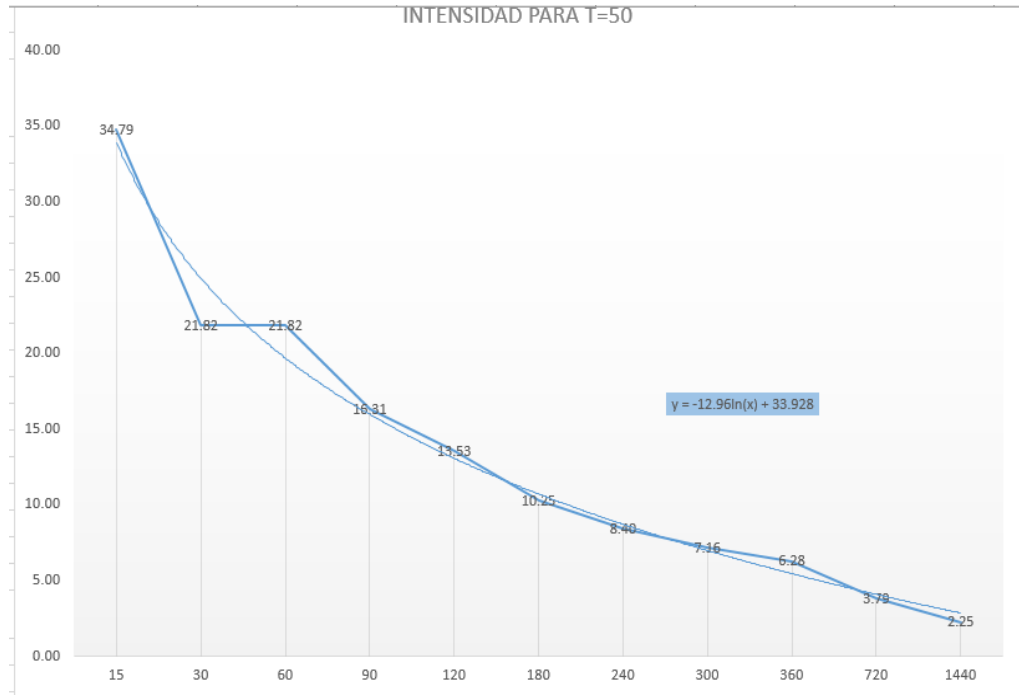


Tabla 46

Datos ajustados usando la ecuación del grafico para un return period de 50 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	48.17
2	20	1.33	30.20
3	40	2.33	22.95
4	60	3	19.69
5	90	4	15.96
6	120	5	13.07
7	180	6	10.71
8	240	7	8.71
9	300	8	6.98
10	360	9	5.45
11	720	10	4.09
12	1440	11	2.85

Tabla 47*Intensidades de diseño en 24 horas para un return period de 100 años*

Para 15 minutos (0.25 horas)	Para 30 minutos (0.5 horas)	Para 60 minutos (1 hora)	Para 90 minutos (1.5 horas)	Para 120 minutos (2 horas)	Para 180 minutos (3 horas)	Para 240 minutos (4 horas)	Para 300 minutos (5 horas)	Para 360 minutos (6 horas)	Para 720 minutos (12 horas)	Para 1440 minutos (24 horas)
2.61	1.78	1.01	1.62	0.59	0.91	0.64	0.82	0.71	2.47	2.47
1.61	2.13	1.54	2.05	0.68	1.50	0.77	1.24	0.94	3.90	
9.71	2.25	1.95	2.33	0.86	1.97	1.07	2.11	1.44	4.16	
38.15	2.61	2.43	2.69	2.55	2.67	1.73	4.87	4.23	4.16	
	3.20	3.61	3.28	2.19	3.32	2.38	7.53	6.54	2.47	
	4.03	14.81	4.30	2.55	6.95	5.70	7.85	6.87		
	5.69	14.87	11.22	3.02	10.56	8.47	7.76	6.88		
	23.93	3.55	17.85	3.88	11.10	8.93	7.53	1.44		
	23.93	2.19	17.89	4.77	11.23	9.15				
	5.81	2.90	11.25	9.21	11.08	9.21				
	4.03	4.86	4.30	14.39	2.67	5.72				
	3.08	23.92		14.84		1.05				
		4.92		14.42		0.64				
38.15	23.93	23.93	17.89	14.84	11.23	9.21	7.85	6.88	4.16	2.47

Nota: Esta tabla nos indica la intensidad en intervalos de tiempos en 24 horas la cual el pico más alto para un tiempo de 15 min se tiene una intensidad de 38.15 la cual en los intervalos de tiempo va decreciendo.

Figura 41

Grafico y línea de tendencia de las intensidades en 24 horas para un return period de 100 años

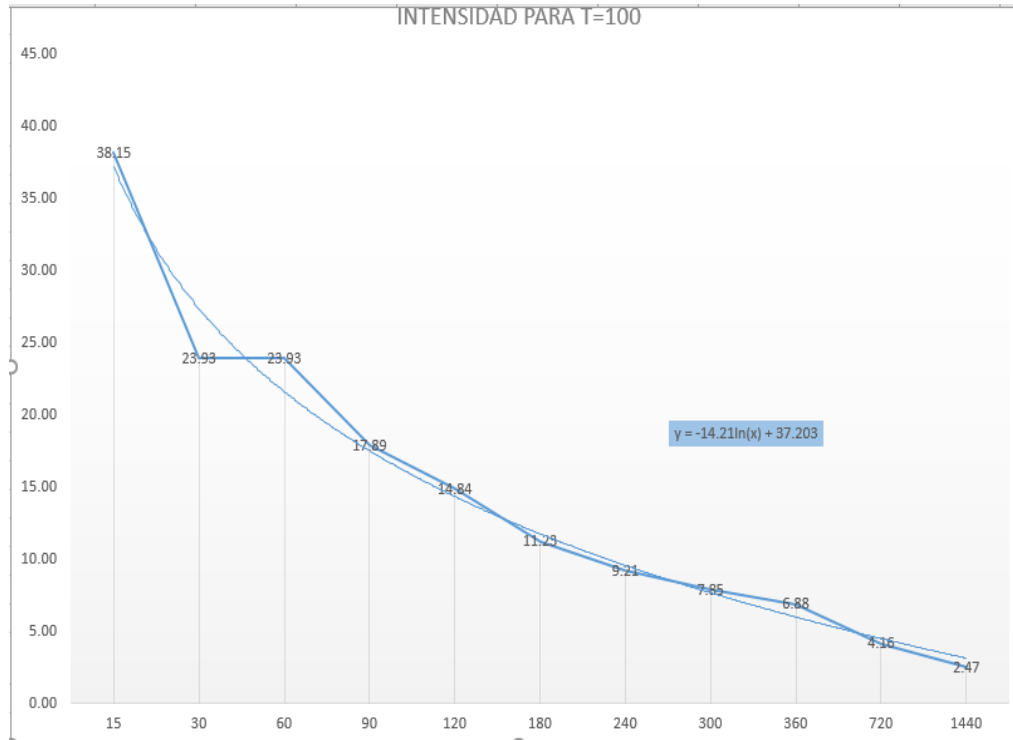


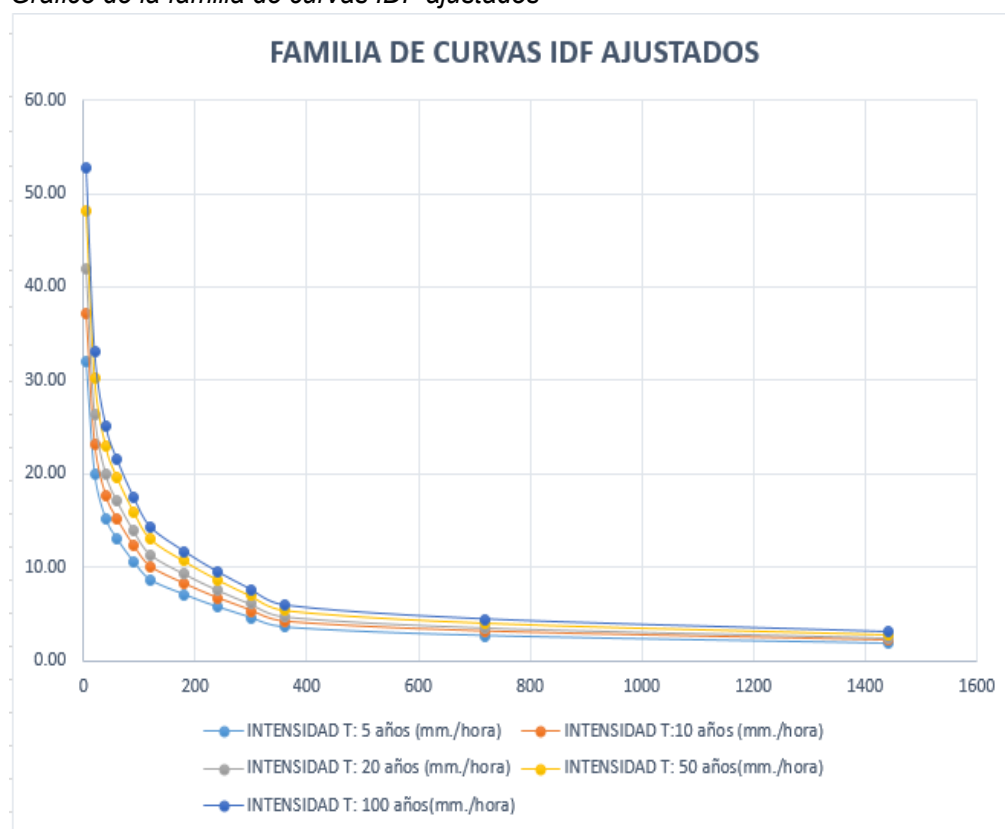
Tabla 48

Datos ajustados usando la ecuación del grafico para un return period de 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	52.81
2	20	1.33	33.12
3	40	2.33	25.18
4	60	3	21.59
5	90	4	17.50
6	120	5	14.33
7	180	6	11.74
8	240	7	9.55
9	300	8	7.65
10	360	9	5.98
11	720	10	4.48
12	1440	11	3.13

Figura 42

Grafico de la familia de curvas IDF ajustados



Nota: El grafico representa la curva de intensidad-duracion-frecuencia.

Procedemos con los factores que son considerados desencadenantes para este estudio.

Análisis Hidrológico

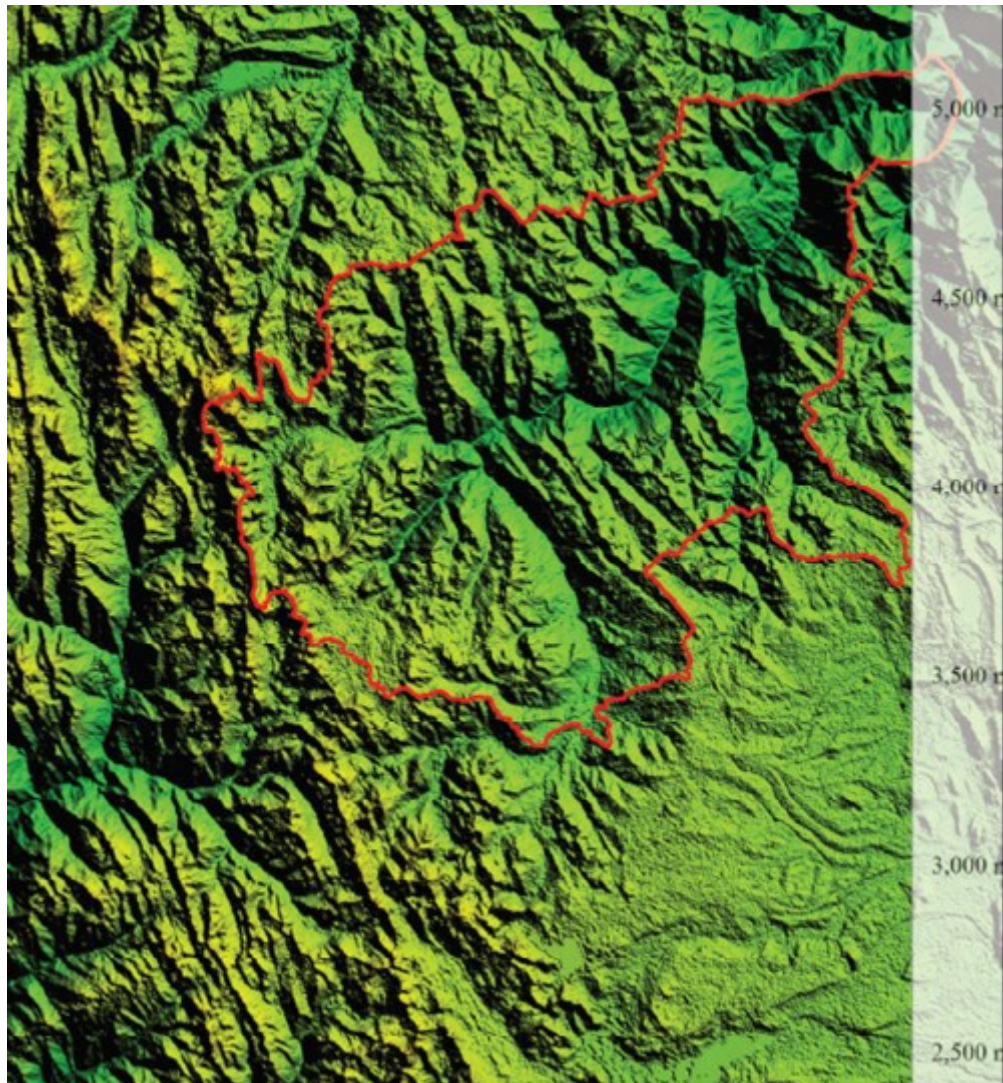
La cuenca que se está estudiando hidrográficamente se encuentra dentro de la vertiente del atlántico, este pertenece a la cuenca de Ucayali y también tiene una mayor parte perteneciente a la cuenca del río Huallaga, de esa forma se genera la sub cuenca del río Chaupihuaranga.

El origen del río Chaupihuaranga nace al sur de la cordillera de Oyón, esta se encuentra en la laguna Huaricocha. En la naciente del río Chaupihuaranga se le denomina como el río Ranracancha, luego se le llama con el río Blanco y después se le denomina como el río Chaupihuaranga hasta que se una con el río Huariaca y termine por desembocar en el río Huallaga en la ciudad de Ambo.

Este río tiene algunos afluentes y eso son los ríos:

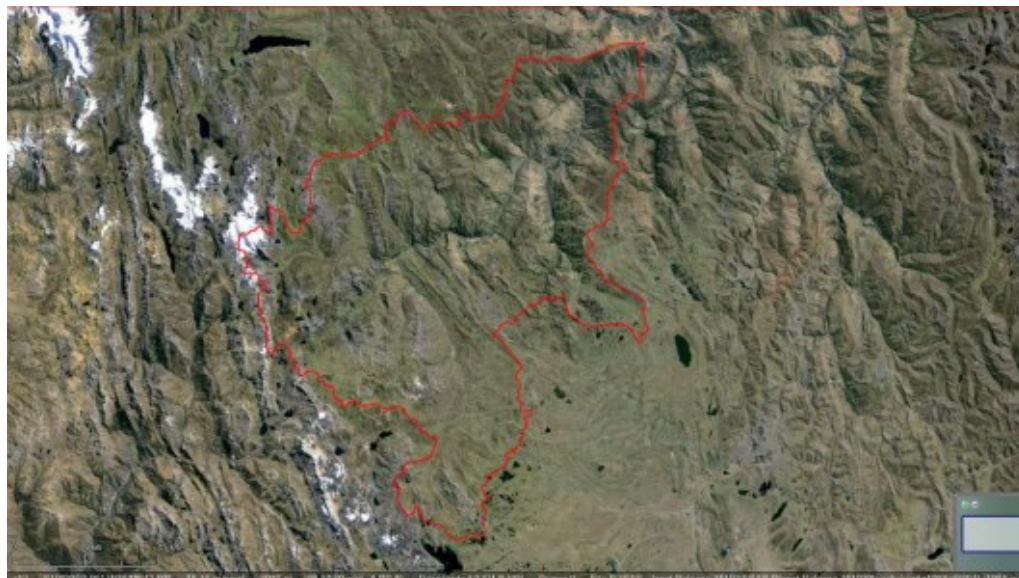
- Jatunrangra
- Julishancay
- Ushugoya
- Chipipata
- Condorgaga

Figura 43
Cuenca de río Chaupihuranga



Nota: el grafico representa la delimitación de la cuenca.

Figura 44
Imagen Satelital de la cuenca superpuesta



Nota: el grafico representa la delimitación de la cuenca.

Selección del Periodo de Retorno

Tabla 49
Código y peso del tiempo de retorno

TIEMPO DE RETORNO	CÓDIGO	PESO
Cada 100 años	TR1	0.467
Cada 50 años	TR2	0.256
Cada 25 años	TR3	0.148
Cada 20 años	TR4	0.084
Cada 10 años	TR5	0.044

Fuente: Qualytec

El periodo de retorno elegido será de 50 años, entonces para el diseño de intensidad se elegirá el de 100 años también, de acuerdo a la tabla 49 se puede observar que de 50 años tiene un código de TR2 y peso de 0.256.

4.1.2 ESTUDIO DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Vulnerabilidad de forma Social

- FRAGILIDAD
 - Material de la que está compuesta o elaborada las edificaciones.

Tabla 50

Ponderado de material de la que está compuesta las edificaciones

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO	PORCENTAJE	PONDERADO
Estera/cartón.	0.503	3%	0.01509
Madera	0.26	10%	0.026
Quincha (caña con barro)	0.134	10%	0.0134
Adobe o tapia.	0.068	32%	0.02176
Ladrillo o bloque de cemento.	0.035	45%	0.01575
		SUMA	0.092

Nota: Esta tabla muestra el tipo de material mas usado en la zona.

i. La Cantidad de pisos por cada vivienda

Tabla 51

Ponderado en la cantidad de pisos por cada vivienda

CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO	PORCENTAJE	PONDERADO
5 pisos.	0.503	2%	0.01006
4 pisos.	0.26	4%	0.0104
3 pisos.	0.134	22%	0.02948
2 pisos.	0.068	52%	0.03536
1 piso.	0.035	20%	0.007
		SUMA	0.0923

Nota: Esta tabla muestra la cantidad de pisos existentes por vivienda en la zona.

- RESILIENCIA

- Actitud mostrada frente a un riesgo

Tabla 52

Ponderado en la actitud mostrada frente a un riesgo

ACTITUD FRENTE AL RIESGO	PESO	PORCENTAJE	PONDERADO
Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población	0.503	58%	0.29174
Actitud escasamente previsor de la mayoría de la población	0.26	42%	0.1092
		SUMA	0.40094

Nota: Esta tabla muestra la forma como enfrentan una situación de riesgo la población de la zona.

- Sobre la presencia de desastres que conocimiento local se tiene

Tabla 53

Ponderado sobre el conocimiento que se tiene sobre los desastres

CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRE	PESO	PORCENTAJE	PONDERADO
Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0.503	12%	0.29174
Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0.26	20%	0.1092
Existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0.134	30%	0.40094
La mayoría de la población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0.68	30%	0.0204
Toda la población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0.035	8%	0.0028
		SUMA	0.17576

Nota: Esta tabla nos muestra las vivencias y conocimientos de la población frente a un desastre natural.

Vulnerabilidad De Forma Económica

- FRAGILIDAD

- Estado en la que se encuentre la edificación y su ponderación respectiva

Tabla 54

Ponderación del estado de la edificación

ESTADO DE LA EDIFICACIÓN	PESO	PORCEN TAJE	PONDER ACIÓN
Muy malo	0.503	3%	0.01509
Malo	0.26	5%	0.013
Regular	0.134	42%	0.05628
Bueno	0.68	40%	0.0272
Muy bueno	0.035	10%	0.0035
SUMA		SUNA	0.17576

Nota: Esta tabla nos muestra el estado de las viviendas en la zona.

- Cantidad de Años o Antigüedad con la que cuenta la construcción de la edificación

Tabla 55

Ponderación en la antigüedad de la construcción

ANTIGÜEDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO	PORCENTAJ E	PONDERACIÓ N
De 40 a 50 años	0.503	12%	0.06036
De 30 a 40 años	0.26	20%	0.052
De 20 a 30 años	0.134	29%	0.03886
De 10 a 20 años	0.68	34%	0.02312
De 5 a 10 años	0.035	5%	0.00175
		SUMA	0.17609

Nota: Esta tabla nos muestra la cantidad de edificaciones antiguas existentes en la zona.

- RESILIENCIA
- Cantidad de Ingreso de una familia de forma ponderada

Tabla 56
Ponderación del ingreso familiar

INGRESO FAMILIAR PROMEDIO (SOLES)	PESO	PORCENTA JE	PONDERACI ÓN
< 500	0.503	2%	0.01006
> 500 - <750	0.26	5%	0.013
> 750 - < 1000	0.134	43%	0.05762
> 1000 - < 1500	0.068	40%	0.0272
>1500	0.035	10%	0.0035
		SUMA	0.11138

Nota: Esta tabla nos muestra el ingreso mensual de la población de la zona, la cual está en reflejada al sueldo básico.

- PEA desocupada

Tabla 57
Ponderación de PEA

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA	PESO	PORCENT AJE	PONDE RACIÓN
Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo.	0.503	20%	0.1006
Bajo acceso y poca permanencia en un puesto de trabajo.	0.26	24%	0.0624
Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo.	0.134	23%	0.03082
Alto acceso y permanencia a un puesto de trabajo	0.68	19%	0.01292
	0.035	14%	0.0049
		SUMA	0.21164

Nota: Esta tabla nos muestra que existe una tasa media de personas que no tienen permanencia a un puesto de trabajo

4.2 VALUACIÓN DEL RIESGO

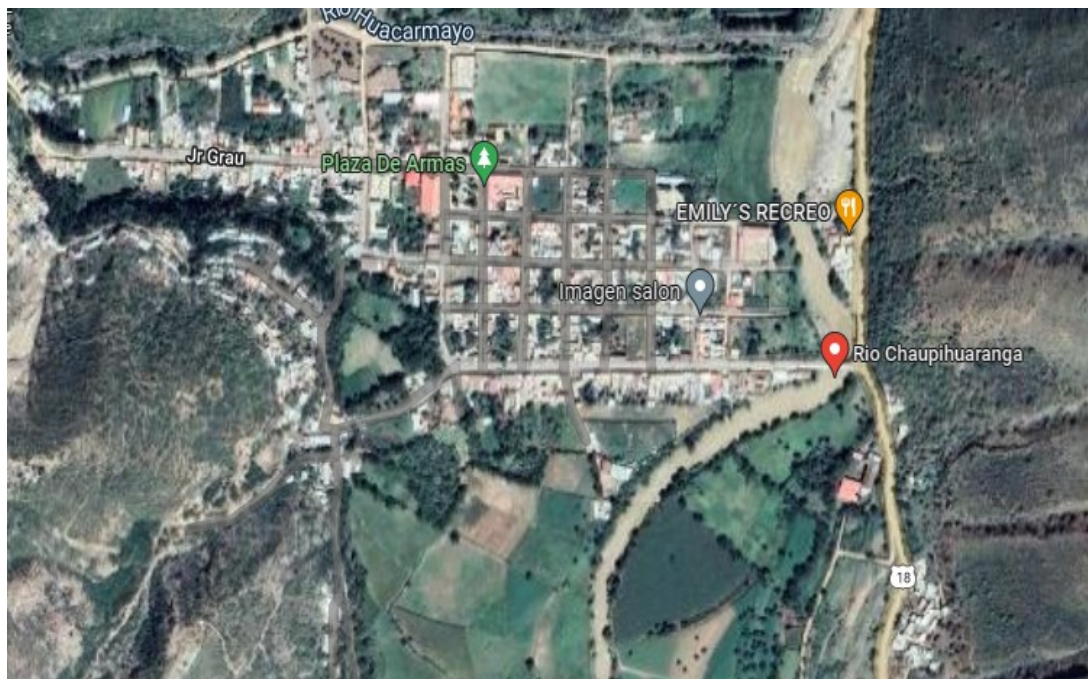
Figura 45

Lugares de riesgo en el tramo Ambo



Figura 46

En la parte alta de Ambo



4.3 MODELACIÓN CON EL SOFTWARE

Para la elaboración de la modelación con el programa Hec-Ras, lo que se tiene que calcular primero es su coeficiente en este caso se empleara el coeficiente de Manning, este es un coeficiente de rugosidad, para el cual vamos a guiarnos de la vista en campo con el fin de constatar los materiales que el rio tenga, se sabe que la mayoría de estos ríos se encuentran formados con causes de rocas y gravas, este dato es de suma importancia para poder obtener el coeficiente de rugosidad.

Hay que tener en cuenta que si se cuenta con un cauce de forma natural y las crecidas que tiene este cauce es de 25 metros se tomara un valor de 0.03 para los bordes y en el caso del cauce central también de 0.03.

Figura 47

Cauce del rio Chaupihuaranga.



También se necesita un tiempo de concentración y tiempo de retardo, por ello hay que saber que en lugares no tan grandes el valor aproximado que se toma en cuenta para un tiempo de retardo es de 52 min y por ende el tiempo de retardo llega a ser 0.6 veces el tiempo de concentración, calculando nos sale que el tiempo de retardo es de 31.2 min.

Referente al perfil de la resultante solo se realizó para los periodos de retorno de 20 y 50 años.

Como primer paso se procedió a realizar el eje del río y los tramos elegidos son de 0, 20, 45, 60, 100, 120, 140, 160, ..., 480, 500, 520 metros.

Figura 48
Perfil del río en el software Hec-Ras

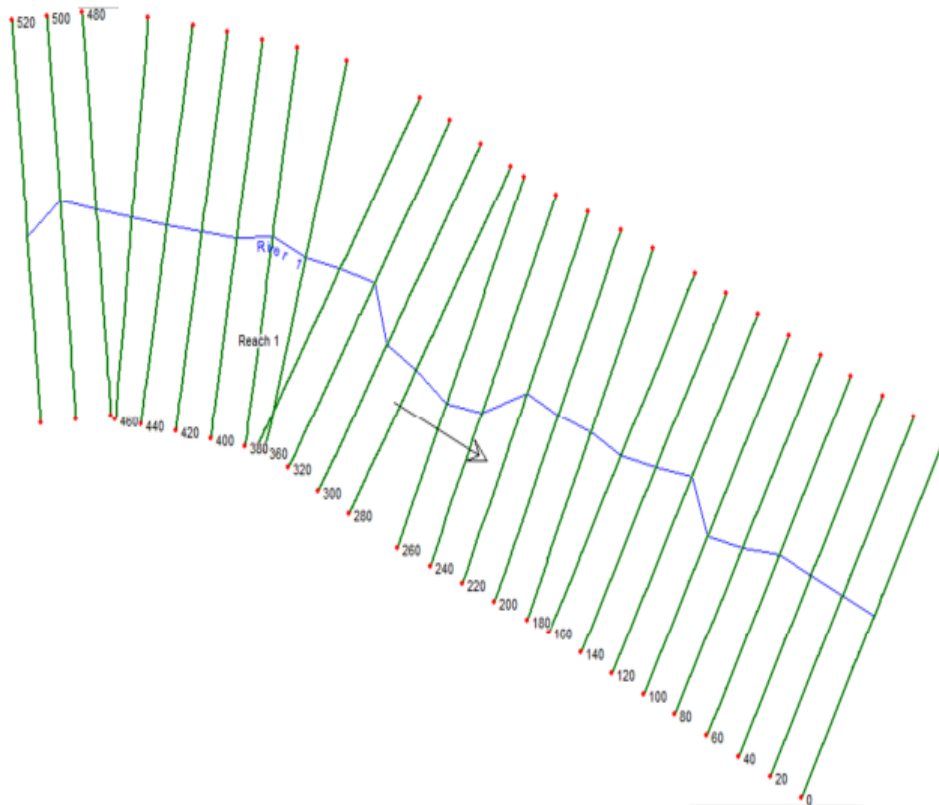
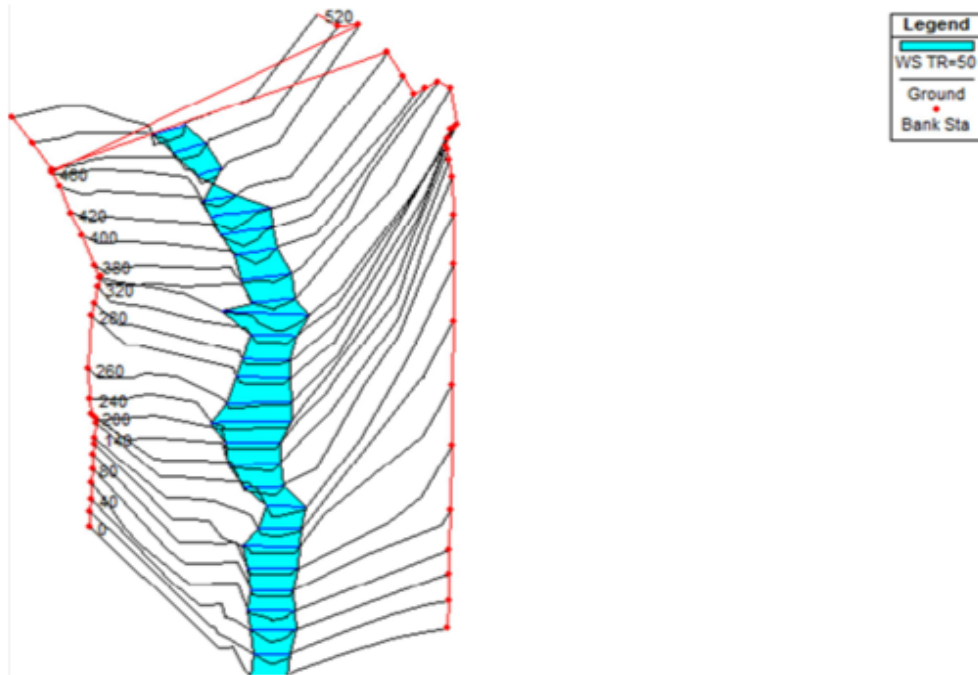


Figura 49
 Modelación para un return period de 50 años



Luego de realizar el modelamiento se pudo obtener los resultados y en el cual se calculó el caudal y su área de inundación.

Figura 50
 Resultados obtenidos del programa para un return period de 20 años

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude #	Chl (m)	Max Chl Dpth (m)
Reach 1	520	T= 20 años	139.52	2557.68	2560.12	2559.62	2560.64	0.006929	3.20	43.61	20.50	0.70	2.44	
Reach 1	500	T= 20 años	139.52	2557.44	2559.57	2559.57	2560.41	0.014458	4.07	34.26	20.69	1.01	2.13	
Reach 1	480	T= 20 años	139.52	2555.97	2558.07	2558.64	2559.88	0.037232	5.96	23.40	16.10	1.58	2.10	
Reach 1	460	T= 20 años	139.52	2554.51	2556.25	2557.00	2558.77	0.075996	7.04	19.83	18.80	2.19	1.74	
Reach 1	440	T= 20 años	139.52	2553.15	2556.82	2555.90	2557.09	0.004135	2.28	61.13	35.00	0.55	3.68	
Reach 1	420	T= 20 años	139.52	2553.20	2556.67		2556.99	0.004868	2.53	55.14	30.57	0.60	3.47	
Reach 1	400	T= 20 años	139.52	2553.25	2556.01	2556.01	2556.79	0.014189	3.92	35.64	22.90	1.00	2.76	
Reach 1	380	T= 20 años	139.52	2552.84	2554.36	2554.90	2556.15	0.069447	5.92	23.55	27.34	2.04	1.52	
Reach 1	360	T= 20 años	139.52	2551.26	2553.12	2553.66	2554.92	0.055094	5.95	23.46	22.60	1.86	1.86	
Reach 1	340	T= 20 años	139.52	2550.53	2554.29	2552.93	2554.44	0.002442	1.75	79.69	46.18	0.43	3.76	
Reach 1	320	T= 20 años	139.52	2551.57	2553.52	2553.52	2554.29	0.014534	3.87	36.05	23.92	1.01	1.95	
Reach 1	300	T= 20 años	139.52	2550.77	2551.99	2552.51	2553.68	0.055770	5.77	24.20	24.48	1.85	1.23	
Reach 1	280	T= 20 años	139.52	2550.59	2552.09	2552.14	2552.84	0.017138	3.84	36.35	27.78	1.07	1.50	
Reach 1	260	T= 20 años	139.52	2549.62	2550.64	2551.08	2552.15	0.068034	5.44	25.63	33.02	1.97	1.02	
Reach 1	240	T= 20 años	139.52	2548.99	2550.64	2550.29	2550.95	0.006431	2.46	56.77	40.88	0.67	1.65	
Reach 1	220	T= 20 años	139.52	2548.54	2550.05	2550.05	2550.72	0.015321	3.65	38.25	28.64	1.01	1.50	
Reach 1	200	T= 20 años	139.52	2547.60	2549.34	2549.55	2550.31	0.024458	4.37	31.93	26.12	1.26	1.74	
Reach 1	180	T= 20 años	139.52	2546.30	2548.29	2548.68	2549.70	0.033978	5.26	26.53	21.04	1.49	1.99	
Reach 1	160	T= 20 años	139.52	2545.67	2548.07	2548.22	2549.07	0.019445	4.43	31.52	20.88	1.15	2.40	
Reach 1	140	T= 20 años	139.52	2545.72	2547.36	2547.67	2548.58	0.028775	4.89	28.52	22.23	1.38	1.64	
Reach 1	120	T= 20 años	139.52	2545.90	2547.49	2547.49	2548.15	0.015010	3.60	38.71	29.59	1.01	1.59	
Reach 1	100	T= 20 años	139.52	2545.34	2546.72	2546.95	2547.72	0.025731	4.44	31.43	26.09	1.29	1.38	
Reach 1	80	T= 20 años	139.52	2544.37	2545.76	2546.15	2547.11	0.032740	5.14	27.14	21.49	1.46	1.39	
Reach 1	60	T= 20 años	139.52	2543.35	2545.45	2545.67	2546.46	0.023405	4.47	31.22	23.96	1.25	2.10	
Reach 1	40	T= 20 años	139.52	2542.64	2545.27	2545.30	2546.05	0.015263	3.93	35.54	24.10	1.03	2.63	
Reach 1	20	T= 20 años	139.52	2541.93	2544.28	2544.67	2545.59	0.027971	5.07	27.50	19.89	1.38	2.35	
Reach 1	0	T= 20 años	139.52	2541.16	2543.19	2543.70	2544.89	0.041089	5.77	24.20	19.39	1.65	2.03	

Nota: En la figura se observa las características hidráulicas del tramo del periodo de retorno de 20 años.

Figura 51

Resultados del programa para un return period de 50 años

Reach	River Sta	Profile	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl	Max Chl Dpth (m)
Reach 1	520	TR=50	2557.68	2559.80	2560.32	2561.73	0.030024	6.17	37.13	19.74	1.44	2.11
Reach 1	500	TR=50	2557.44	2560.51	2560.51	2561.30	0.014277	3.93	58.37	37.30	1.00	3.07
Reach 1	480	TR=50	2555.97	2558.82	2559.60	2560.78	0.029271	6.21	36.91	19.84	1.45	2.86
Reach 1	460	TR=50	2554.51	2556.72	2557.73	2559.83	0.065774	7.80	29.36	21.22	2.12	2.22
Reach 1	440	TR=50	2553.15	2555.69	2556.66	2558.53	0.056440	7.46	30.71	21.10	1.97	2.55
Reach 1	420	TR=50	2553.20	2557.46	2556.64	2557.84	0.004971	2.74	83.62	41.89	0.62	4.26
Reach 1	400	TR=50	2553.25	2556.73	2556.73	2557.63	0.013759	4.22	54.30	30.56	1.01	3.47
Reach 1	380	TR=50	2552.84	2554.74	2555.42	2557.00	0.059964	6.65	34.44	30.00	1.98	1.90
Reach 1	360	TR=50	2551.26	2553.56	2554.28	2555.91	0.048987	6.79	33.75	24.20	1.83	2.30
Reach 1	340	TR=50	2550.53	2555.12	2553.58	2555.30	0.001967	1.89	121.02	52.98	0.40	4.59
Reach 1	320	TR=50	2551.57	2554.16	2554.16	2555.14	0.013435	4.40	52.11	26.75	1.01	2.59
Reach 1	300	TR=50	2550.77	2552.43	2553.08	2554.57	0.047533	6.48	35.36	26.45	1.79	1.66
Reach 1	280	TR=50	2550.59	2552.44	2552.70	2553.68	0.021841	4.93	46.48	29.12	1.25	1.86
Reach 1	260	TR=50	2549.62	2550.97	2551.57	2552.94	0.057825	6.23	36.80	34.15	1.91	1.35
Reach 1	240	TR=50	2548.99	2551.35	2550.73	2551.71	0.004660	2.65	86.46	43.37	0.60	2.36
Reach 1	220	TR=50	2548.54	2550.59	2550.59	2551.50	0.014050	4.24	54.08	29.93	1.01	2.04
Reach 1	200	TR=50	2547.60	2549.86	2550.12	2551.13	0.021444	4.98	45.97	27.65	1.23	2.27
Reach 1	180	TR=50	2546.30	2548.87	2549.36	2550.60	0.028303	5.83	39.29	23.01	1.42	2.57
Reach 1	160	TR=50	2545.67	2548.64	2548.90	2550.03	0.019780	5.23	43.80	22.65	1.20	2.97
Reach 1	140	TR=50	2545.72	2547.86	2548.31	2549.53	0.027895	5.73	39.99	23.79	1.41	2.14
Reach 1	120	TR=50	2545.90	2547.95	2548.05	2548.90	0.016667	4.32	53.08	33.43	1.09	2.04
Reach 1	100	TR=50	2545.34	2547.28	2547.54	2548.49	0.021483	4.88	46.90	29.32	1.23	1.94
Reach 1	80	TR=50	2544.37	2546.36	2546.81	2547.97	0.027207	5.62	40.75	24.29	1.39	1.99
Reach 1	60	TR=50	2543.35	2545.86	2546.29	2547.40	0.028155	5.49	41.71	26.83	1.41	2.51
Reach 1	40	TR=50	2542.64	2545.93	2545.96	2546.86	0.014387	4.26	53.75	30.87	1.03	3.29
Reach 1	20	TR=50	2541.93	2544.94	2545.37	2546.42	0.025468	5.39	42.49	26.21	1.35	3.01
Reach 1	0	TR=50	2541.16	2543.80	2544.43	2545.79	0.032607	6.25	36.68	21.68	1.53	2.64

Nota: En la figura se observa las características hidráulicas del tramo del periodo de retorno de 50 años.

Tabla 58

Áreas de inundación

Periodo de retorno	Área de Inundación	Caudal
20 años	948.2 m ²	139.52 m ³ /s
50 años	1309.31 m ²	170.15 m ³ /s

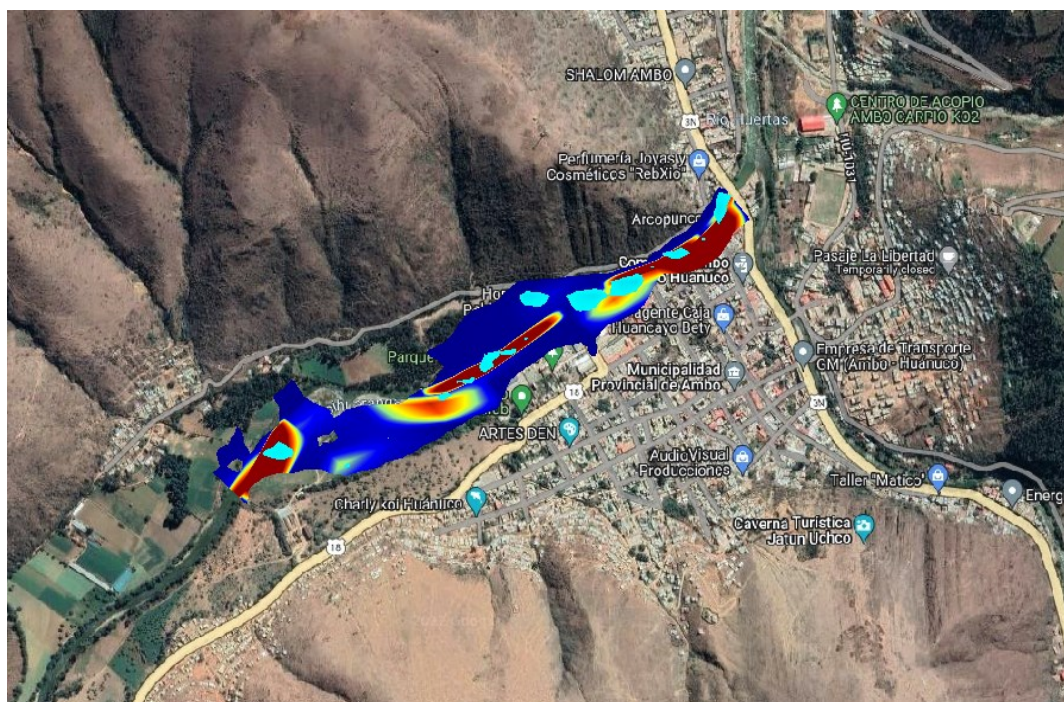
4.4 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

En esta parte se podrá constatar la hipótesis planteando, para ello nos enfocamos en observar en el capítulo de resultados, los datos que se obtuvieron y si cumple con lo propuesto en la hipótesis.

H1: La modelación hidrológica permite estimar las zonas vulnerables ante un desborde del río Chaupiguaranga.

Si nos vamos a la parte **4.1.3. evaluación de riegos** podemos ver las zonas que serían afectadas si en caso exista un desborde del río Chaupiguaranga. Ahora en el tramo de Ambo en la siguiente imagen se puede observar los lugares que se verían afectados.

Figura 52
Tramo de Ambo



Nota: El grafico representa el área de inundación del río chaupiguaranga en el tramo del malecón de Ambo.

Si queremos datos más exactos como el área de inundación que pueda tener cada periodo de retorno o el área de las zonas que se encuentren vulnerables ante el desborde del río Chaupiguaranga se necesita el modelamiento de los otros periodos de retorno de 5,10,100 y 500 años.

Tabla 59

Para 20 y 50 años su área de inundación

Periodo de retorno	Área de Inundación	Caudal
20 años	948.2 m ²	139.52 m ³ /s
50 años	1309.31 m ²	170.15 m ³ /s

La tabla 59 anterior es el resultado del modelamiento en la parte de la modelación con el software, se puede observar que se obtiene dos periodos de retorno el de 20 años y de 50 años dando el área de inundación respectivamente para cada año, así como el caudal máximo, pero para este estudio solo nos enfocaremos en el periodo de 50 años.

De acuerdo a lo dicho anteriormente, a la figura 52 y a la tabla 59 se puede decir que la hipótesis 1 es correcta, porque al realizar una modelación hidrológica nos puede dar el área estimada de inundación e identificar las zonas vulnerables.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para realizar esta tesis de investigación se tuvo que calcular ciertos factores entre ellos los desencadenantes, los cuales son necesarios para estimar el peligro en este caso con los datos de la intensidad de la precipitación, también se consideró otros factores como los condicionantes en este caso se evalúa el tiempo de retorno, para que el trabajo realizado al momento de estimar sean datos confiables.

Para el estudio de la vulnerabilidad, esta se dividió en dos partes la parte social y la parte económica, para ello se tiene que dar cierto peso para su ponderación, esta ponderación se realiza al multiplicar el porcentaje que se tiene (resultado de las encuestas) con el peso que se tiene por teoría.

Después de ello se obtuvo los resultados en cada parte del estudio de la vulnerabilidad, empezando con vulnerabilidad de forma social en esa parte se dividió en dos partes Fragilidad y Resiliencia dentro de ellos también se dividió en dos partes en cada sección, primero se estudió el material de la que esa compuesta o elaborada las edificación en la cual el ponderado total fue de 0.092, luego se estudió la cantidad de pisos por cada vivienda y el total fue 0.0923, para la parte de actitud mostrada frente a un riesgo se tuvo un total de 0.40094 siendo el porcentaje de 58% para la personas que tenían actitudes fatalistas y 42% para la que eran escasamente previsoras, por último en la parte respecto al conocimiento local sobre ocurrencias pasadas de desastres se tiene en total de 0.17576, según Tuesta (2018) en su trabajo de investigación obtuvo 0.090 en el estudio de material, para el estudio de la cantidad de pisos por cada vivienda fue de 0.0814, respecto al conocimiento local sobre los desastres se obtuvo 0.3284, la diferencia que se muestra entre estas dos investigaciones es que las personas para la investigación de Tuesta (2018) tienen mayor conocimiento local respecto a ocurrencias pasadas de inundación.

En la parte de Vulnerabilidad de forma económica, se dividió también en dos partes la cual es de fragilidad y resiliencia pero dentro de ellos también están divididas, primero se tiene el estado en el que se encuentra la edificación en este caso se tuvo un total de 0.11507, luego para la cantidad de años de antigüedad que se tiene de la edificación fue un total de 0.17609, como penúltimo se estudió la cantidad de ingreso que tiene una familia promedio y fue un total de 0.11138 de ponderación y finalmente se realizó un estudio de la PEA desocupada y ahí se tuvo un total de 0.21164 de ponderación, según Tuesta (2018) obtuvo un cambio en los resultados para el estado que se encuentra la edificación fue de 0.1153, en la parte de antigüedad de la edificación fue de 0.2036 y para el ingreso promedio fue de 0.1101, la diferencia que se muestra según el estudio de la investigación de Tuestas (2018) es que existe más cantidad de viviendas antiguas en la ciudad de Tingo María.

Referente a la modelación con el software Hec-Ras para la modelación hidrológica se pudo identificar las zonas y áreas de inundación del río Chaupihuaranga, para los periodos de retorno de 20 y 50 años fueron 948.2 m² y 1309.31 m² respectivamente, en el trabajo realizado por Rojas (2018) también se identificó las zonas y áreas de inundación del río Tirishuanca en los periodos de retorno de 20 y 50 años siendo 3843.97 m², 4280.93 m², lo cual la diferencia que se muestra según el estudio de la investigación de Rojas (2018) tiene un mayor desbordamiento causando inundaciones afectando a las viviendas aledañas.

CONCLUSIONES

Se concluye que:

- Para la identificación de zonas vulnerables mediante la modelación hidrológica con el software Hec-Ras se pudo identificar las zonas y áreas de inundación del río Chaupihuaranga, para los periodos de retorno de 20 y 50 años los cuales fueron 948.2 m² y 1309.31 m² siendo esto el malecón de ambo el mas afectado por estar al margen derecho del río.
- Para los factores influyentes para la caracterización del río Chaupihuaranga se tienen: Que las precipitaciones que se realizaron en 24 horas, se tomó los datos de la estación de San Rafael, de los años 1999 al 2022 de esos datos por cada mes se tomó los máximos para cada año. Referente a la prueba de Smirnov, que es un método de la prueba de bondad, este método no ayuda a elegir la distribución adecuada para el estudio y en este caso hubo dos que tuvieron el mismo delta y son las distribuciones de Log Normal y también la Gumble según el estudio teórico, la cuales tienen un delta teórico menor que el de las otras distribuciones siendo este 0.065476190. Para la elaboración de las curvas del diseño de intensidad se procedió a tomar el delta teórico del programa HidroEsta porque por la prueba de bondad nos daban dos distribuciones, pero con el programa se eligió la distribución de Log Normal con un delta teórico de 0.935. La precipitación media que se obtuvo del río Chaupihuranga, usando la estación de San Rafael fue de 35.85; 41.60; 47.04; 54.02; 59.24 para los periodos de retorno de 5, 10, 20, 50, 100, 500 años respectivamente. Los datos obtenidos de la estación y ponderados mediante los métodos se obtuvo: En la parte de la modelación con el software se tomó los periodos de retorno de 20 y 50 años, este nos dio como resultado el área de inundación para cada periodo de retorno, siendo de 20 años de 948.2 m² y de 50 años es de 1309.31 m². Los caudales máximos que se logró obtener del modelamiento y las intensidades fueron de 139.53 m³/s para un periodo de retorno de 20 años y 170.15 m³/s para un periodo de retorno de 50 años.

- Para determinar el grado de vulnerabilidad se obtuvo: La vulnerabilidad en la parte social en la parte del estudio de material fue de 0.092, en la parte de pisos por vivienda fue de 0.0923, en la parte de actitud mostrada frente al riesgo fue de 0.40094 y en la parte de conocimiento ante la presencia de desastres fue de 0.17576 de ponderación. La vulnerabilidad en la parte económica, fue de 0.11507 en el estado que se encuentra la edificación, para la cantidad de años fue de 0.17609, en el ingreso familiar promedio fue de 0.11138 de ponderado y en la PEA desocupada fue de 0.21164 de ponderación.

RECOMENDACIONES

Para la municipalidad de Ambo se recomienda que tome las medidas necesarias (como charlas de información o elaboración de un plan de defensa) referente al riesgo que se pueda dar de inundación o desborde del río Chaupihuranga que pueda afectar a la parte alta de Ambo como una parte en la central.

Para las autoridades del SENAMHI se recomienda la actualización de las estaciones que se tienen en el departamento de Huánuco y de la misma forma la implementación de más estaciones que estén cerca de los ríos principales o que tienen antecedentes de desborde.

Se tiene que hacer un reajuste en el diseño de intensidad para ser específico en la curva de diseño, para poder reducir los errores y la estimación tenga un menor error.

Se tiene que tener una correcta recolección de datos referente a la encuesta para que así la ponderación de las vulnerabilidades sean las más precisas.

Para el peso en la ponderación del estudio de vulnerabilidad se tiene que guiar netamente del manual de evaluación de riesgo originado por los fenómenos naturales.

Se tiene que instruir a la población a que no construya sus viviendas en las laderas de los ríos para así evitar cualquier desastre que pueda generar pérdidas humanas como económicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar Alegria, A. G. (2010). *Modelación hidrológica de crecidas en la cuenca del río Machángara en la ciudad de Quito*. Quito, Ecuador.
- Benayas Polo, R. (11 de noviembre de 2014). *CursosGis.com*. Obtenido de <https://www.cursosgis.com/que-es-hec-ras-y-para-que-sirve/>
- CENEPRED. (2015). *Manual para la Evaluación de Riesgos de Origen Natural*. Lima: NEVA STUDIO S.A.C.
- CERSA. (7 de marzo de 2021). *cersa.org*. Obtenido de <https://cersa.org.pe/capacitaciones/?q=content/blog/desarrollo-de-modelos-hidr%C3%A1ulicos>
- Chagua, C. J. (2018). *Estudio de inundación de la zona correspondiente al distrito de Calango, provincia de Cañete, departamento de Lima, Mediante el uso de los modelos matemáticos HEC-HMS Y HEC-RAS*. Lima.
- Chereque, W. (1987). *Mecánica de Fluidos I*. Lima-Perú.
- Comercio. (2019). Obtenido de <https://elcomercio.pe/peru/huanuco/desborde-rio-chaupihuaranga-destruye-via-une-huanuco-pasco-lima-noticia-nndc-603241-noticia/>
- Contreras, L. (2005). *Vulnerabilidades mediante presipitaciones*.
- CORDOVA, M. D. (2017). *APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA CON SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA IDENTIFICAR LAS ÁREAS DE INUNDACIÓN DEL RÍO HUALLAGA EN EL TRAMO HUAYLLA - AMBO, 2017*. Huanuco .
- Escenarios Hidricos 2030*. (25 de 05 de 2021). Obtenido de <https://escenarioshidricos.cl/noticia/cuenca-hidrografica-la-unidad-territorial-optima-para-gestionar-recursos-hidricos/>

- Forest Service. (18 de 02 de 2022). Obtenido de https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5338930.pdf
- Garcia, R. L. (2020). *Propuesta y análisis de metodologías para la evaluación de recursos mediante modelos precipitación-escorrentía*. Valencia - España.
- Hernandez, R. F. (2014). *Metodología de la Investigación*. (6ta ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Hernandez, R., Barrios, H., & Ramires, A. (2017). *Analisis de riesgo por inundacion: Metodologia y Aplicacion a la cuanca Atemajac*. Mexico.
- Hernández, S. R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw-Hill.
- Horton, R. (2010). *Cuencas- Caracterisitcas Fisiograficas*.
- Londoño, C. (1995). *La geomorfometría aplicada a las cuencas hidrográficas*. . colombia.
- Ministerio de Agricultura y Alimentación. (1978). *Consideraciones Generales sobre Canales Trapezoidales*. Lima.
- Ministerio de Salud. (2015). *“Plan de Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres del Ministerio de Salud, Frente a los Efectos de las Lluvias 2014-2015”*. Perú.
- ROJAS, A. J. (2018). *MODELACION HIDROLOGICA E HIDRAULICA DEL RIO TIRISHUANCA PARA IDENTIFICACION DE ZONAS VULNERABLES A INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD DE MOLINO, DISTRITO DE MOLINO, PROVINCIA DE PACHITEA, DEPARTAMENTO DE HUANUCO*. Huanuco.
- Ruiz, V., & Armando, D. (2015). *Análisis de amenaza, vulnerabilidad y riesgo en la cuenca alta del Río Bogotá, en el Municipio de Villapinzón*,

utilizando modelación hidrológica HEC-HMS e hidráulica 1D y 2D HEC-RAS e ÍBER. Bogota.

Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Limusa.

Tuesta, J. (2018). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGO POR INUNDACIÓN DEL RIO HUALLAGA EN LA CIUDAD DE TINGO MARIA EN UN ENTORNO SIG*. Tingo Maria.

Vargas, G. G. (2017). *RIESGO FÍSICO FRENTE A INUNDACIONES FLUVIALES Y PLUVIALES EN LA CABECERA PARROQUIAL ROCAFUERTE DEL CANTÓN RIOVERDE, PROVINCIA DE ESMERALDAS, ECUADOR*. Quito.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Duran Zevallos, J. (2023). *Modelación hidrológica para un control e Identificación de zonas de riesgo y características hidráulica del rio Chaupihuaranga en el tramo urbano Ambo – Yanahuanca – 2022* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

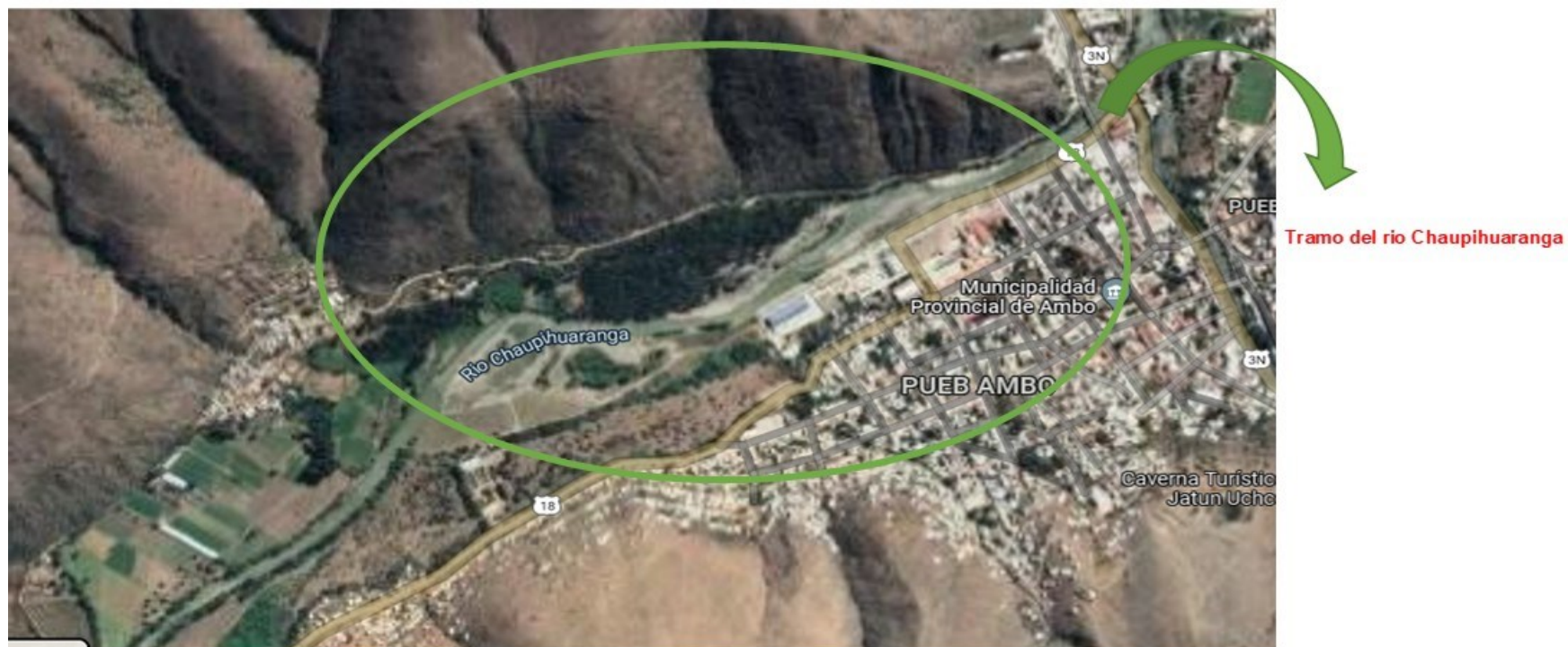
ANEXOS 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
<p>Problema General:</p> <p>¿La modelación hidrológica permitirá estimar las zonas de vulnerables por un desborde del rio Chaupihuaranga en el tramo urbano Ambo - Yanahuanca?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>¿Qué factores influyen en la caracterización hidráulica del rio Chaupihuaranga ante un desborde?</p> <p>¿En qué medida los datos de la estación pluvial influyen en el desborde del rio Chaupihuaranga?</p> <p>¿Cuál es el grado de vulnerabilidad ante el desborde del rio Chaupihuaranga??</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Identificar las zonas de vulnerables mediante una modelación hidrológica por un desborde del rio Chaupihuaranga en el tramo urbano Ambo - Yanahuanca.</p> <p>Objetivos Especificos</p> <p>Describir los factores que influyen en la caracterización hidráulica del rio Chaupihuaranga ante un desborde.</p> <p>Indicar en qué medida los datos de la estación pluvial influyen en el desborde del rio Chaupihuaranga.</p> <p>Determinar cuál es el grado de vulnerabilidad ante el desborde del rio Chaupihuaranga.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>H1: La modelación hidrológica permite estimar las zonas vulnerables ante un desborde del rio Chaupihuaranga.</p>

ENFOQUE, ALCANCE Y DISEÑO	POBLACIÓN Y MUESTRA	VARIABLES
Enfoque: Cuantitativo. Alcance o nivel: Descriptivo. Diseño: No experimental.	Población: la sub cuenca del rio chaupihuaranga, en el distrito de Ambo, en la región de Huánuco. Muestra: los datos obtenidos en ambo de la región de Huánuco .	Variable dependiente Zonas vulnerables. Variable independiente Modelación Hidrológica.

ANEXO 2 PLANO DE UBICACIÓN

Figura 53
Imagen Satelital



Nota: En el grafico se visualiza el rio Chaupihuaranga y al margen derecho las zonas vulnerables.

ANEXO 3

ENCUESTA PANEL FOTOGRAFICO

Figura 54

Encuesta primera parte



Figura 55

Encuesta segunda parte



Figura 56
Encuesta tercera parte



PROGRAMA

Secciones del cauce del rio, según muestra del programa

Figura 57
Cauce del rio vista transversal

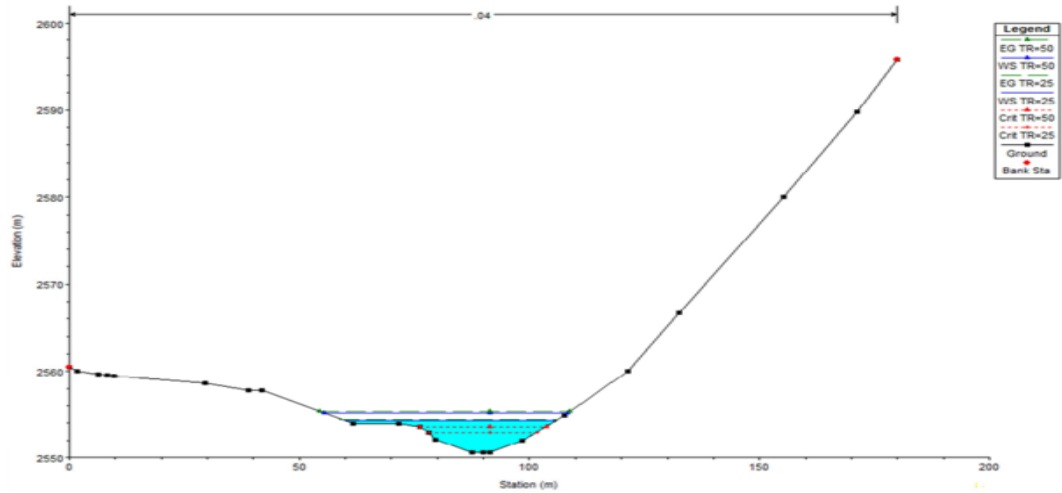


Figura 58
Vista transversal para los periodos de retorno de 25 y 50 años

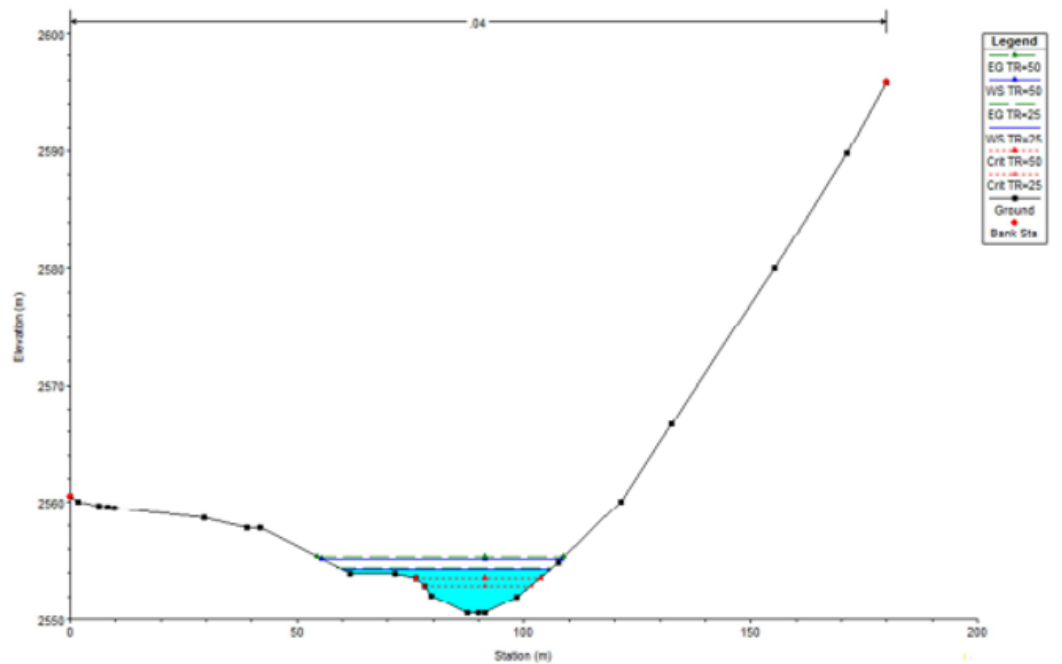


Figura 59
Perfil del cauce longitudinal del rio

