

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Medidas de control estructural ante inundación en el curso del
rio Huacar, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Masgo Presentacion, Pedro Cesario

ASESORA: Garcia Villegas, Karem Liliana

HUÁNUCO – PERÚ

2024

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión en la construcción

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

D

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): 46063916

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42164276

Grado/Título: Maestro en ciencias en agroecología
mención: gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0003-0747-2353

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Boyanovich Ordoñez, Lili Tatiana	Maestra en gestión pública	41948561	0000-0003-1751-1336
3	Suarez Landauro, Reynaldo Favio	Maestro en gestión pública	22498065	0000-0002-4641-3797

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 16:00 horas del día **viernes 01 de marzo de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- | | |
|---------------------------------------|--------------|
| ❖ MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS | - PRESIDENTE |
| ❖ MG. LILI TATIANA BOYANOVICH ORDOÑEZ | - SECRETARIA |
| ❖ MG. REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO | - VOCAL |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 0346-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"MEDIDAS DE CONTROL ESTRUCTURAL ANTE INUNDACIÓN EN EL CURSO DEL RIO HUACAR PERTENECIENTE AL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CIUDAD DE AMBO, DISTRITO Y PROVINCIA DE AMBO, HUÁNUCO 2021"**, presentado por el (la) Bachiller. Bach. Pedro Cesario MASGO PRESENTACION, 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 18:00 horas del día 01 del mes de marzo del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


MG. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
DNI: 40895876
ORCID: 0000-0001-7920-1304
Presidente


MG. LILI TATIANA BOYANOVICH ORDOÑEZ
DNI: 41948561
ORCID: 0000-0003-1751-1336
Secretaria


MG. REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO
DNI: 22498065
ORCID: 0000-0002-4641-3797
Vocal



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

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, Mg. Ing. Karem Liliana García Villegas, docente asesor de Tesis del Programa Académico de Ingeniería Civil y designado mediante RESOLUCIÓN N° 2935-2023-D-FI-UDH de fecha 06 de diciembre de 2023 del Bachiller MASGO PRESENTACION, Pedro Cesario, del Trabajo de Investigación TESIS titulada “MEDIDAS DE CONTROL ESTRUCTURAL ANTE INUNDACIÓN EN EL CURSO DEL RIO HUACAR EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CIUDAD DE AMBO, DISTRITO Y PROVINCIA DE AMBO, HUÁNUCO 2021”.

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 24% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin. Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

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

Tingo María, 07 de marzo del 2024.

Atentamente,

Mg. Karem Liliana Garcia Villegas

Asesora

COD. ORCID: 0000-0003-0747-2353

CIP: 149302

DNI: 42164276

MEDIDAS DE CONTROL ESTRUCTURAL ANTE INUNDACIÓN EN EL CURSO DEL RIO HUACAR, DISTRITO Y PROVINCIA DE AMBO, HUÁNUCO 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	23%	10%	12%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Nacional Hermilio Valdizan Trabajo del estudiante	1%
6	www.unl.edu.ar Fuente de Internet	<1%
7	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Mg. Karem Liliana Garcia Villegas
Asesora
COD. ORCID: 0000-0003-0747-2353
CIP: 149302
DNI: 42164276

DEDICATORIA

Dedico este lugar a mi familia. Mi familia siempre me brindó el apoyo necesario durante mi formación profesional y personal.

AGRADECIMIENTOS

De forma preponderante, a mi alma máter Universidad de Huánuco y en primer lugar a la escuela de Ingeniería Civil.

Al Magister Karem Liliana, García Villegas por la orientación y soporte brindado en el desarrollo de esta investigación.

De igual modo, a mis familiares los que creen constantemente en mí. Papá, mi imagen de ser humano dedicado que continuamente es aguerrido, que me inspira. Mamá, tu presencia silenciosa, que escucha mi lamento y mis opiniones, sin darme cuenta alguna de lo ya descrito, me heredo coraje y fortaleza para trazarme y cumplir esta meta.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPITULO I.....	15
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	15
1.1. DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA.....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	17
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	17
1.3. OBJETIVOS.....	17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN LEGAL.....	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	18
1.4.3. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA.....	18
1.4.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	18
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.5.1. LIMITACIÓN TEÓRICA.....	19
1.5.2. LIMITACIÓN TEMPORAL.....	19
1.5.3. LIMITACIÓN ESPACIAL.....	19
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
CAPITULO II.....	21
MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	21
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	22

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	24
2.2. BASES TEÓRICAS.....	25
2.2.1. INUNDACIONES	25
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	36
2.4. HIPÓTESIS.....	37
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	37
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA	37
2.5. VARIABLES	37
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	39
CAPÍTULO III.....	40
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.1. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.1.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.1.2. ALCANCE O NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.1.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	42
3.2.1 POBLACIÓN.....	42
3.2.2 MUESTRA	42
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	42
3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	42
3.4 TÉCNICAS PARA PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	43
CAPÍTULO IV.....	44
RESULTADOS.....	44
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	44
4.1.1. CARACTERÍSTICA GENERAL DEL LUGAR	44
4.1.2. GEOMORFOLOGÍA DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CURSO DEL RIO HUÁCAR.....	47
4.1.3. ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA HORARIA DE LA CUENCA DEL RIO HUÁCAR.....	59
4.1.4. ANÁLISIS DEL NIVEL DE INUNDACIONES EN EL CURSO DEL RIO HUÁCAR. PERTENECIENTE AL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CIUDAD DE AMBO	72

4.1.5. ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE MEDIDAS DE CONTROL ESTRUCTURAL PROTEGE DE INUNDACIONES EN EL CURSO DEL RIO HUÁCAR	82
4.2. CONTRASTE O PRUEBA DE HIPOTESIS.....	88
4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	88
CAPÍTULO V.....	91
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	91
CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES.....	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
ANEXOS.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Método evaluación en eventos de Inundaciones	28
Tabla 2 Operacionalización de las variables.....	39
Tabla 3 Curvas características de la cuenca del rio Huácar	50
Tabla 4 Curvas características de la cuenca del rio Huacar	53
Tabla 5 Parámetros de la red hidrográfica de la cuenca del Huacar	54
Tabla 6 Estación meteorológica Ambo	59
Tabla 7 Precipitación máxima en 24 horas estación meteorológica Ambo ..	59
Tabla 8 Calculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno.....	61
Tabla 9 Calculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno.....	61
Tabla 10 Calculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno a una distribución logaritmo Normal.....	62
Tabla 11 Calculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno usando una distribución Log Pearson III	62
Tabla 12 Calculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno usando una distribución Gumbel.....	63
Tabla 13 Calculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno.....	64
Tabla 14 Precipitación efectiva en la cuenca del rio Huácar.....	69
Tabla 4 Coordinadas de la limpieza, descolmatación y conformación de dique con enrocado de la margen izquierda del rio Huácar.....	83
Tabla 15 Resultados modelación de inundaciones a través de programa HEC-RAS, para el control de inundaciones en el curso del rio Huácar	87
Tabla 16 Decisión estadística de los resultados de la Prueba de normalidad de Shapiro Wilk.....	88
Tabla 17 Prueba ANOVA para las medidas de control estructural protegen ante inundaciones en el curso del rio Huácar perteneciente al área de influencia de la ciudad de Ambo	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Área susceptible a inundación en Ambo.....	16
Figura 2 Marco conceptual del método MCA para evaluar el riesgo de inundaciones.....	31
Figura 3 Marco conceptual para las evaluaciones riesgo a inundaciones ...	33
Figura 4 Evaluación del riesgo basado en escenarios.....	34
Figura 5 Ubicación.....	44
Figura 6 Mapa de área de influencia.....	45
Figura 8 Modelo digital de elevación del cauce del rio Huácar	47
Figura 9 Cuenca del cauce del rio Huácar	48
Figura 10 Áreas de la Cuenca del rio Huácar	49
Figura 11 Curva Hipsométrica de la Cuenca del rio Huácar	51
Figura 12 Polígono de frecuencia de altitudes de la Cuenca del rio Huácar	51
Figura 13 Áreas de la Cuenca del rio Huacar	55
Figura 14 Geomorfología en el área de influencia en la Cuenca del rio Huácar	56
Figura 15 Geología en el área de influencia en la Cuenca del rio Huácar ...	57
Figura 16 Niveles de pendiente en el área de influencia en la Cuenca del rio Huácar	58
Figura 17 Precipitación máxima por año de la Cuenca del rio Huácar	60
Figura 18 Curvas intensidad, duración y frecuencia (IDF) de la Cuenca del rio Huácar	67
Figura 19 Hietograma SCS tipo III de la Cuenca del rio Huácar.....	68
Figura 20 Hietograma SCS tipo III de la precipitación efectiva en la Cuenca del rio Huácar.....	69
Figura 21 Precipitación en el área de influencia en la Cuenca del rio Huácar	71
Figura 22 Reprocesamiento, importación de geometría en la Cuenca del rio Huácar	72
Figura 23 Reprocesamiento, creación de mayas geométricas y refinado del cauce del rio Huacar.....	73
Figura 24 Resultado del nivel de riesgo de inundación para el periodo de retorno 2 años en el curso del rio Huácar	74

Figura 25 Resultado del nivel de riesgo de inundación para el periodo de retorno 5 años en el curso del rio Huácar	75
Figura 26 Resultado del nivel de riesgo de inundación para el periodo de retorno 10 años en el curso del rio Huácar	76
Figura 27 Resultado del nivel de riesgo de inundación para el periodo de retorno 20 años en el curso del rio Huácar	77
Figura 28 Resultado del nivel de riesgo de inundación para el periodo de retorno 25 años en el curso del rio Huácar	78
Figura 29 Resultado del nivel de riesgo de inundación para el periodo de retorno 50 años en el curso del rio Huácar	79
Figura 30 Resultado del nivel de riesgo de inundación para el periodo de retorno 100 años en el curso del rio Huácar	80
Figura 31 Resultado del nivel de riesgo de inundación para el periodo de retorno 200 años en el curso del rio Huácar	81
Figura 21 Resultado de la protección de la medida de control estructural ante inundaciones.....	86
Figura 33 Imágenes y topografía del cauce del rio Huácar.....	110
Figura 34 Geoprocesamiento topografía del cauce del rio Huácar	111
Figura 35 Geoprocesamiento topografía para análisis de inundación	113
Figura 36 Geoprocesamiento de la red hídrica para análisis de inundación	114
Figura 37 Análisis de inundación	115
Figura 27 Geomorfología del rio Huácar.....	115
Figura 39 Características de red del rio Huácar.....	116
Figura 40 Análisis de inundación en el ámbito del rio Huácar a periodos de retorno	117
Figura 41 Identificación de lugares críticos a inundaciones en cauce rio Huácar	118
Figura 42 Levantamiento de información a través de vehículo no tripulado DRONE	118
Figura 43 Vista aérea del cauce del rio Huácar	119
Figura 44 Vista aérea del rio Huácar	120
Figura 45 Vista aérea de lugares expuestos a inundaciones en la ribera del rio Huácar	121

Figura 46 Vista aérea de lugares expuestos a inundaciones en la ribera del río Huácar	122
Figura 47 Vista aérea de lugares expuestos a inundaciones en el lecho del río Huácar	123
Figura 48 Lecho de río Huácar con actividad extractiva de minería no metálica	124
Figura 49 Cauce del río Huácar con actividad extractiva de minería no metálica	125
Figura 50 Puente expuesto a inundaciones por el río Huácar	126
Figura 51 Lecho de río Huácar colmatado con presencia de residuos sólidos	126
Figura 52 modelamiento	127

RESUMEN

La tesis “*Medidas de Control Estructural ante Inundación en el curso del Río Huácar perteneciente al área de influencia de la ciudad de Ambo, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021*”, desarrolla como **objetivo** de establecer las medidas de control estructural ante inundaciones en el curso del Río; se empleó el método cuantitativo de corte descriptivo no experimental, donde la población incluye el curso del río Huácar en el distrito Ambo. Los **Resultados**, delimito la cuenca del río Huácar, estableciendo los parámetros fisiográficos (área= 65.98 km², perímetro = 48.29 km, ancho medio = 7.03 km), se analizó la máxima lluvia dentro de las 24 hrs correspondiente al estacionamiento meteorológico Ambo periodo de 20 años, con precipitación efectiva 128.3 mm y el mayor caudal para el tiempo de retorno de 100 = 303.4 m³/s. Se **concluyó** que, existe un riesgo alto en la ciudad de Ambo y se propuso un esqueleto de defensa enrocado, para aplacar las consecuencias de la inundación en los lados del río Huacar, se dio la propuesta de protección para riveras enrocando en los márgenes; derecho en una distancia de 510 m y en el margen izquierdo en una distancia de 460 m, ubicados en la ciudad Ambo.

Palabras clave: Control, Inundaciones, riesgo, defensa de escollera, HEC-RAS.

ABSTRACT

The thesis "Structural Control Measures against Flooding in the course of the Huacar River in the Area of Influence of the City of Ambo, district and province of Ambo, Huánuco 2021", develops the objective of establishing structural control measures against floods in the River's course; The non-experimental descriptive quantitative method was used, where the population includes the course of the Huacar River in the Ambo district. The Results, delimited the Huacar River basin, establishing the physiographic parameters (area = 65.98 mk², perimeter = 48.29 km, average width = 7.03 km), the maximum rainfall was analyzed within 24 hours corresponding to the meteorological station in both periods of 20 years, with effective precipitation 128.3 mm and the highest flow for the return time of 100 = 303.4 m³/s. It was concluded that there is a high risk in the city of Ambo and a rock defense skeleton was proposed to mitigate the consequences of the flood on the sides of the Huacar River. The proposal was made to protect the riverbanks by rocking the banks; right at a distance of 510 m and on the left bank at a distance of 460 m, located in the city of Ambo.

Keywords: Control, Flood, risk, flood control, breakwater defense, HEC-RAS.

INTRODUCCIÓN

En muchos lugares del mundo, tal es el caso de la ciudad de Ambo, las aguas superficiales (ríos) son parte importante del desarrollo urbano alrededor del cual se han establecido las actividades socio - económicas (García, 2004), estas ciudades pueden verse afectadas por inundaciones que son uno de los fenómenos naturales que pueden ocasionar mayor impacto social y económico en el corto período de tiempo (Benito et al., 2005). Las inundaciones fluviales a nivel mundial en los años comprendidos entre 1998 - 2017 fueron considerados como fenómeno natural más habitual, con el 43% de todos los eventos registrados. Perjudicando aproximadamente a más de dos billones de personas, ocasionando más de 142.000 pérdidas de vidas y generando pérdidas económicas de 656 billones de dólares (CRED, 2018). En España, durante el período 1990 - 2010 se produjo 109 víctimas y el perjuicio económico por efecto de las inundaciones en el Perú (Casafont, 2011)

Es por ello que en la presente investigación "*Medidas de Control Estructural ante Inundación en el curso del Rio Huácar perteneciente al área de influencia de la ciudad de Ambo, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021*", se investiga a fondo acerca de los niveles de riesgo ante inundaciones y las posibles medidas de control estructural a implementarse.

Esta tesis contiene V principales capítulos, Cada uno se centra en diferentes aspectos que se analizan a continuación:

Primer capítulo, comprende: La planteación del problema, se describe, para formular el problema, se plasmó los objetivos, se justificó la tesis en tres aspectos, se identificó la limitación y lo viable que puede llegar a ser.

Segundo capítulo, comprende: antecedentes de índole internacional, nacional y local, la base teórica, definición conceptual, se formularon hipótesis y se plasmó la tabla de operacionalización de variable dependiente e independiente en estudio.

Tercer capítulo, Corresponde al método utilizado, iniciando con el tipo de investigación; estableció el ámbito poblacional y muestra, con sus respectivas

técnicas e instrumentos para recolectar información importante y las técnicas de procesamiento y analizar lo recolectado.

Cuarto capítulo, muestra la presentación del procesamiento de la tesis, esta comprende la interpretación y análisis, para su posterior contraste de hipótesis.

El Quinto, comprende el debate de los productos alcanzados, así también se muestra como concluye, recomienda, la obtención bibliográfica y el anexo.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DE PROBLEMA

Muchas ciudades albergan alrededor del 53% población mundial, se considera aumentaría al 70% en el año 2020 (Organización Naciones Unidas - ONU, 2015), estas ciudades con grandes poblaciones son vulnerables a los desastres por inundaciones (Lyn et al., 2019), se consideran a estas inundaciones como uno de los fenómenos naturales más frecuentes y ampliamente distribuidos para la vida y la propiedad; generando perjuicios a escala mundial han sido importantes en las últimas décadas (Jonkman & Vrijling, 2008). El 34% de los desastres naturales están directamente relacionados con inundaciones que provocan 1254 muertes y aproximadamente 2500 millones de dólares anuales desde 1960 hasta 2017 (Petit et al.,2017); ante esta situación las políticas de control de inundaciones han experimentado una evolución primando la necesidad de implementar alternativas civiles para la solución preferente para evitar efectos de futuras inundaciones (Ayala, 2000)

Las ciudades del Perú se encuentra expuestas a fenómeno natural de inundaciones (Young & León, 2009), esto viene siendo acrecentado por el cambio climático, estimado que, los eventos de lluvias extremas serán más frecuente este fenómeno (Chen et al., 2019), se supone la predisposición de las inundaciones se triplicará en el 2050 por motivo al aumento de la población y la riqueza económica en zonas a correr riesgo de inundarse (Quinn, et al, 1987) el Inventario de datos de eventos de inundaciones, en el Perú nos muestra que en estos cinco siglos últimos ocurrieron 120 sucesos del fenómeno El Niño aproximadamente, la inundación histórica más importante se observó en el fenómeno El Niño de 1983, que implico la devastación de infraestructuras fértiles, viviendas, bloques civiles, debido al evento del niño (1997;1998) que trajo como consecuencia una merma mayores a 3.500 millones de dólares, la cual figura un 4,5% de PBI en 1997. (Sardon et al, 2022), las medidas estructurales en el Perú comprenden esqueletos de

ingeniería, por ejemplo: las defensas ribereñas (muros de contención, diques, reservorios, gaviones, entre otros) (Aliados ante Inundaciones, 2015)

La ciudad de Ambo, encuentra en proceso de expansión sin planificación ubicándose sobre cauces susceptibles a ser afectados por la dinámica fluvial, como es el caso del evento de la crecida del lado derecho del río Huácar ocurrida el 01 de abril del 2010 que afecto a la población (Nuñez, 2011), (Centro de Operaciones de Emergencia Nacional - COEN, 2019) menciona que, el 30 de enero del 2019 a efecto de la gran cantidad de agua precipitada por la unidad del tiempo dio como resultado la inundación Ruta PE – 18, distancia entre Uchucchacua – Yanahuanca – Ambo, el planteamiento de avenidas deberá combinar la secuencia de tamaños de la planificación regional (IGME, 1985), es decir la obra de control debe contemplar del contexto regional y enfocarla a la disminución de daños a través del ordenamiento en la cuenca de recepción, medidas de protección en la zona (muros, gaviones, espigones, etc.), y plan de prevención (Nuñez, 2011), la presente tesis plantea la medidas de control estructural (escudar con rocas el talud y uña frente a inundaciones) para la proteger ante un evento de inundación en la ciudad de Ambo.

Figura 1

Área susceptible a inundación en Ambo



Nota. La figura muestra el margen derecho del río Huácar susceptible a inundar la ciudad de Ambo, extraída del Informe Técnico N° A6581 – Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera las Medidas de Control Estructural ante Inundación en el curso del Río Huácar perteneciente al área de influencia de la ciudad de Ambo, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuál son los niveles de inundación mediante el programa HEC-RAS, en el curso del río Huácar, perteneciente al área de influencia de la ciudad de Ambo, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021?

¿Cuál es nivel protección de la estructura de defensa de escollera en la margen derecha del río Huácar, perteneciente al área de influencia de la ciudad de Ambo?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer las medidas de control estructural ante inundaciones en el curso del Río Huácar, perteneciente al área de influencia de la ciudad de Ambo, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar los niveles de inundación mediante el programa HEC-RAS, en el curso del Río Huácar, perteneciente al área de influencia de la ciudad de Ambo, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021.

Probar el nivel de protección de la estructura de defensa de escollera en la margen derecha del río Huácar, en la ciudad de Ambo.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN LEGAL

El Perú tiene su Sistema Nacional de Gestión de Desastres (SINAGERD) que se creó a través de la ley 29664 (Congreso de la

Republica del Perú, 2011), este sistema tiene la premisa de analizar y la reducción de riesgos ocasionados por los peligros y/o la minimización de sus consecuencias a fin evitar nuevos riesgos, así también preparar y atender situaciones de desastres, a través de la instauración de principios, líneas de políticas, procesos e instructivos para la Gestión del Riesgo. Es por ello investigar sustentada en el marco de esta ley.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La teoría de la planificación racionalizada, es el sustento de la gestión de riesgos (Ortolano & Shepherd, 1995) ya que para tomar una decisión donde la mitigación de riesgos es necesario llevar un proceso sistemático y racional para establecer la mejor alternativa, nuestro estudio se basa en un análisis de riesgo basado en escenarios futuros, en donde estas proyecciones se harán en base a datos y registros pasados, usando modelos físicos para interpretar la realidad, todo esto de forma sistemática y objetiva para establecer las medidas estructurales adecuadas.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA

La investigación justifica el uso de la tecnología de la Teledetección y Sistema de información geográfica, así como modelos computacionales debido a la precisión de la proyección que estas herramientas en conjunto pueden proveer, además de ser dinámicas y de poder procesar gran cantidad de datos.

1.4.4. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

La propuesta técnica sobre las medidas estructurales a implementarse en el curso del Río Huácar, para esta propuesta se consideran aspectos económicos asociados a la ejecución de cada medida, en este estudio se podrá evidenciar la viabilidad de construir controles estructurales y los beneficios económicos que conllevarían la ejecución de estas medidas, pues reducirían los riesgos asociados a las inundaciones que causan grandes daños materiales, ambientales y

humanos derivados en suntuosas pérdidas económicas para la localidad.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. LIMITACIÓN TEÓRICA

La modelización física y numérica permitieron establecer escenarios, en nuestro estudio al utilizar un modelo bidimensional el comportamiento del sistema fluvial estará regido por la ecuación Saint Venant 2D completas que permitirán describir estos escenarios. Para luego establecer las medidas estructurales en base a estos escenarios futuros.

1.5.2. LIMITACIÓN TEMPORAL

Aunque la investigación establece diferentes escenarios futuros basados en datos históricos, las medidas estructurales propuestas están asociadas a mejorar los niveles de exposición o vulnerabilidad de la población local de distrito de Ambo - 2021.

1.5.3. LIMITACIÓN ESPACIAL

La tesis propone medidas de tipo estructural para reducir los riesgos a inundación fluvial en el curso del Rio Huácar perteneciente al área de la ciudad de Ambo, sin embargo, a pesar de que el análisis se centrara en el curso del río de estudio, la información requerida provino de la descripción geomorfológica e Hidrometeorológica de toda la cuenca de río Huácar.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Esta tesis es aceptable, dado estudiamos un curso del Rio Huácar perteneciente al área de la ciudad de Ambo, para ello se asignarán recursos financieros y humanos disponibles por parte del investigador, así también la información requerida está disponible a través de diferentes portales que

registran información Hidrometeorológica, importantes para realizar el estudio.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Martínez, et al (2017) España “*Metodología para la evaluación de daños a vehículos expuestos a inundaciones en zonas urbanas*”; cuyo objeto fue proponer un método en la evaluación de daños a elementos comprometido a inundación en el ámbito urbano. Inicialmente se señala la condición a la curva de fragilidad para el transporte, seleccionándose lo desarrollado por U.S. Cuerpo de Ingenieros del Ejército (USACE, 2009). El método que se propone fue empleado en la municipalidad española de Badalona, según los establecido en el planteamiento europeo H-2020 BINGO. Se aplicó el método e identificó y uso conceptualizaciones tales como: distribución vehicular. Por último, se evaluó la estimación del Daño Anual Esperado (DAE) relativo en los vehículos desde el perjuicio generado por suceso sintético de 500, 100, 10 y 1 año de tiempo de regreso.

Figueredo & De Amicis (2016) Italia “*Mapeo de la vulnerabilidad social a los peligros naturales en Italia: una herramienta adecuada para las estrategias de mitigación de riesgos*”; con el objeto de evaluar la fragilidad de la sociedad; teniendo rol preponderante en la determinación del rango de un grupo para disponer, contestar y sobreponerse del desastre. Al respecto hoy en día no se hallan tratados publicados que mermes la sociedad en vulnerabilidad y la disposición espacial en Italia. Dentro de este marco, este documento tiene como objetivo aplicar un método probado para evaluar la vulnerabilidad social a escala nacional, al tiempo que considera cooperar en los agentes demografía y social-economía que afectan su población italiana. El método planteado se basó en el punto de vista del patrón de exposición del lugar y usa la aplicación del software gratuitas y de código abierto (FOSS). Es decir, se seleccionó el elemento revelador mediante el estudio de estos

sobresalientes y evaluamos la disposición de espacio. Empleando tanteo del elemento, evaluamos la magnitud de la población frágil, Se evaluó el análisis de conglomerados de distribución geográfica y la posterior diferencia de espacio. Esta distinción identifica padrón desigual espacial gran parte de Italia, proporcionando datos que ayuda a distinguir regiones de mayor probabilidad para verse afectadas negativamente por avería natural, en función de característica demográfica y socioeconómica.

Bedoya & López (2015) Colombia, titulado: "*Modelo para el Control de Inundaciones durante el Fenómeno De "La Niña" Utilizando un Embalse Hidroeléctrico*"; se propuso el modelo que a la vez que optimiza el recurso hídrico con restricciones por control del fenómeno de inundaciones. La contribución de la investigación incluye principios de compromiso social en el sistema energético. El planteamiento propuesto fue comprobado en los sistemas prácticos, esto se hace en áreas geográficas propensas a inundaciones frecuentes. El sistema de distribución de energía propuesto asegura el control de inundaciones de acuerdo en el área geográfica con las restricciones propuestas.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Flores & Espire (2019) de la Libertad, titulada: "*Evaluación de riesgo y análisis de la vulnerabilidad ante amenazas de inundación en el centro poblado Huanchaquito bajo, distrito de Virú, provincia de Virú, 2018*"; con el propósito de evaluación del análisis de vulnerabilidad y el riesgo, fue primordial realización de estudios base como: topológico de 2 km del C. P. de Huanchaquito Bajo, con suelo c/. 500 metros e hidrología recolectada la información histórica de la estación hidrométrica sifón Virú - Huacapongo, esto brindo el soporte para la simular mediante el programa el HEC-Ras 5.0.6 modelo que analiza hidráulicamente caudal a grande avenida a diverso tiempo de regreso, arrojando la extensión flujo en las zonas de probable inundación. Así también a través del método para la evaluación de riesgo (CENEPRED) se estableció intervalos de peligrosidad y vulnerabilidad. Resultados

muestran caudales extraordinarios en intervalos de retorno: 475 (602.83 m³ /s), 225(469.26.), 174 (428.58), 73 (308.99) y 11 (128.02) años, los máximos tirantes de 2.63 metros, a propagación de flujo de velocidad = 1.5 m/s en la zona urbana. Concluye que estableció en intervalo de peligro es grave, analizó lo vulnerable dando un porcentaje de 74.11% evaluando el alto riesgo.

Pérez (2017) Huancayo, "*Evaluación del proceso de urbanización y sus efectos en el riesgo por inundaciones en la ciudad de Huancayo 2016*"; el propósito de evaluación como se asocia el proceso de urbanización en el probable riesgo de inundación en la ciudad; para su procesamiento tuvo en cuenta la investigación aplicada, tuvo como método descriptivo, correlacional, no experimental de corte transversal; tuvo como población al distrito del tambo y Huancayo y su muestra fue de tipo intencional en el sector urbano del distrito del Tambo - Huancayo. Concluye que la urbanización de los distritos del Tambo - Huancayo tiene un crecimiento urbano de 19.51 %, se demostró son zonas propensas a inundación, son urbe predominante comercial - residencial.

Cuya (2017) Chosica - Lima "*Escenarios de riesgo sísmico y lluvias intensas en el área urbana de Chosica*"; su objeto ha sido elaborar escenas fatalidad sísmica ante intensas lluvias, logro analizar lo vulnerable y peligroso en la zona urbana del distrito de Chosica, con el objeto de recomendar alternativas en la mitigación y prevención para disminuir la vulnerabilidad; utilizo la cartografía básica, temática y estadística. Concluye que 10, 934 edificaciones evaluadas, 1,119 se tienen riesgo sísmico bajo, 9,030 sísmico medio, y 785 tienen riesgo sísmico alto; estas podrían colapsar parcialmente o daños severos en su construcción. Los Asentamientos humanos de Asociación de propietarios Chosica Vieja Pedregal Bajo, Nicolás de Piérola, Urbanización Nueva Chosica (Zona monumental), Asoc. de vivienda San Miguel de Pedregal, AA.HH. San Antonio de Pedregal, Urb. Moyobamba, y la Urbanización San Fernando Alto tiene riesgo.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Rojas (2018) Molino - Pachitea “*Modelación hidráulica e hidrológica del río Tirishuanca para identificación de zonas vulnerables a inundaciones en la localidad de Molino, distrito de Molino, provincia de Pachitea, departamento de Huánuco*”, propósito conocer la vulnerabilidad del área a inundación mediante Modelo Hidrológico - Hidráulico del río Tirishuanca; su metodología es cuantitativo, descriptivo - transversal. Tuvo como muestra sectores del río Tirishuanca que involucra el sector de Molino (lado izquierdo del río) y el barrio los Ulcumanos (lado derecho del río). Tuvo como resultado: Los períodos de retorno de 10 años (3241.19 m²), 25 años (3843.97 m²), 50 años (4280.93 m²), 100 años (4663.47 m²), 200 años (5062.49 m²) y 500 años (5581.70 m²), donde la lluvia media de la cuenca del río Tirishuanca para periodos de retorno = 32.54 (2) mm, 40.51 (5) mm, 45.02 mm (10), 48.97 (20) mm, 50.16 (25) mm, 53.69 (50) mm, 57.02 (100) mm, 60.16 (200) mm, 64.15 (500) mm. Llegó a la conclusión, para tiempos de retorno de 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años el río Tirishuanca habrá desborde ocasionando inundación en viviendas aledañas y en área de cultivos.

López (2014) Huánuco, “*Simulación hidráulica de inundación en la zona urbana de la cuenca baja del río Higueras – Huánuco - 2014*”, su propósito ha sido la hallar como se porta hidráulicamente la inundación en el área urbanizada cuenca baja del río Higueras; La investigación empleo la máxima lluvia de 24 hrs de estación: Huánuco, Jacas Chico y Canchan e data cartográfica y uso de programas: ArcGis, Excel y AutoCad. La estimación de los parámetros geomorfométricos de la cuenca fue primordial para los cálculos de caudales máximos. Se empleó el método empírico Hidrológico, puesto que no se tuvo acceso a la data de capacidad y máximo grado diario del río Higueras.

Córdova (2017) Ambo, “*Aplicación de la simulación hidrológica e hidráulica con sistemas de información geográfica para identificar las áreas de inundación del río Huallaga del tramo Huaylla - Ambo, 2017*”, cuyo objetivo fue aplicar la modelación hidrológica/hidráulica a partir del

sistema de información geográfica evalúa probables llanuras de inundación en el curso del río Huallaga distancia entre Huaylla – Ambo; área inundada; solo que tienen mínima difusión. Su metodología base en el análisis hidrológico para obtener caudales de máximas de avenidas; hallazgo hidráulico desde curva de nivel del río, se consigue las zonas de probable inundación. Resultados dio que, la zona inundada por el río para diferentes tiempos de regreso entre 10, 25, 50, 100, 200, 500 años. Concluye el uso en modelación hidráulica e hidrológica a partir de la data geográfica estableció lugares inundables del río Huallaga sector Huaylla – Ambo.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. INUNDACIONES

Son denominados sucesiones naturales en el cual el suceso del líquido se sobrepasa los límites del cauce. (Tockner et al., 2010). La sucesión generado de peligros al realizar superponerse en lugar inundable, ocasionando que el suceso normal, es una advertencia a los habitantes de comunidades como es el caso del Ciudad Ambo que se encuentra expuesto a este fenomeno (Keller & Blodgett, 2007)

Las inundaciones producidas por precipitaciones y tormentas, asociadas al fenomeno de cambio climático se han acrecentado de forma inusitada su intensidad y magnitud, cada vez que estos eventos afectan con mayor magnitud a las zonas urbanas: Las precipitaciones intensas y las grandes inundaciones son más numerosas. (Banco Mundial,2010)

La inundaciones fluviales queden desencadenadas esto puede deberse a una variedad de razones, que incluyen: Inundaciones asociadas a precipitaciones sostenidas, períodos cortos de fuertes lluvias, derretimiento de nieve y hielo, escorrentía de agua almacenada en glaciares, procesos de remoción masiva, destrucción de embalses e infraestructura hídrica y erupciones volcánicas. (Adhikari et al., 2010).

2.2.1.1. TIPO DE INUNDACIONES

En el libro de Inundaciones, (2020) clasifica la inundacione entre:

- Inundaciones repentinas o inundaciones relámpago
- Inundaciones urbanas
- Inundaciones fluviales, por desbordamiento de ríos
- Inundaciones por ascenso de la capa freática

2.2.1.2. CARACTERÍSTICA DEL FLUJO DE LAS INUNDACIONES

Sistema hidráulico de canal abierto se ha estudiado Desde el surgimiento de la hidráulica como ciencia a partir de finales del siglo XX, cuando la gente comenzó a pasar del estudio de flujos de canales simples al estudio de canales complejos (Martin, 2014). Para secciones compuestas, Chow (1959) recomendó un método que tiene en cuenta las diferentes características entre canales y planos, el método de división vertical en zonas de Lotter (1933), en inglés el "Divided Channel Method" (DCMv). Este método divide la sección en áreas (normalmente canales y dos niveles) con propiedades hidráulicas y velocidades similares. El caudal se debe calcular por separado para cada sección usando la fórmula de capacidad y se debe sumar para obtener el caudal total de la sección.

Cuando el agua superficial se desborda y entra en una llanura aluvial, su flujo es aproximadamente lineal, dependiendo de la dirección del canal, y es claramente tridimensional, especialmente en áreas cercanas a las costas que separan las llanuras. El primer artículo sobre el mecanismo del flujo de desbordamiento en un canal complejo fue propuesto por Sellin (1964), quien mostró con evidencia fotográfica la aparición de vórtices de eje vertical en la zona de interacción con la superficie del canal.

2.2.1.3. CONCEPTUALIZACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIONES

La palabra “riesgo” relacionado con las amenazas de inundaciones ha sido incluido por Knight (1921), y se utiliza en diversos contextos y temas diferentes que muestran cuán adaptable puede ser cualquier definición (Sayers et al.,2011). En el área de los estudios de peligros naturales, se pueden encontrar muchas definiciones. Es claro que las muchas definiciones relacionadas con el riesgo están interrelacionadas y son intercambiables y cada una de ellas tiene ciertas ventajas en diferentes aplicaciones.

Este estudio considerará el riesgo como el producto de dos componentes, es decir, probabilidad y consecuencia (Smith, 2013)
Riesgo = Probabilidad Consecuencia.

Este concepto se encuentra estrictamente asociado con la posibilidad de ocurrir el suceso de alto caudal de un definido volumen, lo que genera consecuencias que abarcan las pérdidas ambientales, económicas y sociales provocadas por dicho evento. El UNEP, (2012) de la Unión Europea utilizan esta definición de riesgo donde "*riesgo de inundación*" significa que la composición de probabilidades de un suceso de inundación y probables afectaciones tanto a la salud, ambiente, patrimonio cultural y actividades socioeconómicas se encuentra asociadas a inundaciones.

2.2.1.4. EVALUACIÓN REGIONAL DE INUNDACIONES

En la siguiente tabla se resume del origen de la técnica donde se evalúan fatalidades inundables desde 2000 a 2017. Según estos estudios, hay cuatro enfoques para evaluar el riesgo de inundaciones: (1) métodos estadísticos, (2) análisis multicriterio, (3) análisis guiado del Sistema de Información Geográfica (GIS) y Técnicas de sistema de teledetección (RS), y (4) análisis de inundaciones basado en escenarios. Los métodos estadísticos se

basan en registros históricos para evaluar el riesgo de inundaciones (Jin et al.,2018). El análisis multicriterio es un método de evaluación cualitativa que utiliza un sistema de índices para evaluar el riesgo (Xiao & Tang, 2017). Las técnicas basadas en SIG combinadas con RS proporcionan apoyo técnico en evaluación de posible inundación. (Kabenge et al., 2017). El análisis de inundaciones basado en escenarios es un método cuantitativo que utiliza el análisis de escenarios para predecir el riesgo de inundaciones inmediatamente antes de que ocurra (Pant et al., 2018). Estos cuatro métodos se discutirán en detalle en las siguientes secciones.

Tabla 1

Método evaluación en eventos de Inundaciones

Clasificación	Metodologías	Objetivos claves	Ventajas
Métodos estadísticos	Registros históricos de inundaciones <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de tendencia • Escena actual de cambios climático 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el riesgo de inundaciones • Examinar las tendencias recientes de precipitación y escorrentía 	Propone metodología estadística basada en base de datos sobre inundaciones y captaciones <ul style="list-style-type: none"> • Identifica los problemas para los recursos hídricos • Ayuda a los gerentes frente a las incertidumbres ambientales Ayuda los planificadores urbanos a comprender los registros a largo plazo de los peligros naturales.
Análisis multicriterio	Categorización y estadísticas <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de conjuntos difusos • Comparación por pares • Clasificación superior 	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar una descripción general de la toma de decisiones de múltiples criterios (TDCM) 	<ul style="list-style-type: none"> • Explora aplicación de tecnología de criterios múltiples. • Proporciona una comprensión

	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de oportunidad exceptuada (EOL) • Técnica de organización de clasificación de preferencias para la evaluación. • Análisis multicriterio • GIS • Promedio ponderado ordenado espacialmente 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar las políticas hídricas de Planificación estratégica y Selección de infraestructura • Solucionar problemas de decisión que involucran múltiples criterios • Proponer 	<p>del desarrollo y el estado actual del análisis de criterios múltiples (ACM)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incertidumbre demostrada en la toma de decisiones • Desarrolla un marco integrado de evaluación del peligro de inundaciones
Técnicas GIS y RS	<p>Módulos semidistribuidos</p> <ul style="list-style-type: none"> • GIS • RS • Modelo de escorrentía de tormentas • Modelo de inundación • Imagen de satélite • GIS • AHP • RS 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar descripción estadística de calidad de cuenca para consideración de heterogeneidad espacial • Demostrar la técnica para desarrollar un mapa de peligro de inundaciones. • Desarrollar un modelo de inundaciones urbanas basado en GIS • Obtener un mapa de inundaciones repentinas. • Definir el riesgo de inundaciones mediante el desarrollo de un mapa de peligros de inundaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Se resuelve el problema de la parametrización de modelos físicos • Desarrolló un nuevo mapa de inundaciones
Análisis basado en escenarios	<p>Modelo LISFLOOD-FP</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelo HEC-RAS • Modelo LISFLOOD-FP • Modelo TELEMAC-2D <p>Seleccione las mejores prácticas de gestión (BMP)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modelo de flujo de alcantarillado 1D 	<ul style="list-style-type: none"> • Predecir la extensión de la inundación • Calibrar de modelos • Obtenga resultados confiables para usar en la planificación 	<ul style="list-style-type: none"> • Maximiza la capacidad de predicción de inundaciones. • HEC-RAS y TELEMAC-2D: proporcionaron buenas predicciones, con LISFLOOD-

<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de flujo terrestre 2D • FloodMap • HydroInundation2D • Medidas que dependen de la profundidad de la inundación 	<ul style="list-style-type: none"> urbana en tiempo real • Seleccionar un enfoque apropiado para la simulación de inundaciones urbanas • Simular inundaciones para cada escenario 	<p>FP: calibración mediante datos independientes de áreas inundadas; obtuvo resultados aceptables</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se propone un algoritmo para seleccionar las BMP • Más cerca de los registros que otros enfoques • La respuesta a las inundaciones es un servicio de la distribución espacios-tiempos de lluvias
--	--	--

Nota. Adaptado desde Lyn et al., (2019)

2.2.1.5. DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE INUNDACIONES

- **Métodos estadísticos**

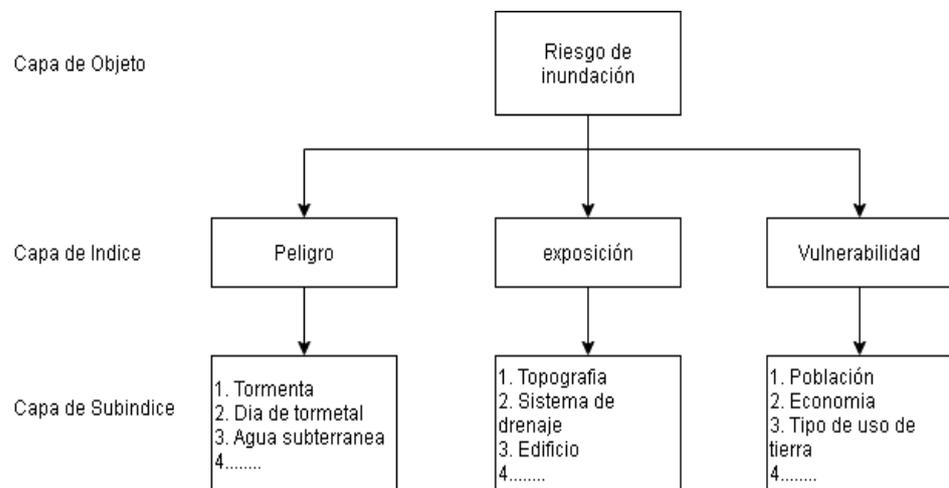
Los métodos estadísticos requieren registros históricos a largo plazo, en donde se asume que “el pasado es la clave del futuro”, es decir, “las inundaciones históricas se pueden usar para predecir las futuras” (Nott, 2006). Este método se caracteriza por cálculos simples que dividieron la evaluación del riesgo de inundaciones. Nott, (2006) establece que los registros históricos de inundaciones a largo plazo son una de las referencias más útiles para evaluar el riesgo a inundaciones. Aunque los resultados de la evaluación pueden presentar el riesgo para un área investigada, este tipo de métodos requiere data base y puede presentar problemas precisión al evaluar la distribución espacial de las inundaciones.

- **Análisis multicriterio**

El Análisis de Criterios Múltiples (ACM) proporciona una manera de analizar un problema complejo de toma de decisiones, fue propuesto por primera vez por Voogd, (1982). Se han propuesto muchos métodos para investigar los ACM desde la década de 1960 (Zhu et al., 2016). El nuevo método MCA siempre se combina con Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) y técnicas GIS para mejorar el enfoque (Wang & Lee, 2009). La siguiente figura muestra un marco conceptual de ACM para el riesgo de inundaciones. En este procedimiento, el riesgo de inundación es la capa del objeto; influyen en el riesgo de inundaciones (por ejemplo, lluvia, topografía, sistema de drenaje y uso de la tierra). Sin embargo, AMC tiene limitaciones en la determinación de factores subjetivos, ya que este método depende principalmente del juicio de los expertos para tomar decisiones.

Figura 2

Marco conceptual del método MCA para evaluar el riesgo de inundaciones



Nota. Adaptado de Lyn et al., (2019)

- **Técnicas Sistema de información (SIG) geográfica y Teledetección**

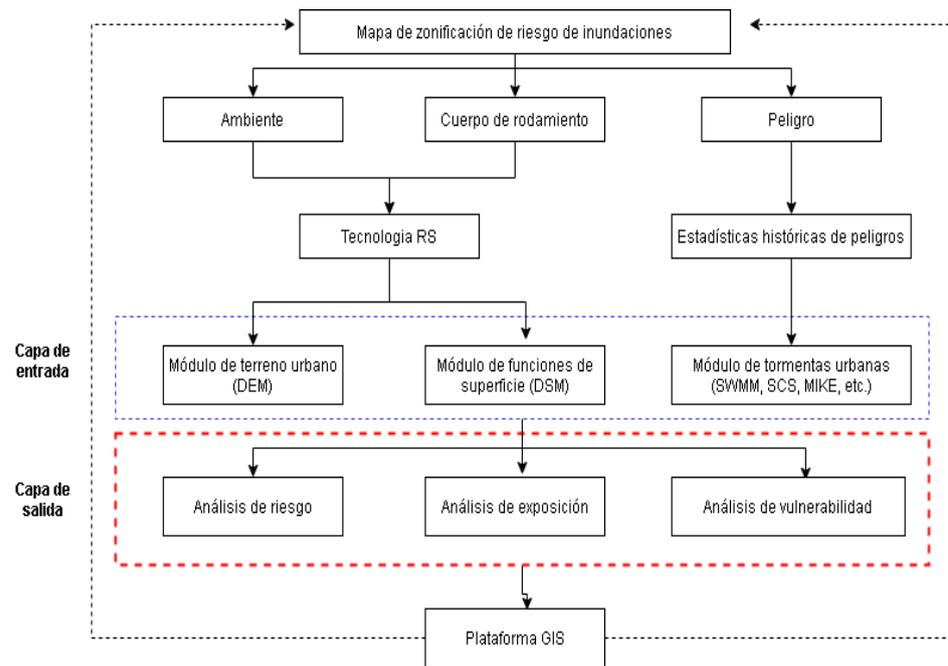
La aplicación de esta metodología comienza con Mejia-Navarro, Wohl, & Oaks, (1994) que intentó utilizar SIG para la

evaluación del peligro de inundaciones, luego Correia et al., (1999) consideraron al SIG como una herramienta útil para integrar datos de diferentes fuentes, que pueden proporcionar un mapa de riesgo de inundaciones bajo diferentes escenarios de crecimiento urbano. Desde entonces el uso del SIG evoluciono para hacer modelos de lluvia-escorrentía (Islam & Sado, 2002), para proponer contramedidas de inundaciones a través de un mapa de desastres por inundaciones combinando tecnología teledetección y SIG (Chen et al., 2009)

Para la siguiente figura define el marco conceptual de evaluación combinado el SIG y la Teledetección. El riesgo de inundación se considera la interacción entre el medio ambiente, el cuerpo de rodamiento y el peligro. El modelo de riesgo de inundaciones basado en SIG consta de un manto de salida y entrada. La tecnología de teledetección se utiliza para obtener el DEM y DSM para reflejar las características de la topografía urbana. El modelo de tormenta urbana generalmente incluye un modelo de gestión del agua de tormentas (SWMM) (Hsu et al.,2000), el modelo del Servicio de conservación de suelos (SCS) (Huang et al.,2017) Con pie de antecedente del manto en la entrada, las herramientas SIG pueden analizar el peligro, la exposición y la vulnerabilidad en la capa de salida. Finalmente, la distribución espacial del riesgo integral de inundaciones se puede mapear utilizando una plataforma SIG. Hay algunas desventajas en este enfoque: (i) el equipo para teledetección tiene altos costos, (ii) los datos para la capa de entrada exigen alta resolución y (iii) la mayoría de estos métodos pueden proporcionar evaluaciones cualitativas precisas, mientras que las evaluaciones cuantitativas pueden tener inexactitudes.

Figura 3

Marco conceptual para las evaluaciones riesgo a inundaciones



Nota. La figura del marco conceptual donde evalúas la fatalidad inundable mediante capas de entradas y salida, adaptado de Lyn et al., (2019)

• **Análisis de inundaciones basado en escenarios**

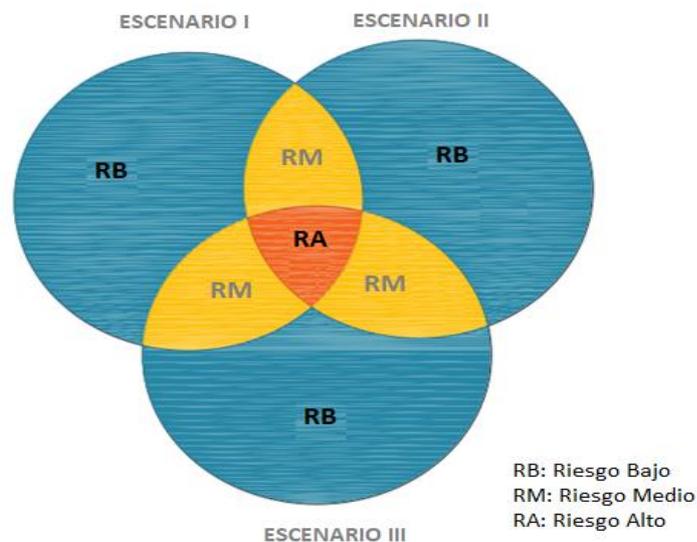
El análisis de simulación de escenarios se puede utilizar diferentes escenarios con un dominio espacial cambiante (Willems, 2013). Este método incluye el uso de datos de geomorfología, topografía y sistemas de drenaje urbano. El análisis de inundaciones basado en escenarios es un método cuantitativo que combina varios datos y refleja abundante información sobre el riesgo de inundaciones.

La simulación de inundaciones en diferentes escenarios puede producir mapas de inundaciones (incluida la profundidad y extensión de las inundaciones), que proporcionan información valiosa para las dimensiones adecuadas para aplacar riesgo. Basado en el concepto de efectos de frecuencia de inundaciones, la frecuencia de inundaciones puede reflejar el riesgo de inundación, que se cree que es mayor en áreas con inundaciones frecuentes (Quan, 2014).

La próxima figura que se mostrara es el plano conceptual de los efectos de la frecuencia de las inundaciones. Se supone que el área superpuesta con inundación bajo los escenarios I, II y III tiene un Alto Riesgo (AR) de inundación; las áreas superpuestas con inundación bajo los escenarios I y II, II y III, y III y I tienen un Riesgo Medio (RM); y las áreas con inundaciones bajo solo el escenario I, II o III tienen un Riesgo Bajo (BR). Sin embargo, el análisis de inundaciones basado en escenarios se usa comúnmente para predecir el riesgo de inundación en una región pequeña, pero los desastres por inundaciones generalmente ocurren a escala regional. Por lo tanto, el análisis de inundaciones basado en escenarios debe mejorarse a una escala regional.

Figura 4

Evaluación del riesgo basado en escenarios



Nota. La figura muestra la evaluación de riesgo basado en dos escenarios, donde puede obtener un nivel de riesgo bajo, medio y alto, adaptado de Lyn et al., (2019)

2.2.1.6. MODELIZACIÓN (SIMULACIÓN) HIDRÁULICA

Los fenómenos en la naturaleza son complejos de modelar por ende son complejos en trabajarlo, comprende el funcionamiento, existen metodologías que nos ayudan a observar

el comportamiento del agua superficial y anticiparnos a estos eventos, es decir se puede reducir y proteger el peligro y el riesgo a consecuencia a inundaciones (Delgado et al., 2016).

A continuación, muestro los modelos más utilizados:

- Modelo físico: en estos estudios evalúa los sucesos a través de la creación del modelo físico a escala.
- Modelo matemático: es un modelo que emplea ecuaciones o expresiones matemáticas para observar y analizar los fenómenos.

2.2.1.7. SOFTWARE DISPONIBLE PARA MODELIZACIÓN NUMÉRICA

La tesis se centrará en el uso de programas para modelizar inundación fluvial en a nivel bidimensional. Los modelos utilizan ecuaciones y metodologías para acercarse a la resolución diferente. En relación al temario al alcance, algunos son de acceso libre y otros mediante licencia. Algunos de los programas más empleados son:

- Hec - Ras: Programa de acceso libre, muy completo y fácil uso. Para la tesis se empleará la versión 6.1, que permite ejecutar unidimensionales – bidimensionales.
- IBER: Siendo un patrón matemático bidimensional, ejecuta ecuaciones del secuencia en libre lámina a través de la ecuación de Saint Venant 2D. Por ultimo resalta su módulo hidrodinámico así también Para flujos turbulentos y sedimentos, las ecuaciones se implementan integralmente utilizando métodos de volúmenes finitos en redes no estructuradas.
- MIKE 11: El modelo también ejecuta ecuaciones de Saint Venant de esquema implícito y diferencias finitas.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Definición de escenarios: Este se establece proponiendo una suposición para establecer los niveles de probabilidad de un evento de riesgo ante un fenómeno natural (CENEPRED, 2014)

Exposición: Se trata de actos que hacen que las personas y sus vidas sean más susceptibles a una serie de influencias potencialmente peligrosas. Cuanto mayor es la amenaza, mayor es la vulnerabilidad. (CENEPRED, 2014).

Fragilidad: Se trata de situaciones que resultan desventajosas o relativamente vulnerables para las personas y sus vidas frente al riesgo. Enfoque en manejo de condición física. (CENEPRED, 2014).

Inundación. Resulta de la lluvia intensa y/o prolongada que exceden la cabida del suelo en asimilación, es decir su cabida máxima de transporte, inundando el área adyacente. (CENEPRED, 2014).

Medida Estructural: Es la implementación barrera material que disminuye o reducir riesgos, o medidas técnicas para lograr la fortaleza y oposición de la forma. (CENEPRED, 2015)

Modelo Hec RAS: Hec-Ras (Hydrological Engineering Center - River Analysis System) aplicación de modelizar/simulación hidrica de acceso libre y gratuito (US Army Corps of Engineers, 2009).

Peligro: La verosimilitud que un suceso de forma natural ocurra en un área geográfica con gravedad, duración y frecuencia. (CENEPRED, 2014).

Resiliencia: Grado de similitud y/o competencia para recuperar el humano y el entorno donde vive ante el probable evento de peligro. (CENEPRED, 2014).

Riesgo: Es la relación entre el peligro y fragilidad de los factores de exposición para determinar posibles impactos y consecuencias sociales, económicas y ambiental. (CENEPRED, 2014).

Susceptibilidad: Es la tendencia que ocurra un suceso en una zona geográfica está relacionada con elemento determinante y desencadene la fatalidad. (CENEPRED, 2014)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Ha: Las medidas de control estructural protegen ante inundación en el curso del río Huácar Perteneciente al área de Influencia de la Ciudad de Ambo, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021

Ho. Las medidas de control estructural no protegen ante inundaciones en el curso del río Huácar perteneciente al área de Influencia de la ciudad de Ambo, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

Ha1: El programa HEC-RAS prueba un nivel alto de inundación en el curso del río Huácar perteneciente al área de Influencia de la Ciudad de Ambo, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021.

Ho: El programa HEC-RAS prueba un nivel bajo de inundación en el curso del río Huácar perteneciente al área de Influencia de la Ciudad de Ambo, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021.

Ha2: El programa HEC-RAS comprueba la protección de la medida de control estructural en inundaciones en el curso del río Huácar perteneciente al área de Influencia de la ciudad de Ambo.

Ho: El programa HEC-RAS comprueba la protección de la medida de control estructural en inundaciones en el curso del río Huácar de la ciudad de Ambo.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Medidas de control estructural

Medidas de implementación de esqueleto hidráulico que controlan la escorrentía y los sedimentos de los rápidos. de los ríos (Lopez, 2005)

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Medidas de control estructural.

Inundaciones

Fenómeno natural que puede ser evaluado en base al riesgo que representa en una área o zona urbana a través de la vulnerabilidad de la zona y peligrosidad del fenómeno (Sayers et al., 2011)

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 2

Operacionalización de las variables.

Variable	Dimensión	Indicador	Tipo de variable
Variable dependiente: Medidas de control estructural	Medidas de protección con muros escolleras.	Limpieza y descolmatación del cauce.	Categoría – Nominal
		Genera dique con material del lugar.	
		Trazado y pulido del dique de talud.	Numérica
		Protección con enrocado	
Variable independiente Inundaciones	Geomorfología del curso del río Huácar.	Geomorfología del curso del río Huácar.	Categoría – Nominal
	Precipitación máxima horaria	Precipitación máxima horaria	
	Procesamiento de la inundación	Procesamiento de la inundación	

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Es cuantitativo, es decir, la tesis se centró en cuantificar la compilación y el estudio de la indagación con objeto de proponer medidas de control estructurales ante la inundación en curso del río Huácar, en la ciudad de Ambo – Huánuco (Bernal, 2010)

3.1.2. ALCANCE O NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

Según, Sampieri, (2016) es descriptivo, nos muestra que, “*El objetivo es identificar las características, rasgos y rasgos importantes de cada fenómeno analizado.*”, es decir evaluó la fatalidad inundable y la medida de control estructural para mitigar inundaciones en el cauce del río Huácar en zona urbana de Ambo.

3.1.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Es transversal no experimental, donde sus variables se privan de dirigir voluntario, examina fenómenos y sucesos de lo real en un momento determinado del tiempo (Carrasco, 2017), sucesión del objeto plasmado, teniendo en cuenta las siguientes fases:

Fase I: definición del ámbito de estudio, donde se estableció el área de investigación, tipo e información requerida y nivel de recursos para su ejecución.

Fase II: Investigación de data histórica, a través del trabajo en gabinete y campo se recolecto la información disponible. En nuestro estudio se recopiló, selecciono y evaluó estudios anteriores.

- En gabinete se recopiló cartografía de los cuadrángulos geológicos, imagen satelitales y DEM de la plataforma Landview. eos, así también se recopiló data del SIGRID, GEOCATMIN, etc.

Fase III: Estudio de la situación actual, es decir se definió el evento histórico base, para analizar el método de reducción del riesgo

Fase IV: Se estableció un escenario inundar, en el programa Hec - Ras 6.5 se incorporó los cálculos del caudal máx. En distinto tiempo de retornar.

Fase V: El modelo se usó el programa HEC-RAS 6.5, resuelve el problema de Saint Venant 2D completas o las ecuaciones de onda difusiva 2D para simular el evento de flujo.

Fase VI: Reprocesamiento se realizó con la ayuda del programa ArcGis 10.5, previamente fue esencial realizar actividades previas con el uso del programa de SIG (Sistemas de Información Geográfica) para editar MDT.

- Lugares críticas, visita en campo pueden existir zonas críticas no consideradas en MDT, estas fueron modificadas.
- Se elaboró el Mapa de uso de suelos y rugosidad, para definir el número de Manning a través del ArcGis.
- Se creó secciones transversales y cauce del río Huácar, para modelar en 1D y 2D es esencial identificar y definir las secciones transversales del curso del río Huácar; para estas secciones, la manera se utilizó la extensión Hec-GeoRAS de ArcGis.
- Archivos exportados a Hec – Ras 6.5, luego realizadas las ediciones al archivo ráster original, de haber elaborado plano rugoso y elaborado la sección trasversal a través de Hec-GeoRas, se generarán una secuencia de documentación para exportarlos a un formato que ayude su apertura en Hec-Ras. Los documentos para exportarlos fueron:
- Archivo que contiene secciones transversales procesadas del cauce del río Huácar, distanciamiento de estas secciones, las estructuras laterales, los Leeves. Todo lo recolectado está dentro del archivo de extensión. sdf.

Fase VII: Datos de entrada al modelo hidrodinámico Hec-Ras 6.5.

- Información topográfica del terreno:

- Información Hidrometeorológicos, se requirió la elaboración del hidrograma unitario para diferentes periodos de retorno.
- Mapa de rugosidad y uso del suelo, el modelo también requería un mapa de rugosidad del terreno con coeficientes de ocupación establecidos a utilizar.
- Condicione la superficie aguas abajo y arriba de modelo.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

El curso del río Huacar perteneciente al área perteneciente del C.P. ciudad de Ambo, en la cuenca del río Huacar, Huánuco- Peru

3.2.2 MUESTRA

Curso del río Huacar perteneciente al área perteneciente del del C.P. ciudad de Ambo, en la cuenca del río Huacar, Huanuco- Peru.

- La población en nuestro estudio es igual a la muestra, ya que se evaluará la población en su totalidad.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Emplee la guía observacional de la inundación del curso del río Huácar, la cual es una técnica que consiste en captar en forma sistemática cualquier fenómeno que se produce en la naturaleza (Carrasco, 2017), como el caso de la inundación en curso del río Huacar, se caracterizó el área de influencia, identifiqué las características geomorfológicas, analizo la precipitación máxima en 24 horas y evalué el riesgo de inundación.
- Se empleó la técnica de guía de observación de medidas de control estructural, para lo cual se propuso como medida de

control diques con enrocado en talud y uña en el curso del río Huácar, posteriormente se modeló ante un escenario de inundación en el programa Arcgis 10.3 - Hec RAS versión 6.5

3.4 TÉCNICAS PARA PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Use el patrón numérico o matemático que se implementan a través de modelos computacionales como:

Estos datos que se establecen como entradas del modelo y son resueltos a través del modelo computacional Hec RAS versión 6.5.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. CARACTERÍSTICA GENERAL DEL LUGAR

Departamento	:	Huánuco
Provincia	:	Ambo
Distrito	:	Ambo
Localidad	:	C.P. Ciudad de Ambo
Sur	:	-10.129986°
Oeste	:	-76.207831°
Altitud	:	2,072 msnm
Norte Y	:	8 858,001
Altitud	:	3666 msnm
Carta nacional	:	21-k
Hoja	:	Ambo
Este X	:	378,414

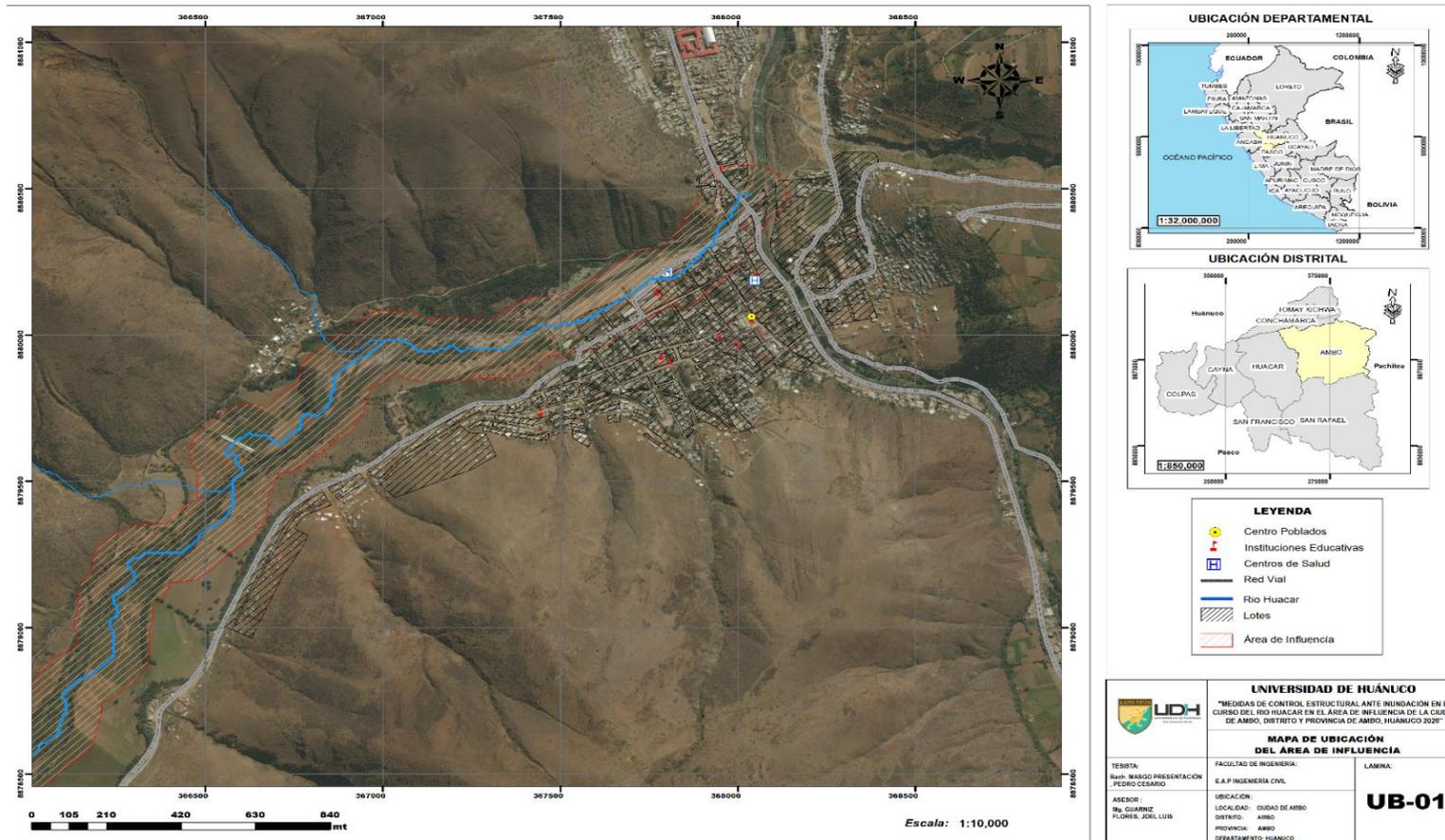
Figura 5

Ubicación



Figura 6

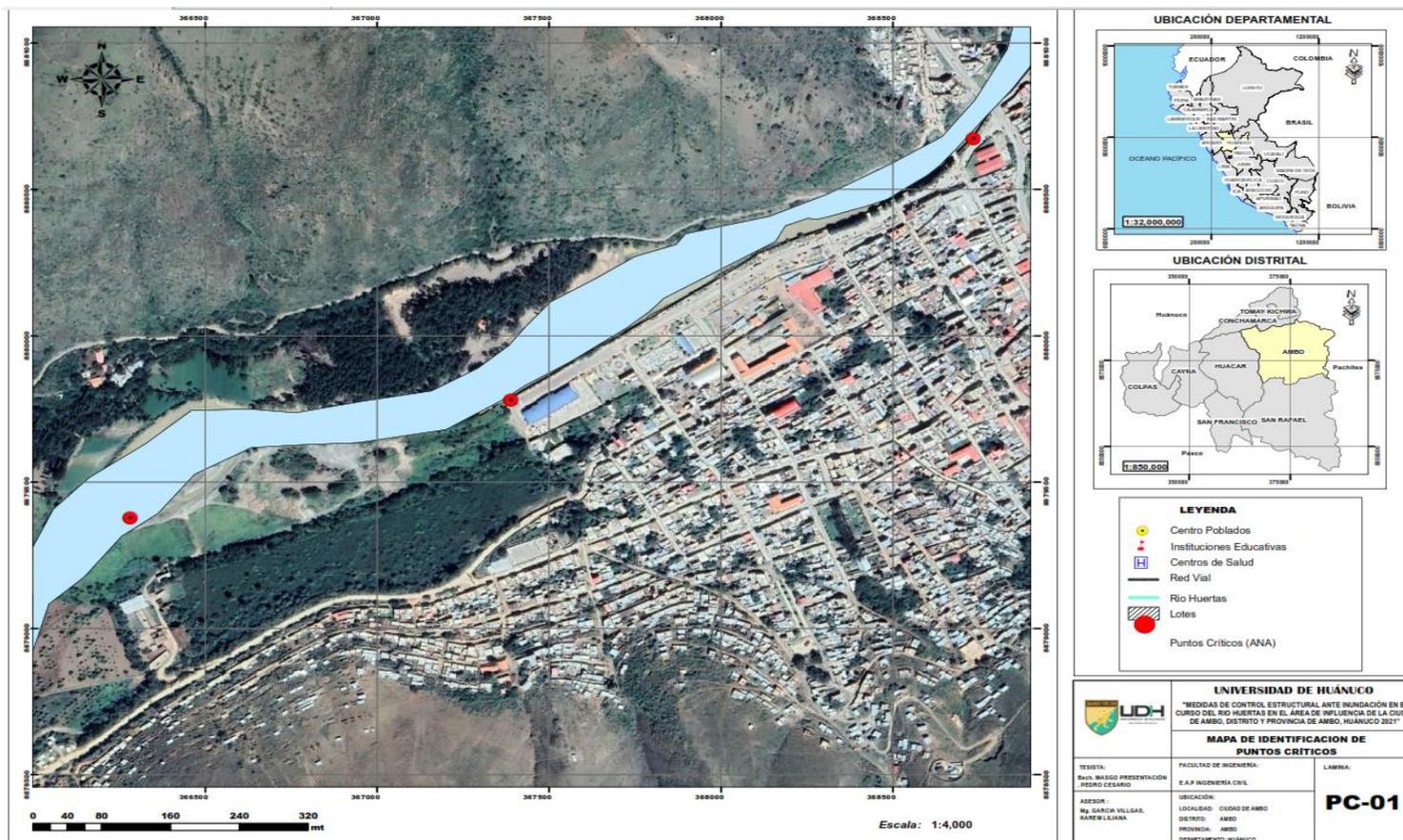
Mapa de área de influencia



Nota. La figura muestra el área de influencia delimitada con polilínea de color rojo.

Figura 7

Mapa de identificación puntos críticos en el área de influencia



Nota. La figura muestra puntos críticos identificado por la autoridad nacional de agua – ANA el área de influencia.

4.1.2. GEOMORFOLOGÍA DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL CURSO DEL RIO HUÁCAR

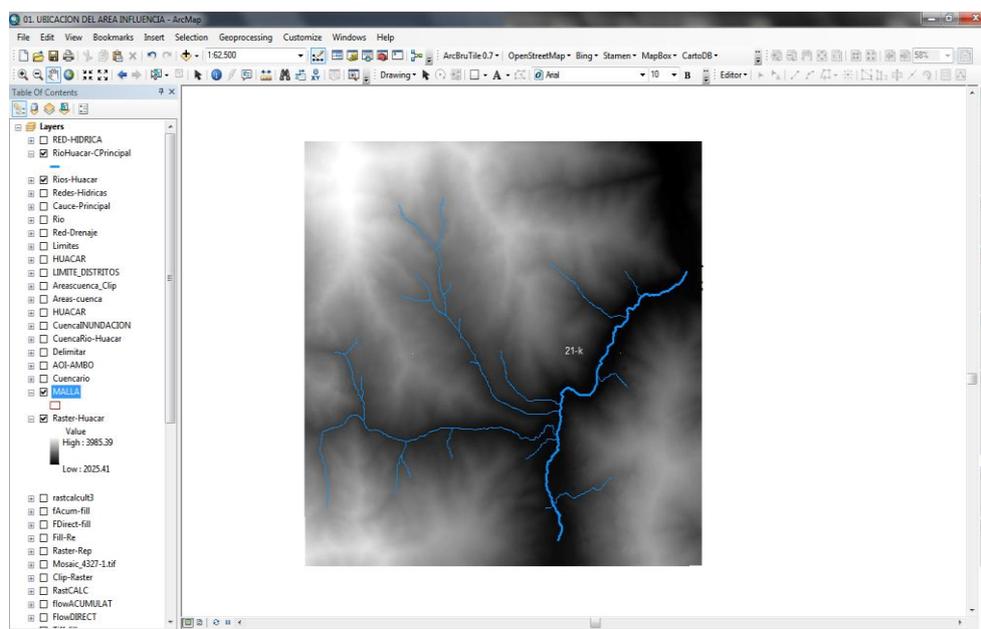
Las condiciones geomorfológicas de la cuenca del río Huácar, antes de la delimitación, dividiendo la cuenca adyacente para la distribución correcta del escurrimiento por las precipitaciones, y determinación de parámetros importantes para el cálculo de la respuesta hidrológica.

De la cuenca, se determinó dimensión (Km) del cauce principal (río Huácar, la variación en niveles altitudinales de cauce principal, altitud promedio, tipo de cobertura vegetal; con la que determino los parámetros morfométricos de la cuenca como área, pendiente, duración de concentración.

Se procedió a delimitar la cuenca estudiada a partir del Modelo digitales de elevación (DEM) extraída del satélite EOS LandViewer y tomando como referencia el punto de unión entre el río Huacar y Río Huallaga y su posterior obtención de sus parámetros Geomorfológicos.

Figura 7

Modelo digital de elevación del cauce del río Huácar



Nota. La figura el modelo de elevación digital – DEM, es una representación de ráster de la superficie del área de influencia del curso del río Huácar, obtenida a partir <https://eos.com/find-satellite/> y procesado ArcGis 10.3.

- Área de la quebrada Huamanpari (A). - Se estableció la superficie del río Huácar las partes de agua, encontrándose dentro el punto de unión entre el río Huácar y Río Huallaga, la computación se hizo dentro del programa HEC-HMS.

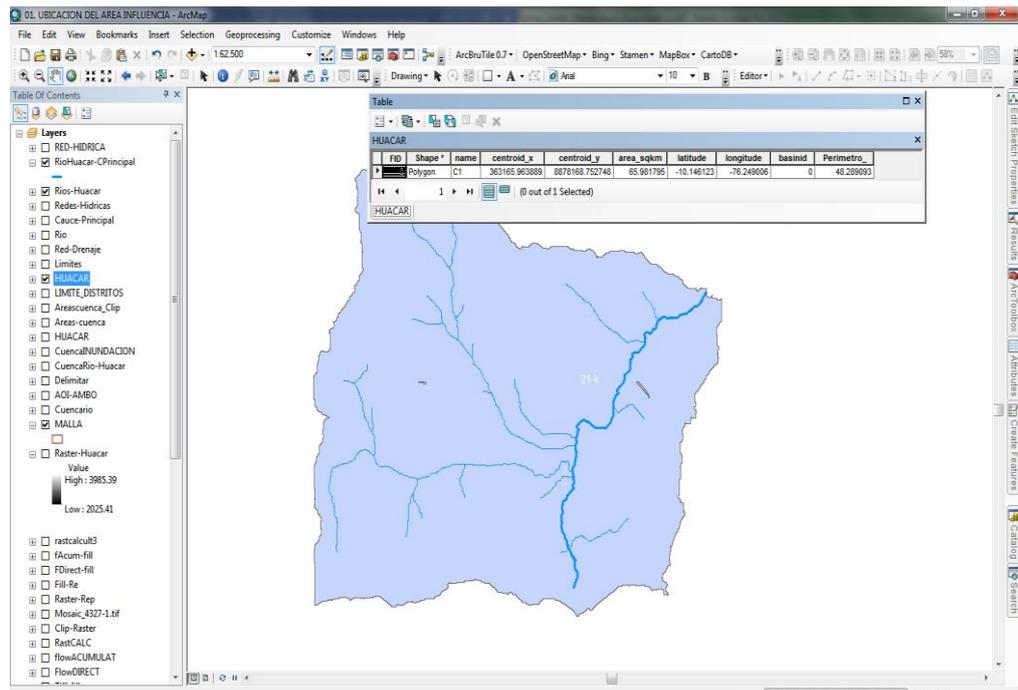
Cuenca	Área en Km ²
Río Huácar	65.98, por su área es definida como cuenca pequeña.

- Perímetro o contorno del río Huácar (A)

Cuenca	Perímetro (Km)
Río Huácar	48.29

Figura 8

Cuenca del cauce del río Huácar



Nota. La figura muestra la delimitación de cuenca hidrográfica del río Huácar donde se consideró como punto de descarga el puente Ambo, obtenida a partir de <https://eos.com/find-satellite/>, y procesado ArcGis 10.3. – HEC HMS.

- Ancho promedio de la cuenca del río Huácar (W), es el producto de fraccionar las zonas de la cuenca, entre la longitud del río Huácar, su ecuación es:

$$W = \frac{A}{L}$$

Donde:

W: Ancho promedio Km

A: Área, en Km²

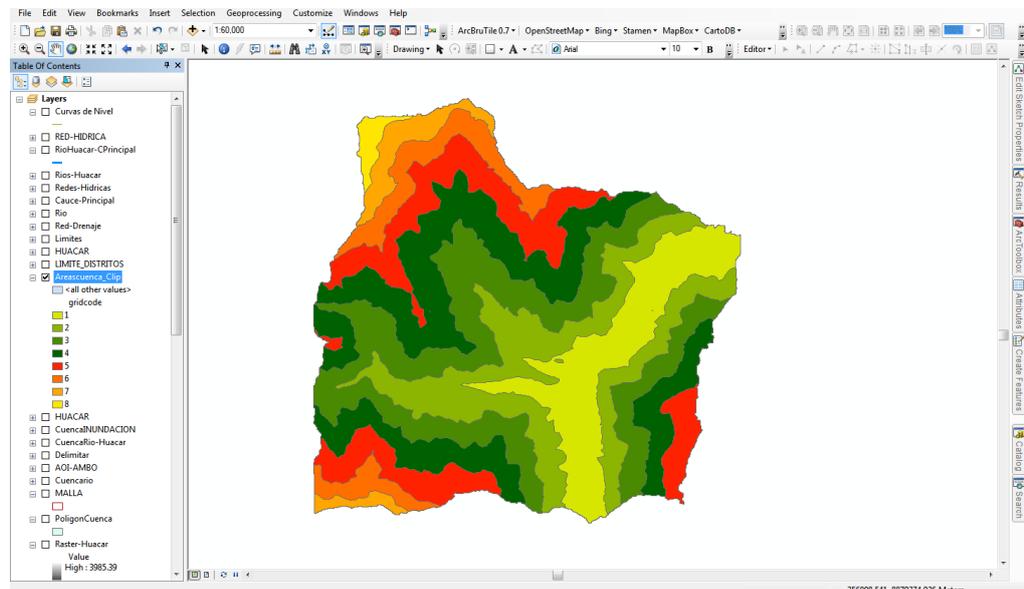
L: Longitud del curso más largo, en Km (9.39)

W = 7.03 Km.

- Características topográficas de la cuenca del curso del río Huácar, La tabla resume las diferencias de altura y cada superficie.
- Cota mayor: 3985.39
- Cota menor: 2025.41

Figura 9

Áreas de la Cuenca del río Huácar



Nota. Figura 9, modela los segmentos de las áreas de la cuenca, obtenida a partir <https://eos.com/find-satellite/>, y procesado ArcGis 10.3.

- Curva hipsométrica

Las curvas hipsométricas en estudio, que nos muestra la asociación existente entre las altitudes y la superficie de la cuenca del río Huácar está ubicado encima del espacio altitudinal. En su

elaboración consideró: rangos de altitud con sus respectivas zonas teniendo en cuenta La línea de contorno, el área acumulada que queda por encima de cada elevación de la línea de contorno y, finalmente, el área de elevación se traza en comparación con el área acumulada correspondiente que queda por encima de la elevación.

Tabla 3

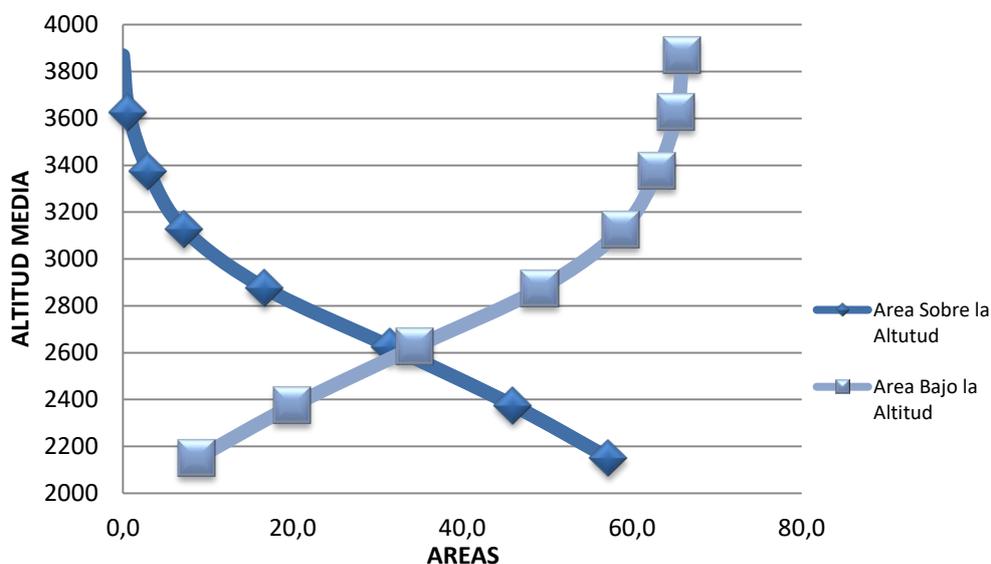
Curvas características de la cuenca del río Huácar

N°	Cota (msnm)			Área (km ²)					Ci* Ai
	Mínima	Máxima	Promedio "Ci"	Área Parcial (km ²) "Ai"	Área Acumulada (km ²)	Área que queda sobre la superficie (km ²)	Porcentaje de área entre C.N.	Porcentaje de área sobre C.N.	
1	2025	2250	2137.5	8.70	8.70	66.00	13.18%	100.0	18591.98
2	2250	2500	2375.0	11.31	20.01	57.30	17.13%	86.8	26858.77
3	2500	2750	2625.0	14.43	34.44	45.99	21.87%	69.7	37885.82
4	2750	3000	2875.0	14.79	49.23	31.56	22.41%	47.8	42527.30
5	3000	3250	3125.0	9.52	58.75	16.77	14.42%	25.4	29746.79
6	3250	3500	3375.0	4.24	62.99	7.25	6.42%	11.0	14303.71
7	3500	3750	3625.0	2.32	65.31	3.01	3.52%	4.6	8417.67
8	3750	3989	3869.5	0.69	66.00	0.69	1.04%	1.0	2663.65
				65.9994			100%		180995.69

Nota. la figura muestra las características de la cuenca en segmentos, de alturas (msnm), promedio, áreas parciales y acumuladas, obtenida a partir de datos de SENAMHI – Estación meteorológica Ambo, procesada Excel 2019.

Figura 10

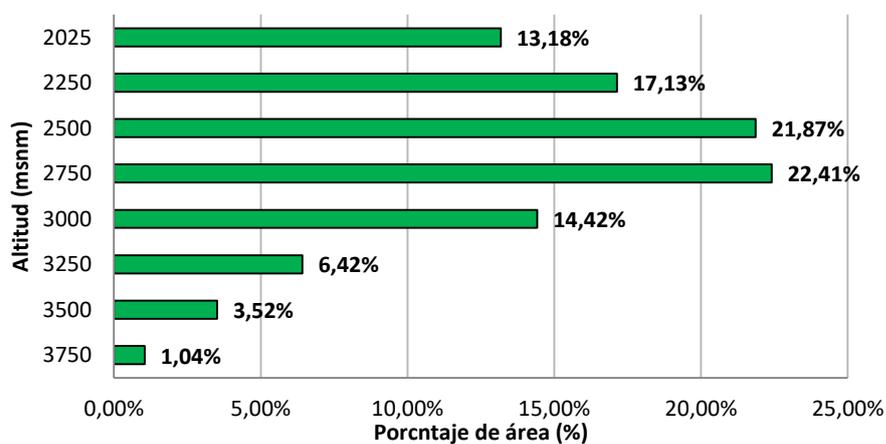
Curva Hipsométrica de la Cuenca del río Huácar



Nota. la figura muestra como varia la elevación de la cuenca del río Huácar, donde se puede ver como se distribuye la zona baja, media y el alta, obtenida de SENAMHI – Estación meteorológica Ambo, procesada Excel 2019.

Figura 11

Polígono de frecuencia de altitudes de la Cuenca del río Huácar



Nota. La figura presenta el nivel de incidente del área comprometida entre las curvas de nivel en relación a la totalidad de la cuenca del río Huácar, obtenido de SENAMHI – Estación meteorológica Ambo, procesada Excel 2019.

De los datos procesados se tiene una altitud media = 2743.11 msnm.

- Índice de Gravelious o índice compacidad, muestra asociación existente entre el perímetro de la cuenca del río Huácar y de un círculo de área semejante al de la cuenca.

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

$Kc = 1.676$, nos indica que la respuesta será gradual a fuertes precipitaciones.

- Factor de forma (FF), indica la pauta de predisposición Las inundaciones mayores, menores o excepcionales en una cuenca son un parámetro de la relación entre el ancho promedio de la cuenca y la longitud de la pendiente dimensional principal. Cuanto más cercanos estén estos valores a 1, más probable será que reflejen una tendencia a que se produzcan inundaciones excepcionalmente grandes dentro de la cuenca.

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

$Ff = 0.748$ (adimensional) indica que, al generarse grandes lluvias, el incremento de las aguas sería gradual.

- Pendiente media cuenca del río Huácar (Pm): Este factor influye en las velocidades de escurrimiento superficial del río Huácar, por lo tal, determina el lapso de tiempo que la precipitación retraso en escurrimientos hacia cauces formando redes de drenaje. La pendiente del canal principal se determina dividiéndola por la variación de elevación, desde el punto alto del río hasta el más bajo cerca del punto de descarga dicha distancia. Realizando la evaluación correspondiente tenemos:

$$Pm = \frac{hf - hi}{L} \cdot 100$$

Donde.

hf : cota más alta de la cuenca de la cabecera en $Km = 2,125$

hi : cota más baja de la cuenca en Km (descarga)= $2,054$

L : longitud del cauce principal, en Km 9.39

$Pm = 0,763 \%$

- Rectángulo equivalente, Es el cambio geométrico La geometría heterogénea de esta cuenca revela una forma rectangular con la misma área y perímetro (mismo índice de compacidad), la misma distribución en altura (misma curva de elevación) y la misma distribución del suelo en términos de atributos topográficos.

$$L = \frac{Cc\sqrt{A}}{1.128} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.128}{Cc}\right)^2} \right]$$

$$L_i = \frac{A_i}{l}$$

Tabla 4

Curvas características de la cuenca del río Huacar

Índice	A(i)	L(i)
1	8.698	2.769
2	11.309	3.600
3	14.433	4.594
4	14.792	4.709
5	9.519	3.030
6	4.238	1.349
7	2.322	0.739
8	0.688	0.219

Nota. La tabla muestra las áreas de los segmentos y longitudes de los cauces principales del río Huácar, obtenida de SENAMHI – Estación meteorológica Ambo, procesada Excel 2019.

- Sistema de Densidad
Son las ramificaciones, es la estructura hidro geomorfológico mostrada de la cuenca vertiente del río Huácar, lo conforma Sistemas de canales a todos los niveles (valles, arroyos, ríos). Comúnmente conocido como sistema de drenaje de cuenca. El orden de la red de drenaje en la cuenca del río Huácar es 4.

Tabla 5*Parámetros de la red hidrográfica de la cuenca del Huacar*

Orden	Cantidad	Longitud (km)
1	24	9.390
2	13	21.267
3	5	7.602
4	6	5.886
	48	44.145

Nota. La tabla muestra los parámetros de la red hidrográfica de la cuenca del río Huacar, el orden de corrientes, cantidad y longitud (Km) obtenida a partir de datos de SENAMHI – Estación meteorológica Ambo, procesada Excel 2019.

- Cálculo del tiempo de concentración,

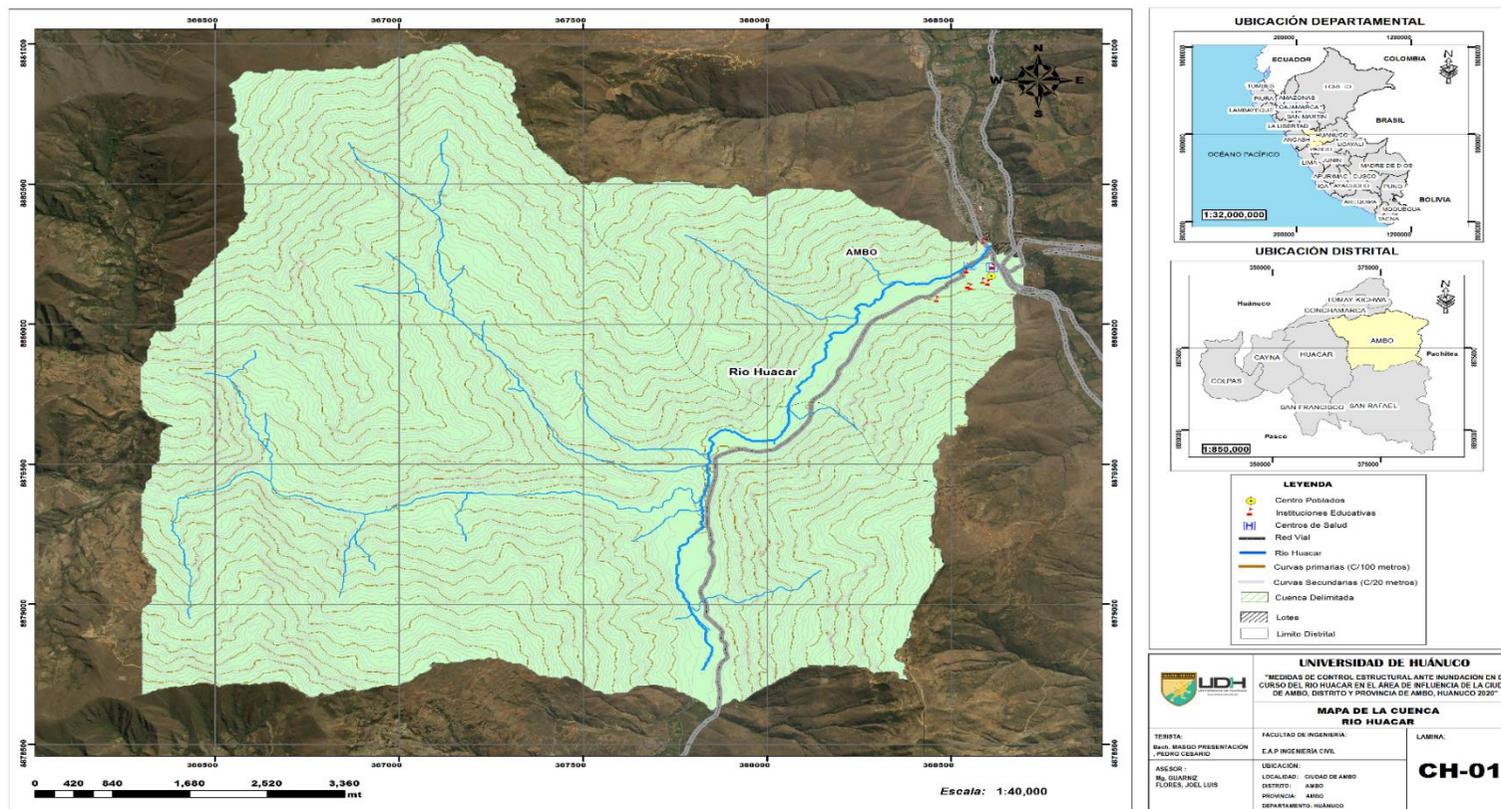
Es el transcurso que demora una partícula o gota de lluvia en viajar desde su punto más distante hasta el punto donde desemboca en la cuenca. Después del periodo intensivo, todo el grupo deberá participar en la actuación. Se encuentra correlación invertida entre lo que dura un aguacero y su proporción. Supongamos que el transcurso crítico se asemeja al período que está se concentra.

$$T_c = 0.0195 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Tc= 2.43 horas.

Figura 12

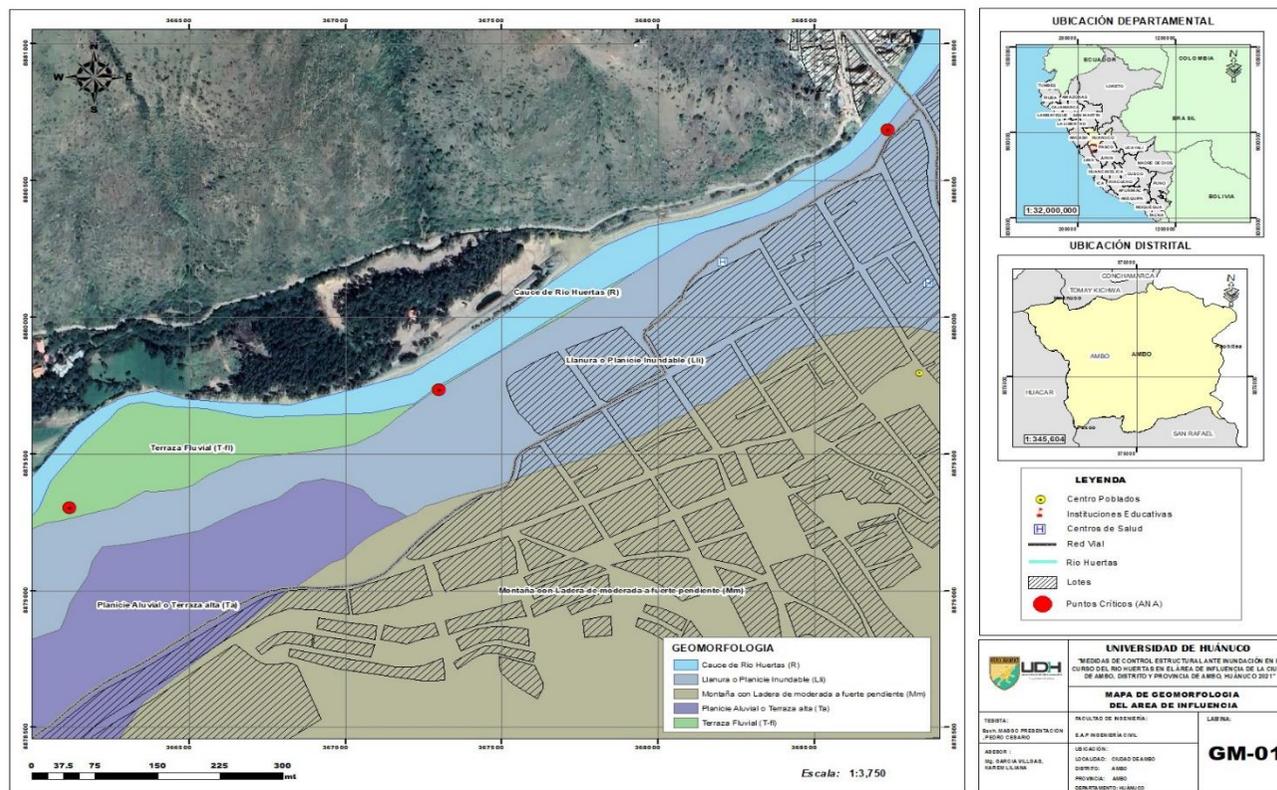
Áreas de la Cuenca del río Huacar



Nota. La figura muestra el área de la cuenca del río Huácar, curvas de nivel cauce principal y tributarios, obtenida a partir <https://eos.com/find-satellite/>- SENAMHI – Estación meteorológica Ambo, y procesado ArcGis 10.3.

Figura 13

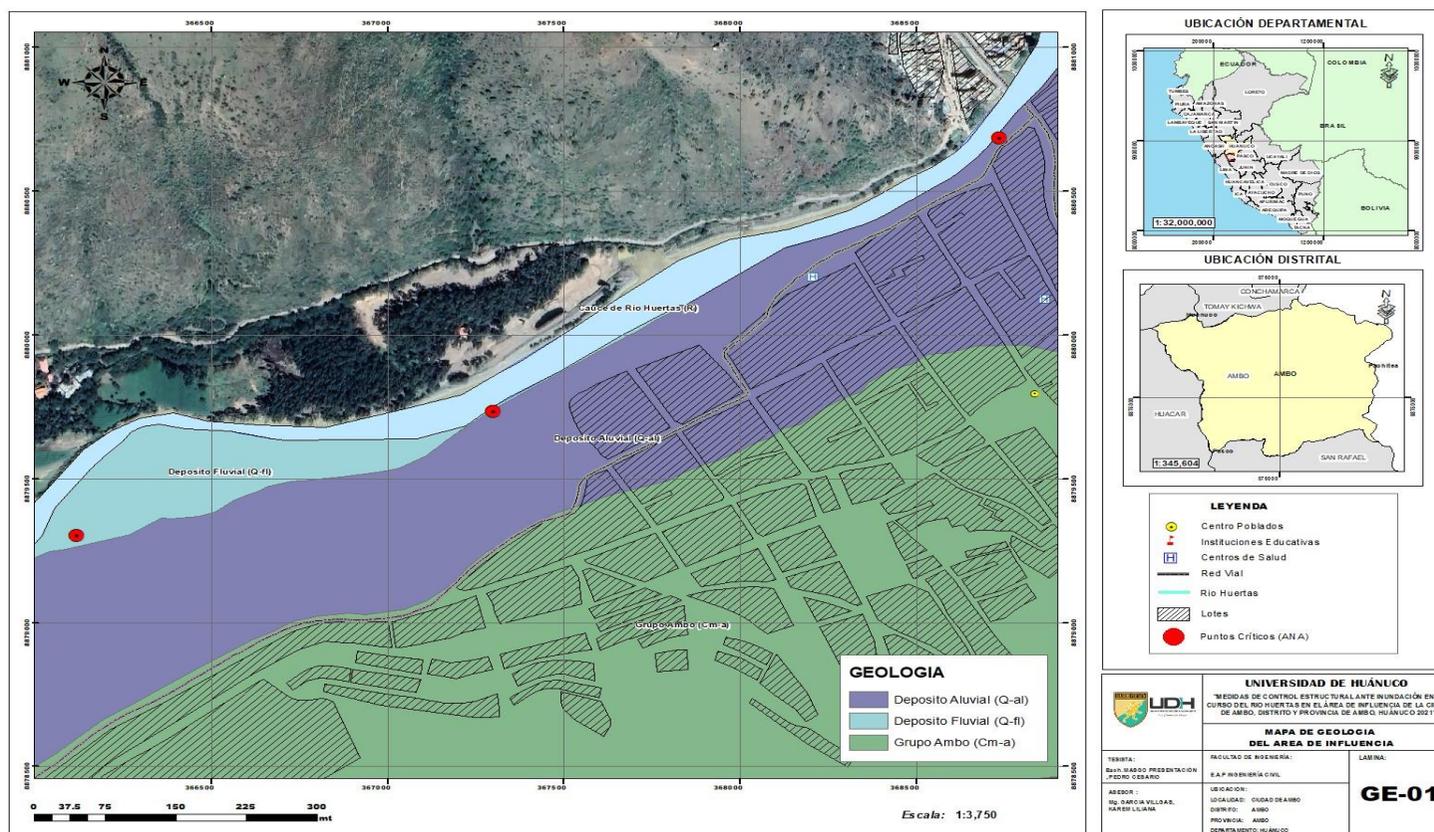
Geomorfología en el área de influencia en la Cuenca del río Huácar



Nota. La figura muestra las condiciones geomorfológicas presentes en el área de la cuenca del río Huácar, elaborada a partir de datos recolectados del INGEMMET, y procesado ArcGis 10.3.

Figura 14

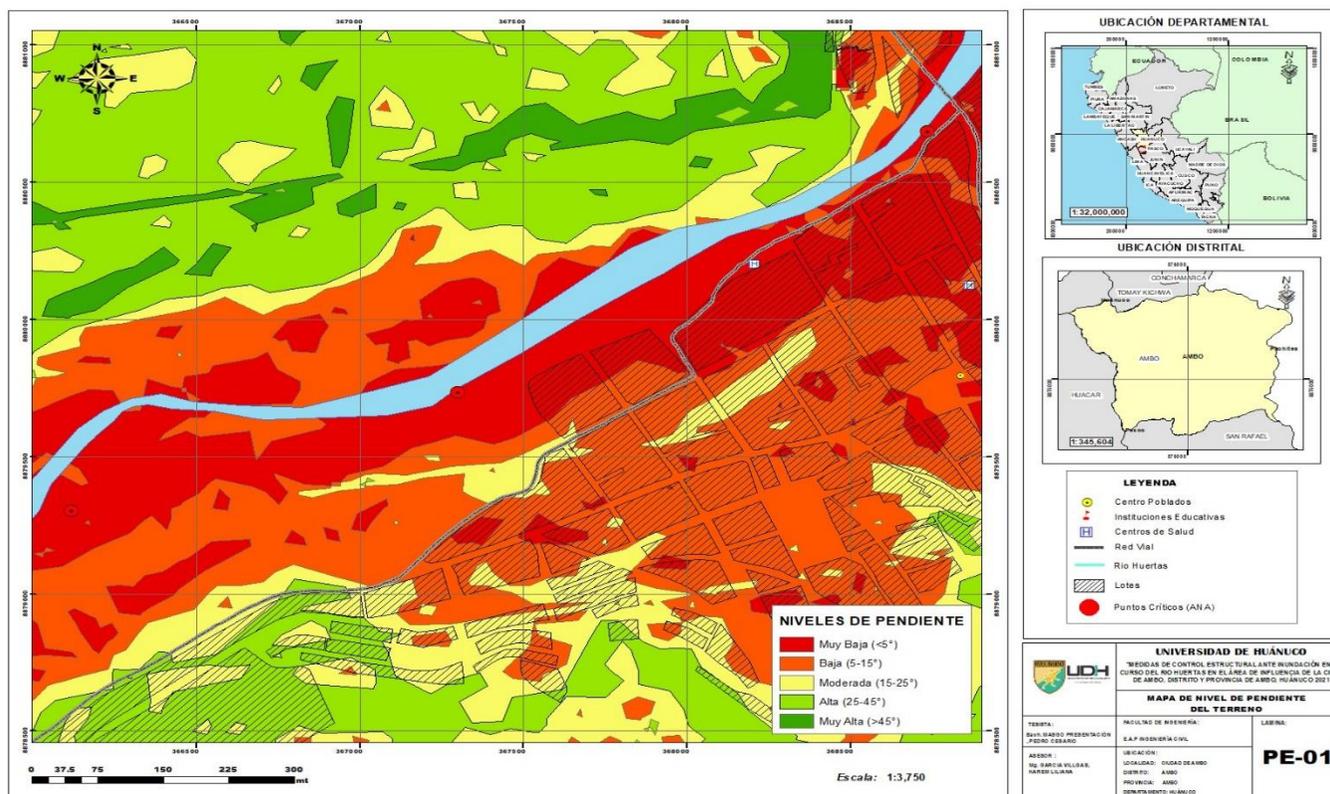
Geología en el área de influencia en la Cuenca del río Huácar



Nota. La figura muestra las condiciones geológicas presentes en el área de la cuenca del río Huácar, elaborada a partir de datos recolectados del INGEMMET, y procesado ArcGis 10.3.

Figura 15

Niveles de pendiente en el área de influencia en la Cuenca del río Huácar



Nota. La figura muestra los niveles de pendiente presentes en el área de la cuenca del río Huácar, elaborada a partir de las curvas de nivel obtenidos de vuelo aéreo con vehículo no tripulado DRON, y procesado ArcGis 10.3.

4.1.3. ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA HORARIA DE LA CUENCA DEL RIO HUÁCAR

Se realizó una distinción de lluvias en la estación Ambo, datos sospechosos y frecuencias máximas de precipitaciones diarias, con el objetivo de estimar la máxima precipitación en distinta frecuencia de recuperación, con métodos de cálculo probabilístico, métodos utilizados son discreto y/o continuo, el cálculo de sus parámetros se realizó por el método del Momento.

Tabla 6

Estación meteorológica Ambo

Estación	Tipo	Ubicación				Altitud (m.s.n.m.)	Entidad operante
		Geográfica		Política			
Ambo	IDMA/10	10°18'	76°10'	Huánuco	Ambo Ambo	2070	SENAMHI

Nota. la tabla presenta la estación empleada, tipo de estación, su ubicación geográfica – política y altitud, obtenida de la página de SENAMHI – Estación meteorológica Ambo, procesada Excel 2019.

Tabla 7

Precipitación máxima en 24 horas estación meteorológica Ambo

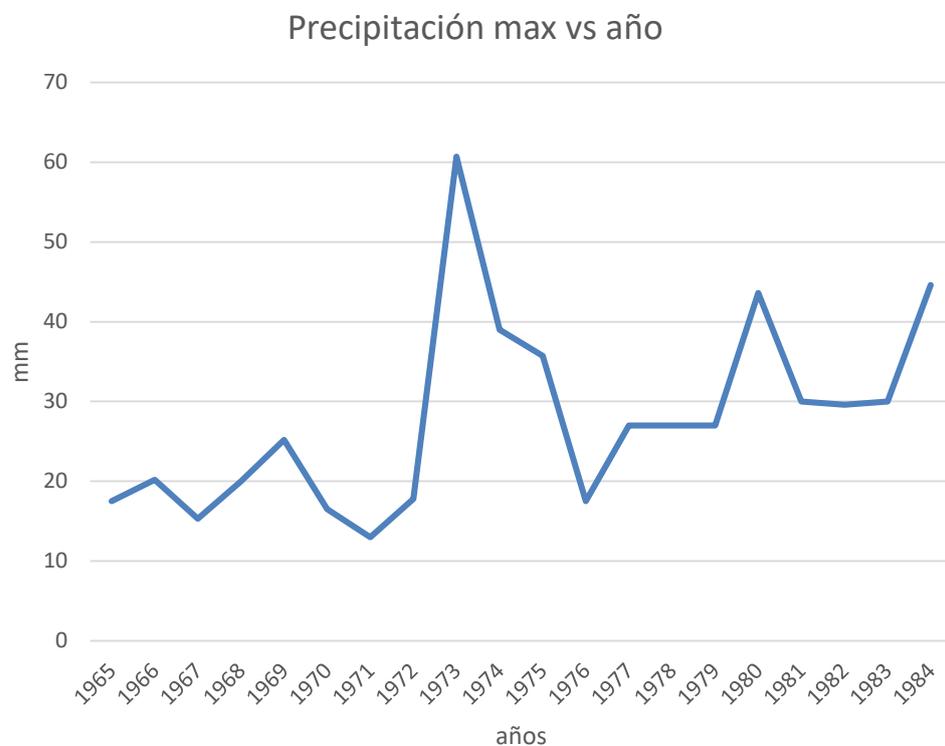
Año	Precipitación (mm)
1965	17.5
1966	20.2
1967	15.3
1968	20
1969	25.2
1970	16.5
1971	13
1972	17.8
1973	60.7
1974	39
1975	35.7
1976	17.5
1977	27
1978	27
1979	27

1980	43.6
1981	30
1982	29.6
1983	30
1984	44.6

Nota. La tabla presenta las precipitaciones máximas en 24 horas (mm) de la estación meteorológica Ambo en el periodo 1965 -1984, obtenida de SENAMHI – Estación meteorológica Ambo, procesada Excel 2019.

Figura 16

Precipitación máxima por año de la Cuenca del río Huácar



Nota. La figura representa la precisión máx/24hrs (mm), por año (1965-1984), obtenida de SENAMHI – Estación meteorológica Ambo, procesada Excel 2019.

➤ **Cálculo de las precipitaciones máximas en 24 horas**

En su operación se empleó registros históricos de 20 años de la estación meteorológica Ambo.

Tabla 8

Calculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno

ESTACION	Periodo	Precipitación máx. 24 h	Log P (mm)
Estación-ambo	1965	17.50	1.243038049
Estación-ambo	1966	20.20	1.305351369
Estación-ambo	1967	15.30	1.184691431
Estación-ambo	1968	20.00	1.301029996
Estación-ambo	1969	25.20	1.401400541
Estación-ambo	1970	16.50	1.217483944
Estación-ambo	1971	13.00	1.113943352
Estación-ambo	1972	17.80	1.250420002
Estación-ambo	1973	60.70	1.783188691
Estación-ambo	1974	39.00	1.591064607
Estación-ambo	1975	35.70	1.552668216
Estación-ambo	1976	17.50	1.243038049
Estación-ambo	1977	27.00	1.431363764
Estación-ambo	1978	27.00	1.431363764
Estación-ambo	1979	27.00	1.431363764
Estación-ambo	1980	43.60	1.639486489
Estación-ambo	1981	30.00	1.477121255
Estación-ambo	1982	29.60	1.471291711
Estación-ambo	1983	30.00	1.477121255
Estación-ambo	1984	44.60	1.649334859
Promedio-x (mm)		27.86	1.409788255
Desviación Estándar - σ (mm.)		12.04689958	0.177123686
Coefficiente de variación (cv)		0.432408456	0.125638503
coeficiente de asimetría (k)		1.169700372	0.289584425
k/6			0.048264071
N°		20	20
Máximo		60.70	1.783188691

Nota. La tabla muestra el cálculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno usando las distribuciones Normal, Log-Normal, Log-Pearson III y Gumbel para precipitaciones Máximas Instantáneas anuales 1965 -1984 en la estación Ambo, obtenido de SENAMHI, procesada Excel 2019.

➤ Distribución normal

Tabla 9

Calculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno

N°	T (años)	P	W	Z	P(mm)
1	2	0.5	1.17741002	0.000	18.6894737
2	5	0.2	1.79412258	0.841	24.5130388
4	10	0.1	2.14596603	1.282	27.5600795
5	20	0.05	2.44774683	1.64521144	30.0756754
6	25	0.04	2.53727248	1.751	30.8083479

7	50	0.02	2.79714962	2.054	32.90613
8	100	0.01	3.03485426	2.327	34.7927212
9	200	0.005	3.25524726	2.576	36.5191234
10	500	0.002	3.52550935	2.879	38.6110779
11	100	0.01	3.03485426	2.327	34.7927212

Nota. La tabla presenta el cálculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno usando una distribución Normal para precipitaciones Máximas Instantáneas anuales 1965 -1984, en la estación Ambo, obtenida de SENAMHI, procesada Excel 2019.

➤ Distribución Log Normal

Tabla 10

Calculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno a una distribución logaritmo Normal

N°	T (años)	P	W	Z	$YT=LOGXi+Z*\sigma_y$	P(mm)
1	2	0.5	1.17741002	0.000	1.243884354	17.5341353
2	5	0.2	1.79412258	0.841	1.377368764	23.8434318
4	10	0.1	2.14596603	1.282	1.447211279	28.0034332
5	20	0.05	2.44774683	1.645	1.504872322	31.9795481
6	25	0.04	2.53727248	1.751	1.521666221	33.2403985
7	50	0.02	2.79714962	2.054	1.569750375	37.1321738
8	100	0.01	3.03485426	2.327	1.612993735	41.0198185
9	200	0.005	3.25524726	2.576	1.652565332	44.9329913
10	500	0.002	3.52550935	2.879	1.70051591	50.1782961
10	100	0.01	3.03485426	2.327	1.612993735	41.0198185

Nota. La tabla presenta Calculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno usando una distribución Logaritmo Normal para precipitaciones Máximas Instantáneas anuales 1965 -1984 en la estación Ambo, obtenida de SENAMHI, procesada Excel 2019.

➤ Distribución Log Pearson III

Tabla 11

Calculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno usando una distribución Log Pearson III

N°	T (años)	P	w	z	Kt	$Yt=LogXi+Kt.\sigma_y$	P (mm.)
1	2	0.5	1.17741002	0	-0.03918324	1.237668525	17.2849658
2	5	0.2	1.79412258	0.84145672	0.82773322	1.375191738	23.7242088
4	10	0.1	2.14596603	1.28172876	1.30405301	1.450752685	28.2327177
5	20	0.05	2.44774683	1.64521144	1.70930884	1.515040407	32.7371152
6	25	0.04	2.53727248	1.75107653	1.82940669	1.534092118	34.2051988
7	50	0.02	2.79714962	2.05418859	2.17847412	1.589466399	38.8567433

8	100	0.01	3.03485426	2.32678533	2.49904306	1.640319823	43.6837409
9	200	0.005	3.25524726	2.57623608	2.79796046	1.687738559	48.7235091
10	500	0.002	3.52550935	2.87850611	3.16737206	1.746340135	55.7622302
10	100	0.01	3.03485426	2.32678533	2.49904306	1.640319823	43.6837409

Nota. La tabla presenta el cálculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno usando una distribución Log Pearson III para precipitaciones Máximas Instantáneas anuales 1965 -1984 en la estación Ambo, obtenida de SENAMHI, procesada Excel 2019.

➤ **Distribución de Gumbel**

Tabla 12

Calculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno usando una distribución Gumbel

N°	T(años)	K*	P(mm)
1	2	-0.15306499	17.6301394
2	5	0.85766006	24.6251791
4	10	1.52684798	29.256504
5	20	2.16874911	33.698982
6	25	2.3723687	35.1081952
7	50	2.99962427	39.4493141
8	100	3.62224828	43.7583789
9	200	4.24260045	48.0517205
10	500	5.06103733	53.7159697
10	1000	3.62224828	43.7583789

Nota. la tabla presenta el cálculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno usando una distribución Gumbel para precipitaciones Máximas Instantáneas anuales 1965 -1984 en la estación Ambo, obtenido de SENAMHI –, procesada Excel 2019.

➤ **Prueba de Bondad de Ajuste**

Se aplico las pruebas de bondad del ajuste conocidas son las χ^2 y la Kolmogorov - Smirnov. Para fines del estudio, la prueba de ajuste a utilizar será Kolmogorov - Smirnov y se describe a continuación.

Tabla 13

Calculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno

Probabilidad	z	Normal	N° Datos	Frec. Rango	Frec.acum	Δ
LS(mm)						
0.1429	-1.06757052	11.3010171	2	0.10526316	0.10526316	0.03759398
0.2857	-0.56594882	14.7726474	5	0.26315789	0.36842105	0.08271
0.4286	-0.18001237	17.4436416	3	0.15789474	0.52631579	0.09774436
0.5714	0.18001237	19.9353057	3	0.15789474	0.68421053	0.11278195
0.7143	0.56594882	22.6063	0	0	0.68421053	0.03007519
0.8571	1.06757052	26.0779303	1	0.05263158	0.73684211	0.12030075
1.0000	0	29.6	5	0.26315789	1.000	2.2204E-16
			19	1.000		

0.120300752

Nota. la tabla presenta el cálculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno usando el modelo de distribución normal, obtenido un valor de 0.120300752 para precipitaciones Máximas Instantáneas anuales 1965 -1984 en la estación Ambo, obtenido de SENAMHI, procesada en programa Excel 2019.

Probabilidad	z	log LS	LN	N° Datos	Frec. Rango	Frec.acum	Δ
LS(mm)							
0.1429	-1.06757052	1.0745304	11.872178	3	0.15789474	0.15789474	0.015037594
0.2857	-0.56594882	1.15410511	14.2595268	3	0.15789474	0.31578947	0.030075188
0.4286	-0.18001237	1.21532811	16.418297	4	0.21052632	0.52631579	0.097744361

0.5714	0.18001237	1.2724406	18.7258095	1	0.05263158	0.57894737	0.007518797
0.7143	0.56594882	1.33366359	21.5607366	2	0.10526316	0.68421053	0.030075188
0.8571	1.06757052	1.41323831	25.8963352	1	0.05263158	0.73684211	0.120300752
1.0000	0		29.6	5	0.26315789	1	0
				19			

0.120300752

Nota. la tabla presenta el cálculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno usando el modelo de distribución Log-normal, obtenido un valor de 0.120300751 para precipitaciones Máximas Instantáneas anuales 1965 -1984 en la estación Ambo, obtenido de SENAMHI, procesada en programa Excel 2019.

Probabilidad	z	Kt	Log LS	LN	N° Datos	Frec.Rango	Frec.Acum.	Δ
LS (mm)								
0.143	-1.0676	-1.0594	1.07582095	11.908	4	0.21	0.21	0.0677
0.286	-0.5659	-0.5909	1.15014176	14.130	2	0.11	0.32	0.0301
0.429	-0.1800	-0.2174	1.20940111	16.196	4	0.21	0.53	0.0977
0.571	0.1800	0.1415	1.26633878	18.465	1	0.05	0.58	0.0075
0.714	0.5659	0.5377	1.32917713	21.339	2	0.11	0.68	0.0301
0.857	1.0676	1.0704	1.41368456	25.923	1	0.05	0.74	0.1203
1.000				29.6	5	0.26	1.00	0.0000
					19	1.00		

0.120300752

Probabilidad	T	ym	K	Gumbel	N° Datos	frec. Rango	Frec. Acum.	Δ
CL (mm)								

0.1429	1.16666667	-0.6657	-1.0736	11.260	1	0.05263158	0.052631579	0.090225564
0.2857	1.4	-0.2254	-0.6809	13.977	5	0.26315789	0.315789474	0.030075188
0.4286	1.75	0.1657	-0.3321	16.391	4	0.21052632	0.526315789	0.097744361
0.5714	2.33333333	0.5805	0.0378	18.951	2	0.10526316	0.631578947	0.060150376
0.7143	3.5	1.0892	0.4914	22.091	1	0.05263158	0.684210526	0.030075188
0.8571	7	1.8698	1.1875	26.908	1	0.05263158	0.736842105	0.120300752
1.0000				29.6	5	0.26315789	1	2.22045E-16

19 1

Resumen	
Normal	0.120300752
Log-normal	0.120300751
Log-Pearson III	0.120300751
Gumbel	0.120300752
Valor	0.120300752

ELEGIR

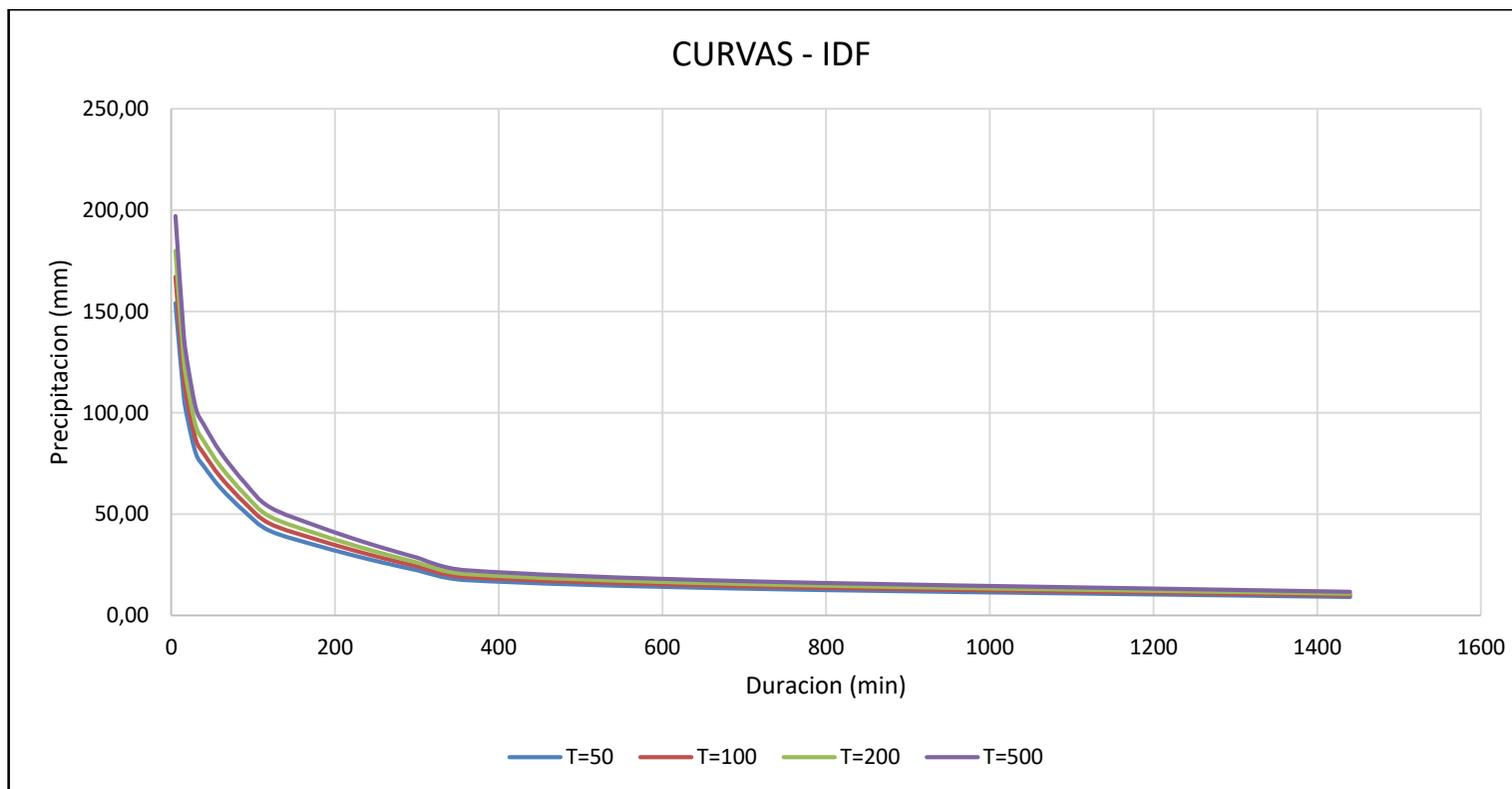


GUMBEL

Nota. La tabla presenta el cálculo de precipitaciones máximas anuales para diferentes periodos de retorno usando el modelo de distribución Normal, Log-normal, Log-Pearson III y Gumbel, obtenido un valor de 0.120300752 para precipitaciones Máximas Instantáneas anuales 1965 -1984 en la estación Ambo por tanto se elige el modelo de distribución de Gumbel, obtenido de SENAMHI, procesada en programa Excel 2019 SENAMHI – Estación meteorológica Ambo, procesada Excel 2019.

Figura 17

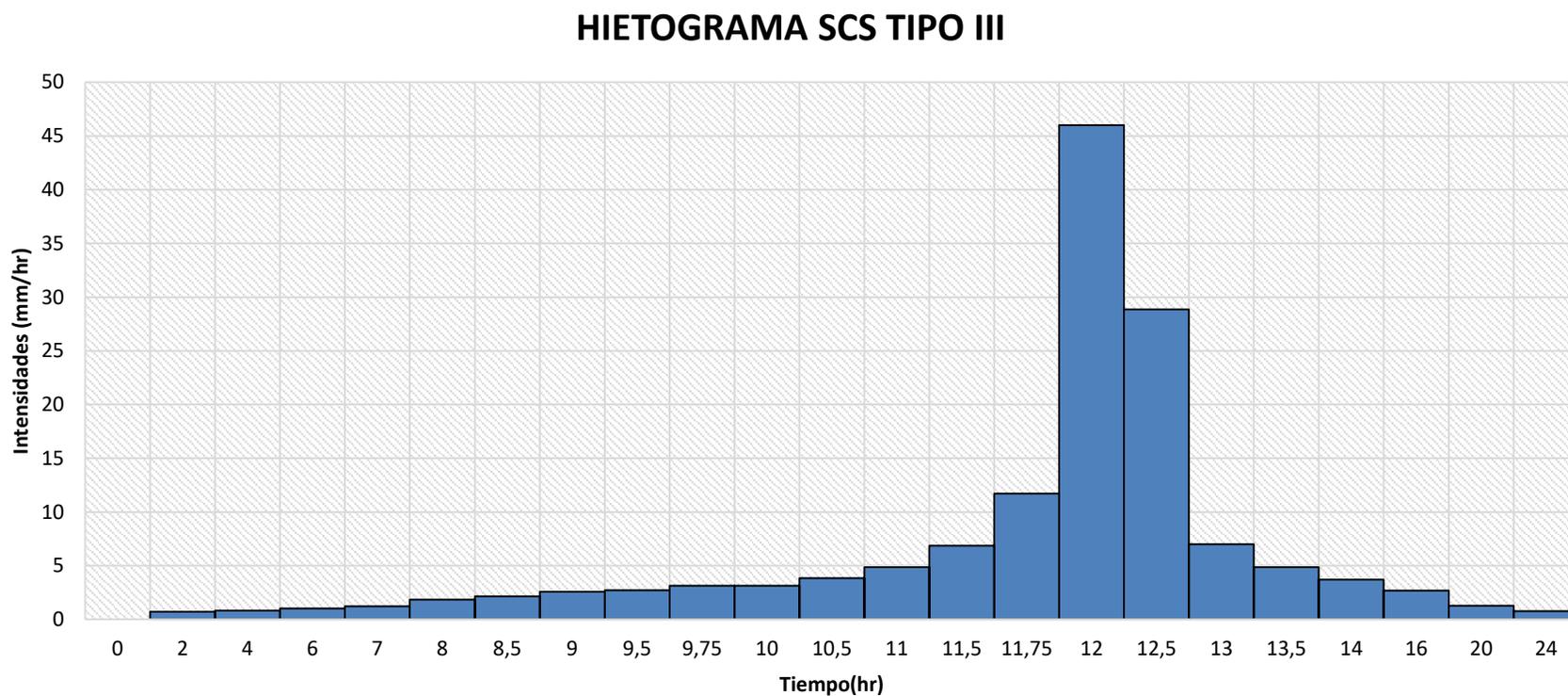
Curvas intensidad, duración y frecuencia (IDF) de la Cuenca del río Huácar



Nota. La figura de curvas intensidad, duración y frecuencia (IDF) de la Cuenca del río Huácar, representa la intensidad (I) o magnitud de la precipitación máxima en 24 horas, expresada en milímetros por hora, para una duración (D) 0,200,400,600,800,1000,1200,1400 y 1600 minutos para periodos de retorno de 50,100,200 y 500 años, extraída de SENAMHI, procesada Excel 2019.

Figura 18

Hietograma SCS tipo III de la Cuenca del rio Huácar



Nota. la figura expresa la precipitación recogida en intervalos de horas 0,2,4,6,7,8,8,5,9,9,5,10,10,5,11,11,5,11,75,12,12,5,13,13,5,14,16,20 y 24 a intensidades en milímetros, obtenida de SENAMHI – Estación meteorológica Ambo, procesada Excel 2019.

➤ **Precipitación efectiva**

- Umbral de escorrentía = 14.33 mm

Tabla 14

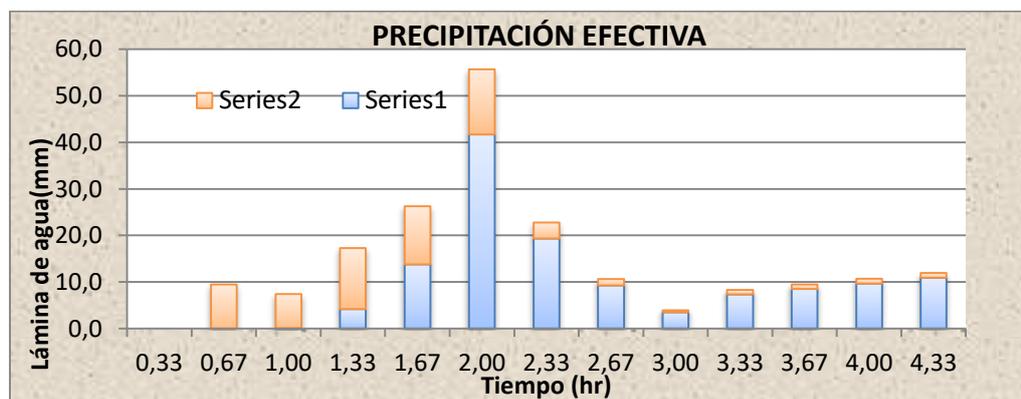
Precipitación efectiva en la cuenca del río Huácar

t (horas)	P total	P total	P neta	P neta	% P neta	Abstracciones
0.33	0.0	0	0.0	0.0		0.0
0.67	9.5	9.5	0.0	0.0	0.0	9.5
1.00	7.4	16.9	0.1	0.1	1.2	7.3
1.33	17.3	34.2	4.3	4.2	24.4	13.1
1.67	26.3	60.5	18.1	13.8	52.4	12.5
2.00	55.7	116.1	59.8	41.7	74.9	14.0
2.33	22.8	138.9	79.1	19.3	84.9	3.4
2.67	10.6	149.5	88.4	9.3	87.4	1.3
3.00	3.9	153.5	91.8	3.5	88.2	0.5
3.33	8.3	161.7	99.2	7.4	88.9	0.9
3.67	9.5	171.2	107.7	8.5	89.7	1.0
4.00	10.7	181.9	117.4	9.7	90.6	1.0
4.33	11.9	193.9	128.3	10.9	91.5	1.0
	193.9			128.3		

Nota. La tabla expresa la fracción de la precipitación total que es aprovechada por las plantas, se obtuvo una precipitación efectiva de 128.3 mm, obtenida de SENAMHI – Estación meteorológica Ambo, procesada Excel 2019.

Figura 19

Hietograma SCS tipo III de la precipitación efectiva en la Cuenca del río Huácar



Nota. muestra el Hietograma SCS tipo III de la precipitación efectiva en la Cuenca del río Huácar SENAMHI – Estación meteorológica Ambo, procesada Excel 2019.

➤ **Hidrograma Unitario sintético (SCS)**

<i>Datos de entrada</i>			<i>Cálculos</i>		<i>Datos para dibujar el triángulo</i>	
Long cauce=	9.39	km.	Pendiente=	0.0010432 m/m	Tiempo	Q
Cota máx=	2063.8	m	(Fórmula tiempo conc. Recommend. MTC)		0.00	0.00
Cota min=	2054.004	m	T conc= tiempo	6.07 horas	5.81	303.4 Máx
Superficie= Precipitación	65.982	km2	punta=	5.81 horas	15.50	0.00
N.= Duración P	128.3	mm	tiempo base=	15.50 horas		
neta=	4.33	horas	caudal de la punta=	303.44 m ³ /seg.		
Caudal antes del evento	0.00	m ³ /seg.				

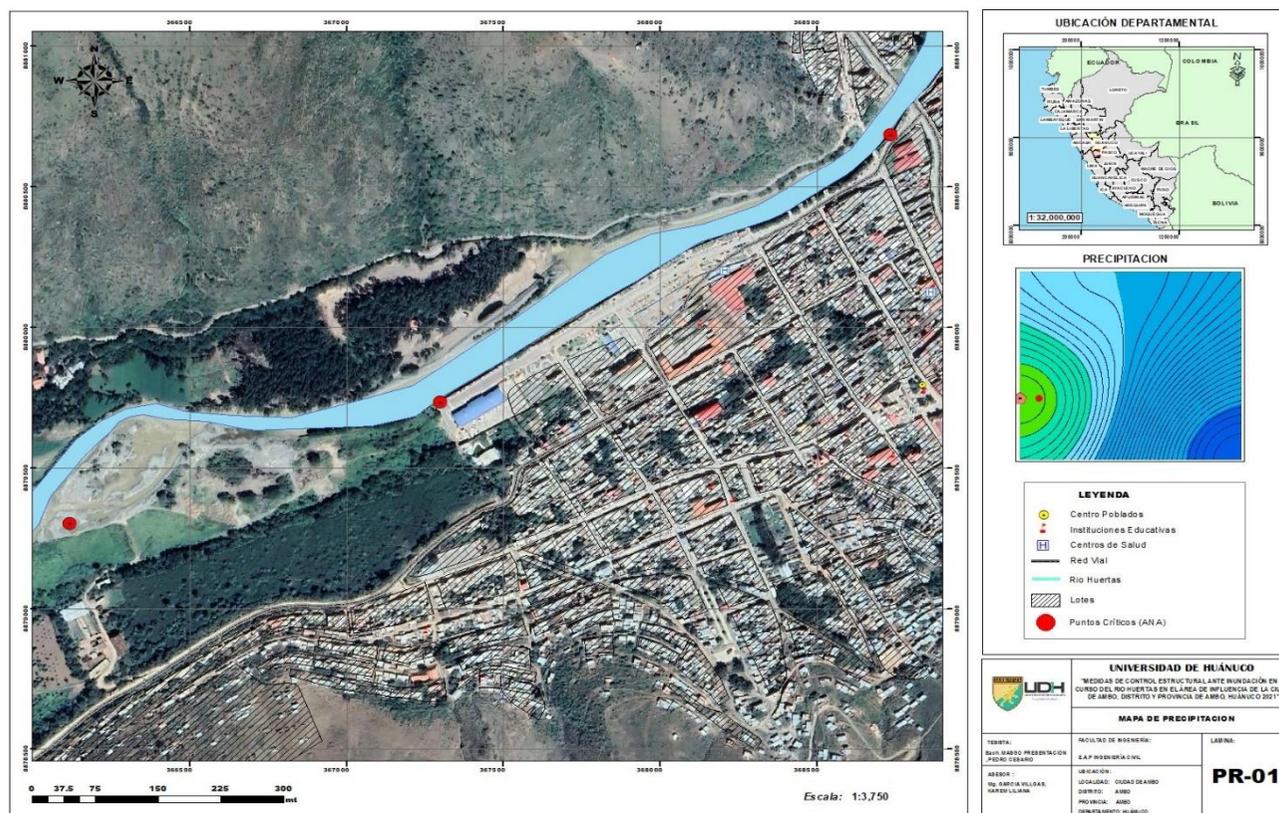
Nota. La tabla expresa el caudal (m3/seg) calculado a partir método de hidrograma unitario sintético (SCS) donde tuvo como resultado un caudal 303.44 m3/seg., obtenido de SENAMHI – Estación meteorológica Ambo, procesada Excel 2019.

Comprobación:	
Volumen total por el área bajo el hidrograma (área triángulo = Base X altura / 2):	8,466,741.80 m3
Volumen total (área cuenca X lámina agua caída):	8,466,741.80 m3

El caudal máximo para un periodo de retorno de 100 años será 303.4 m3/s

Figura 20

Precipitación en el área de influencia en la Cuenca del río Huácar



Nota. La figura muestra los niveles de precipitación presentes en el área de la cuenca del río Huácar, elaborada del SENAMHI Umbrales de precipitación del 2014, y procesado ArcGis 10.3.

4.1.4. ANÁLISIS DEL NIVEL DE INUNDACIONES EN EL CURSO DEL RIO HUÁCAR. PERTENECIENTE AL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CIUDAD DE AMBO

La modelación se realizó a través del programa HEC-RAS v6.5, en un espacio unidimensional y bidimensional a través del método del paso estándar en cada uno de los sectores transversales planteados. El análisis se ejecutó para un flujo Supercrítico, con condiciones de borde aguas arriba y aguas abajo, con pendiente 0.060 %.

La simulación hidráulica se realizó en el escenario simulación sin Medida de control estructural en el cauce del rio Huácar de la ciudad de Ambo.

Resultados de la simulación del riesgo de Inundación

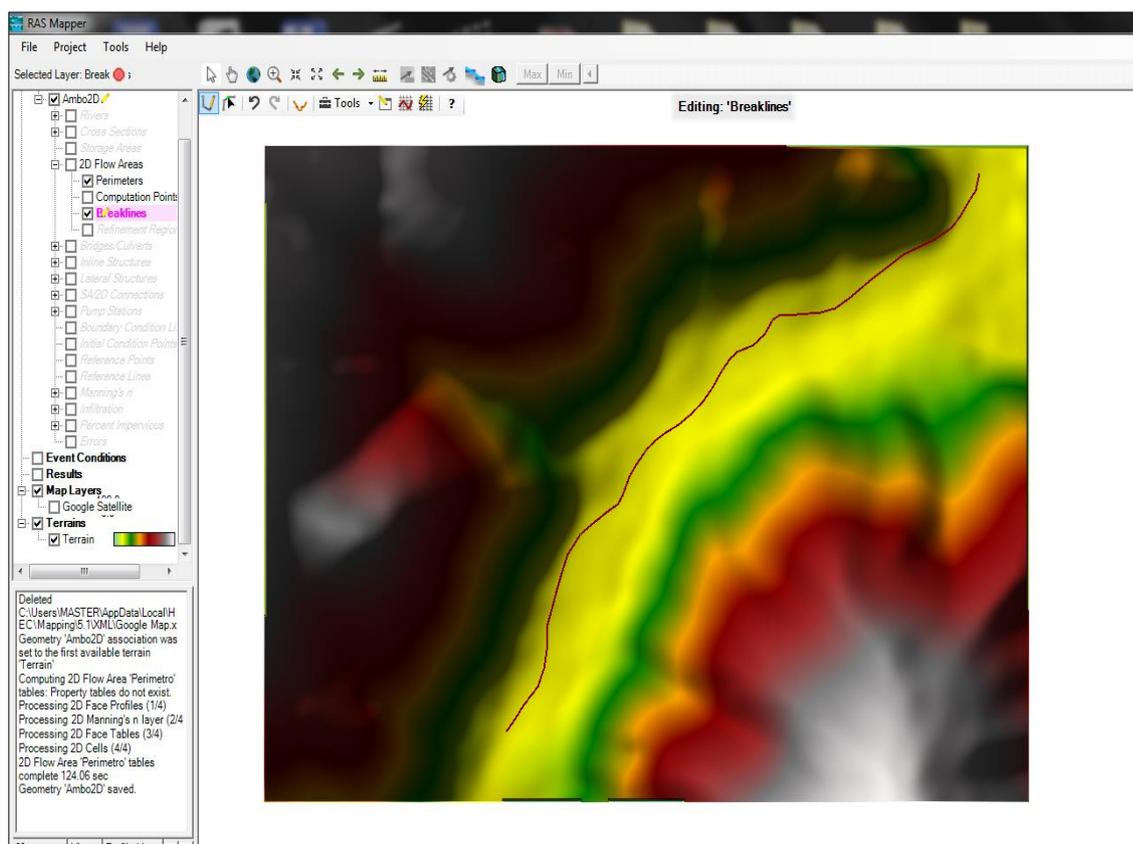


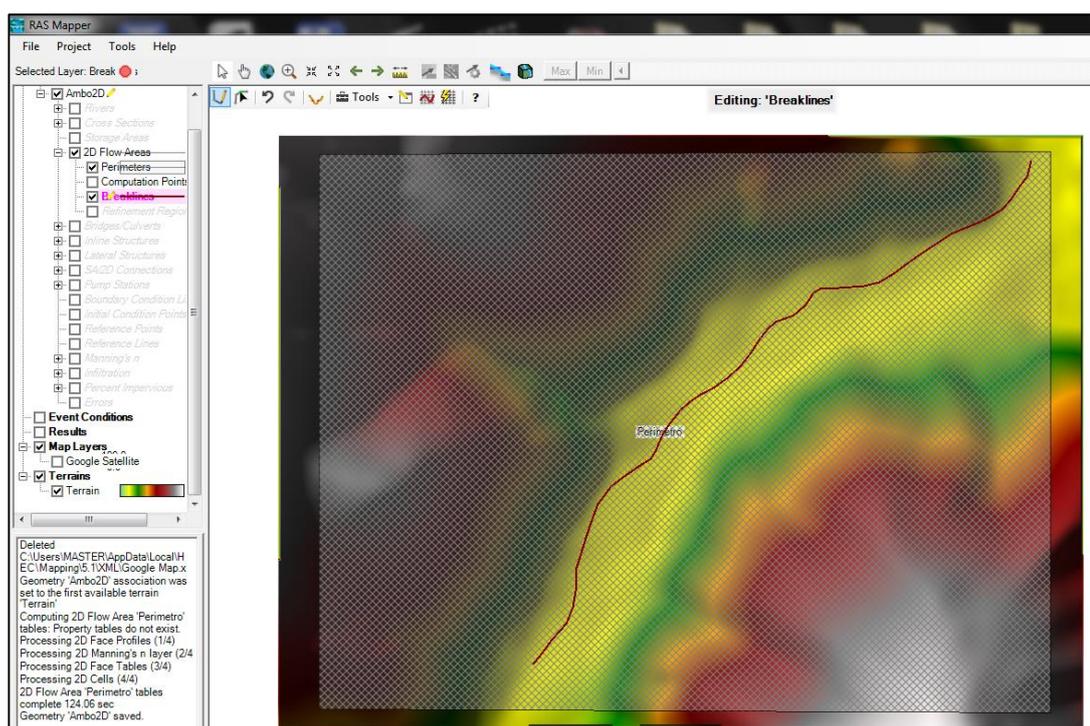
Figura 21

Reprocesamiento, importación de geometría en la Cuenca del río Huácar

Nota. La figura muestra el pre procesamiento e importación de geometría de la Cuenca del río Huácar a partir del DEM obtenido de LandView.es, procesado HEC-RAS 6.05.

Figura 22

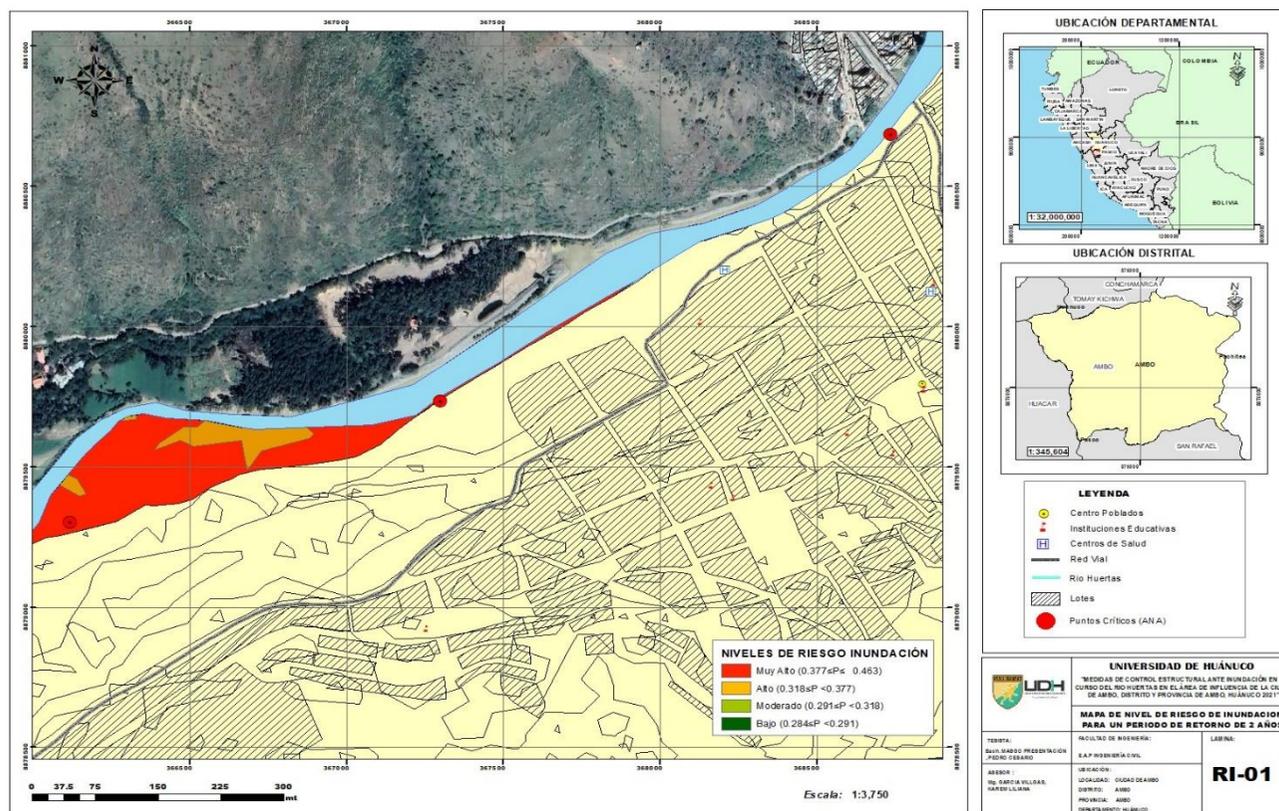
Reprocesamiento, creación de mayas geométricas y refinado del cauce del río Huacar.



Nota. Muestra la reprocesamiento para la creación de mayas geométricas y refinado del cauce del río Huácar elaborado a partir del DEM landview.es, procesado Hec-ras 6.05

Figura 23

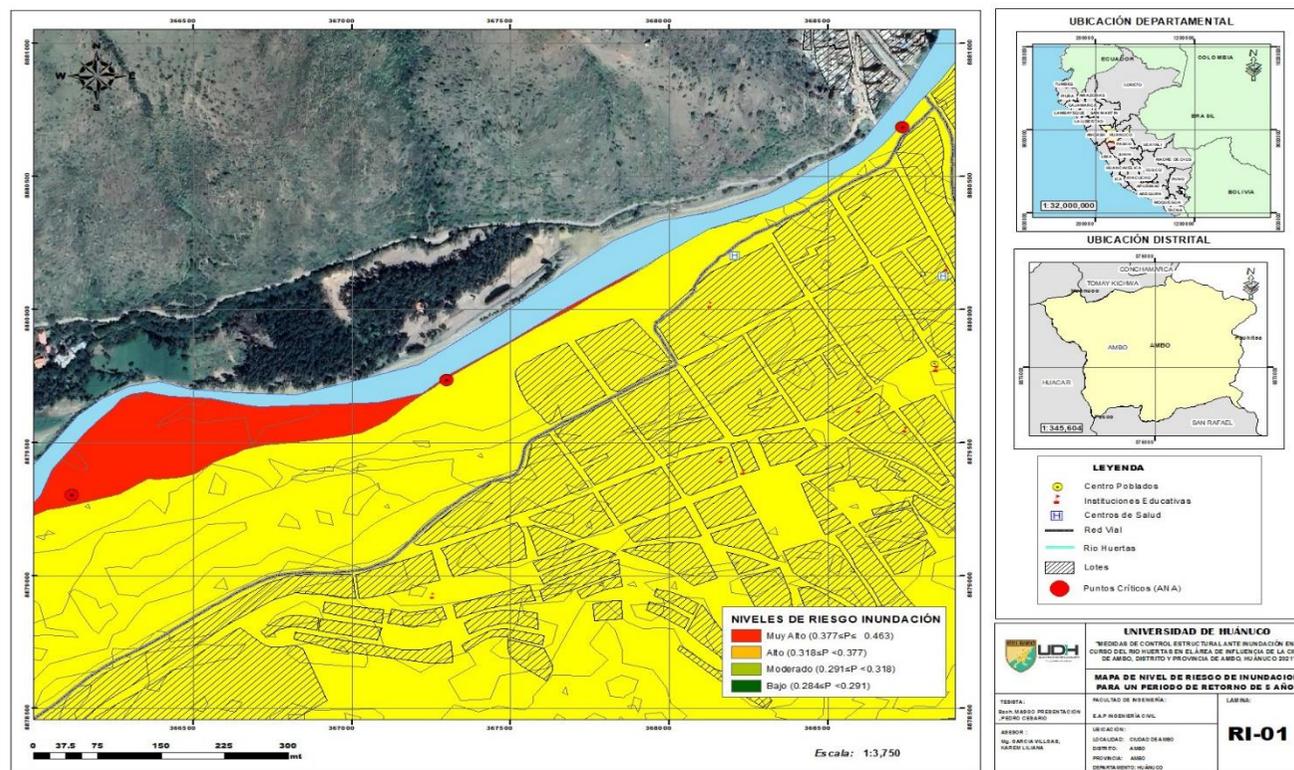
Resultado del nivel de riesgo de inundación para el periodo de retorno 2 años en el curso del río Huácar



Nota. Expresa el resultado del nivel de inundación en el curso del río Huácar, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021, donde se obtuvo un nivel de inundación alto al que se encuentra expuesto la ciudad de Ambo elaborado en el programa ArcGis 10.3.

Figura 24

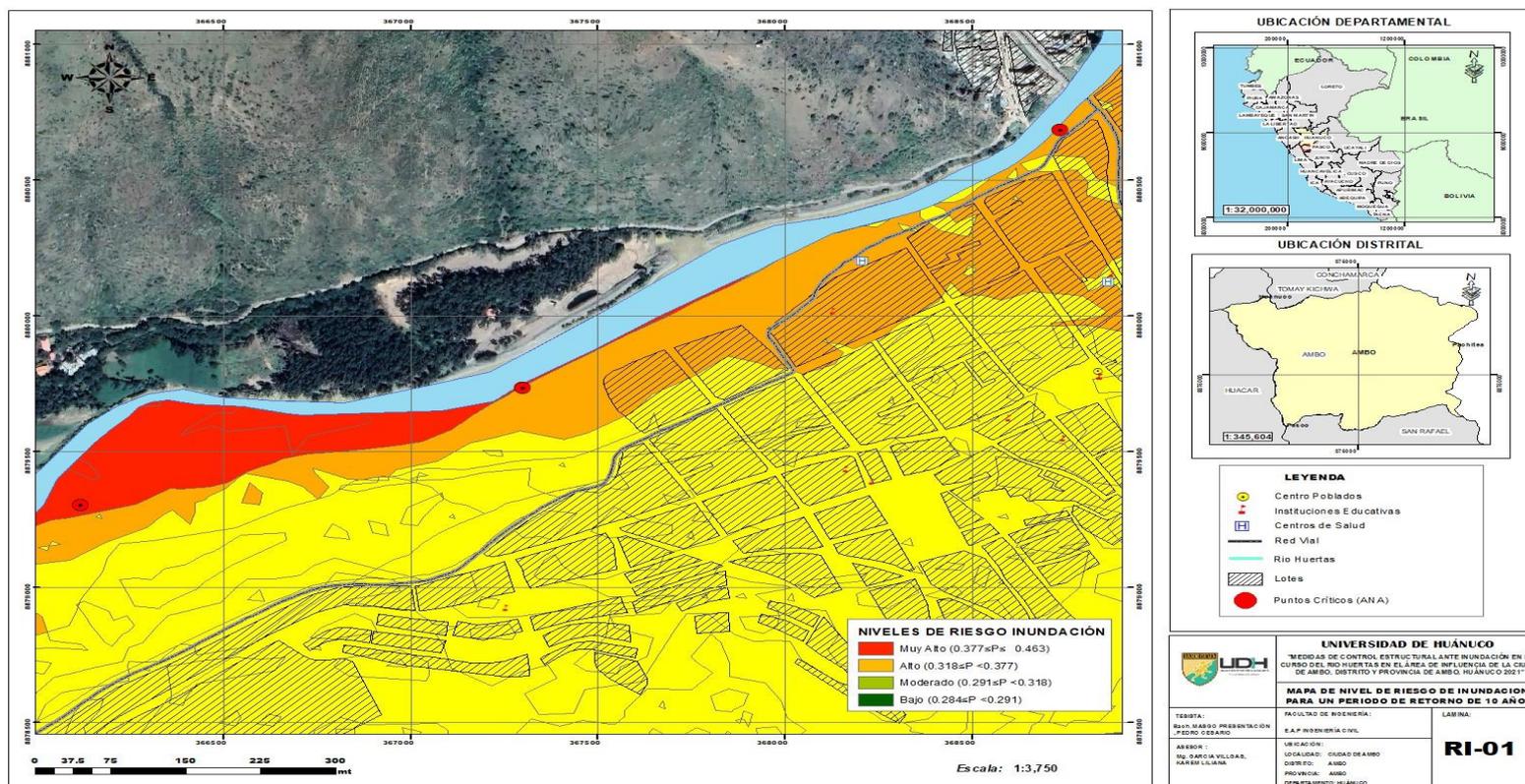
Resultado del nivel de riesgo de inundación para el periodo de retorno 5 años en el curso del río Huácar



Nota. Expresa el resultado del nivel de inundación en el curso del río Huácar, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021, donde se obtuvo un nivel de inundación alto al que se encuentra expuesto la ciudad de Ambo elaborado en el programa ArcGis 10.3.

Figura 25

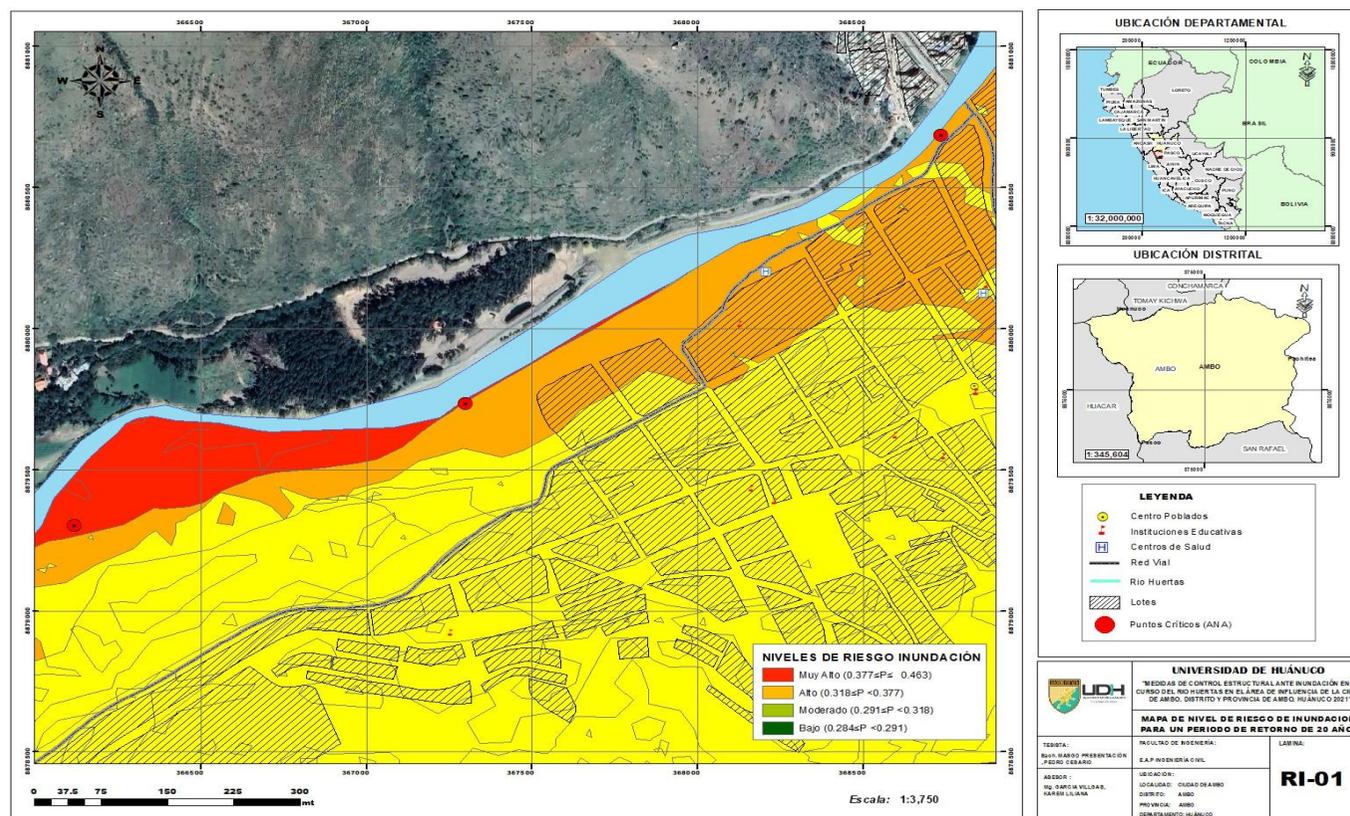
Resultado del nivel de riesgo de inundación para el periodo de retorno 10 años en el curso del rio Huácar



Nota. Expresa el resultado del nivel de inundación en el curso del rio Huácar, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021, donde se obtuvo un nivel de inundación alto al que se encuentra expuesto la ciudad de Ambo elaborado en el programa ArcGis 10.3.

Figura 26

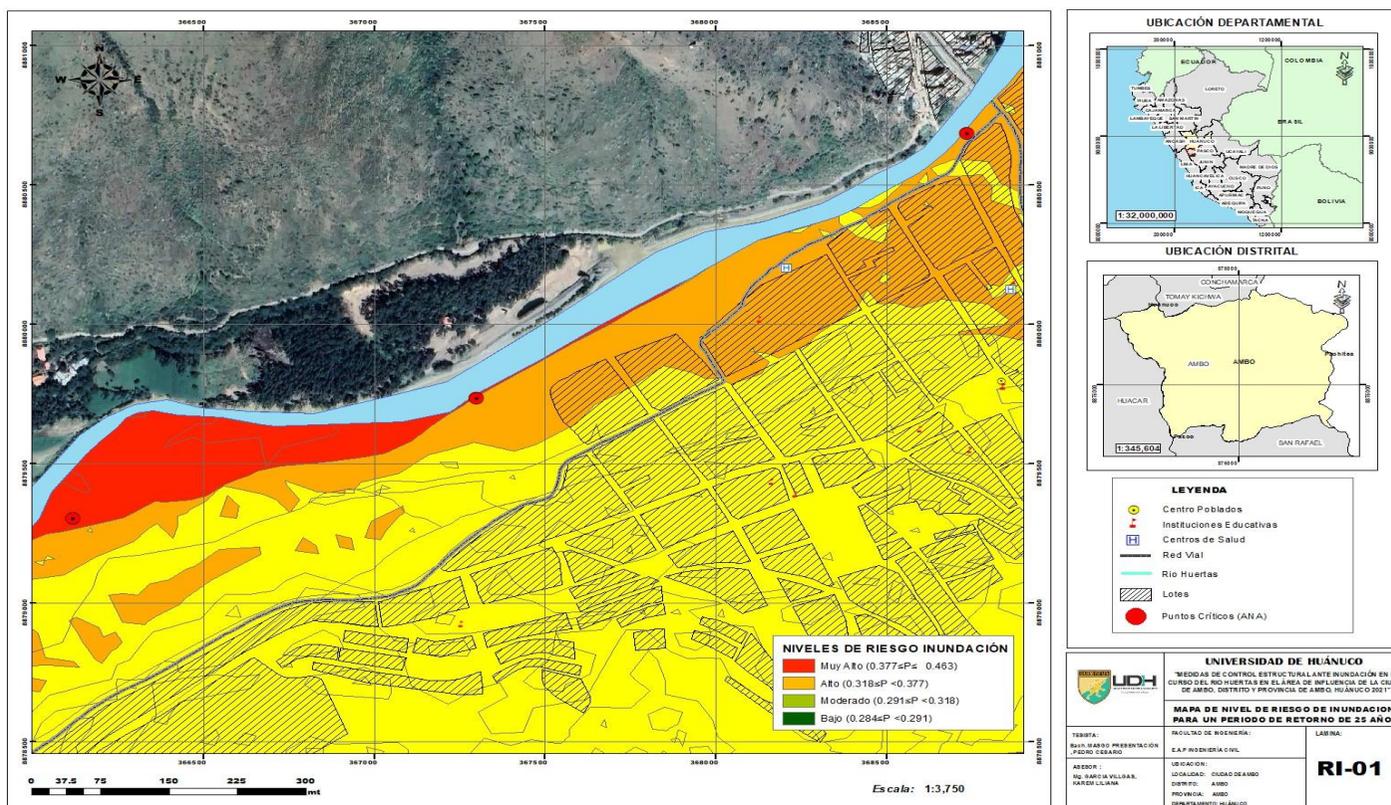
Resultado del nivel de riesgo de inundación para el periodo de retorno 20 años en el curso del río Huácar



Nota. Expresa el resultado del nivel de inundación en el curso del río Huácar, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021, donde se obtuvo un nivel de inundación alto al que se encuentra expuesto la ciudad de Ambo elaborado en el programa ArcGis 10.3.

Figura 27

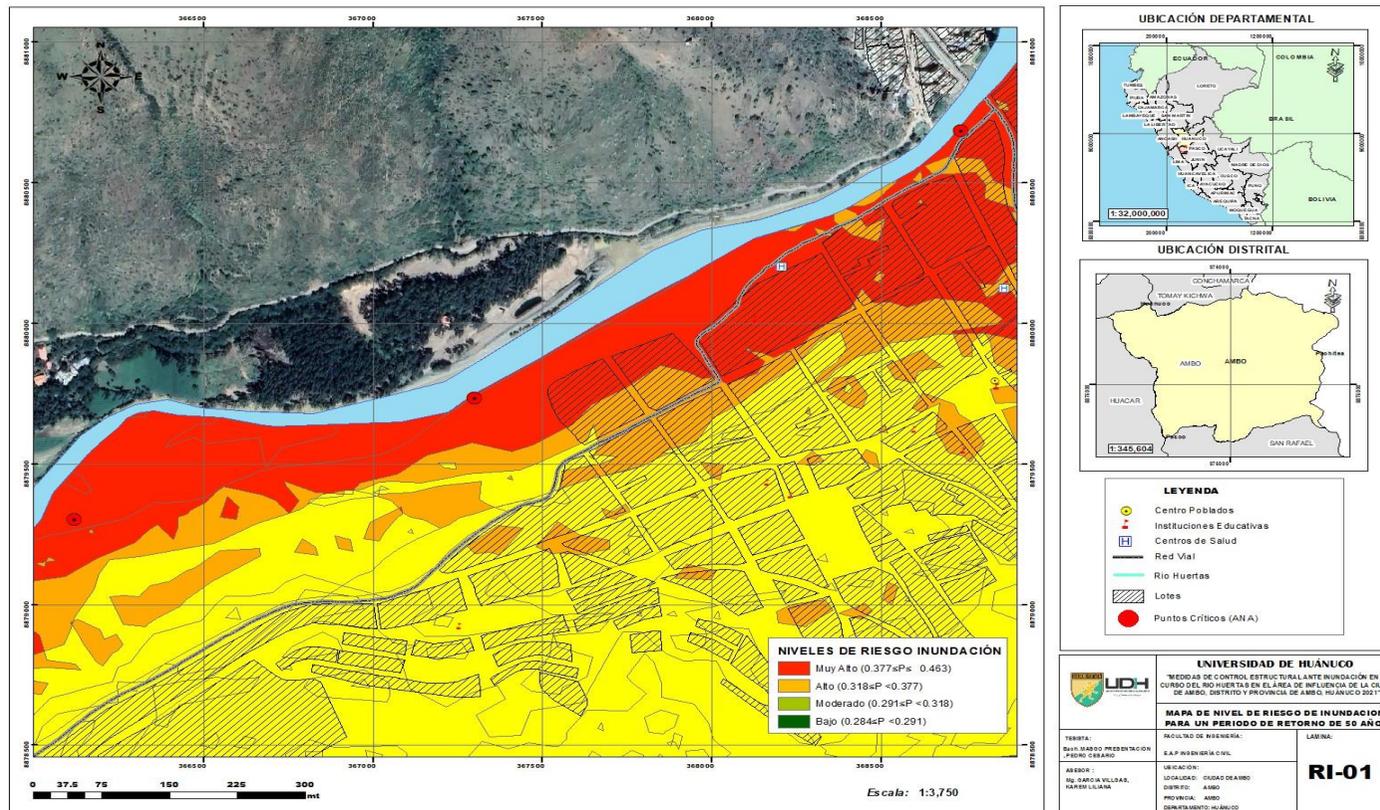
Resultado del nivel de riesgo de inundación para el periodo de retorno 25 años en el curso del rio Huácar



Nota. Expresa el resultado del nivel de inundación en el curso del rio Huácar, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021, donde se obtuvo un nivel de inundación alto al que se encuentra expuesto la ciudad de Ambo elaborado en el programa ArcGis 10.3.

Figura 28

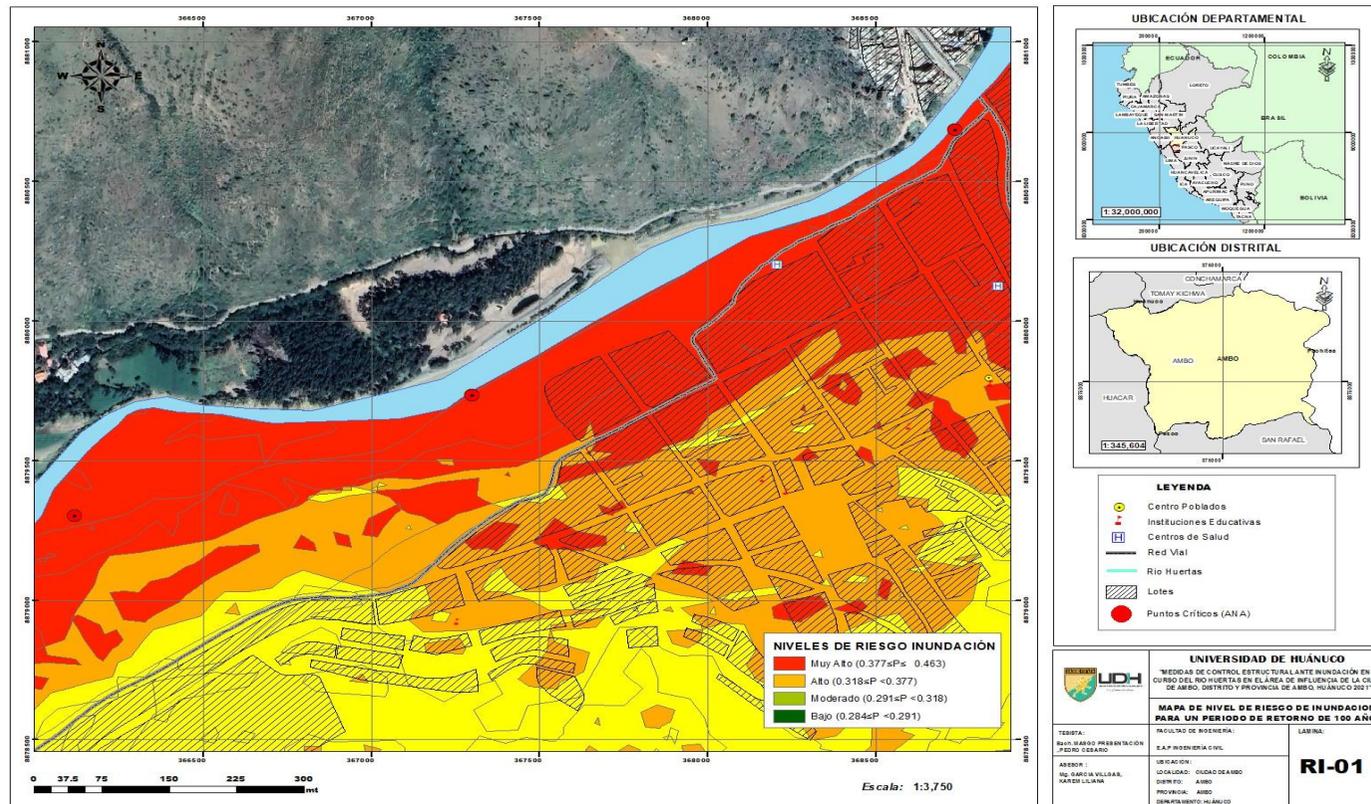
Resultado del nivel de riesgo de inundación para el periodo de retorno 50 años en el curso del rio Huácar



Nota. Expresa el resultado del nivel de inundación en el curso del rio Huacar, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021, donde se obtuvo un nivel de inundación alto al que se encuentra expuesto la ciudad de Ambo elaborado en el programa ArcGis 10.3.

Figura 29

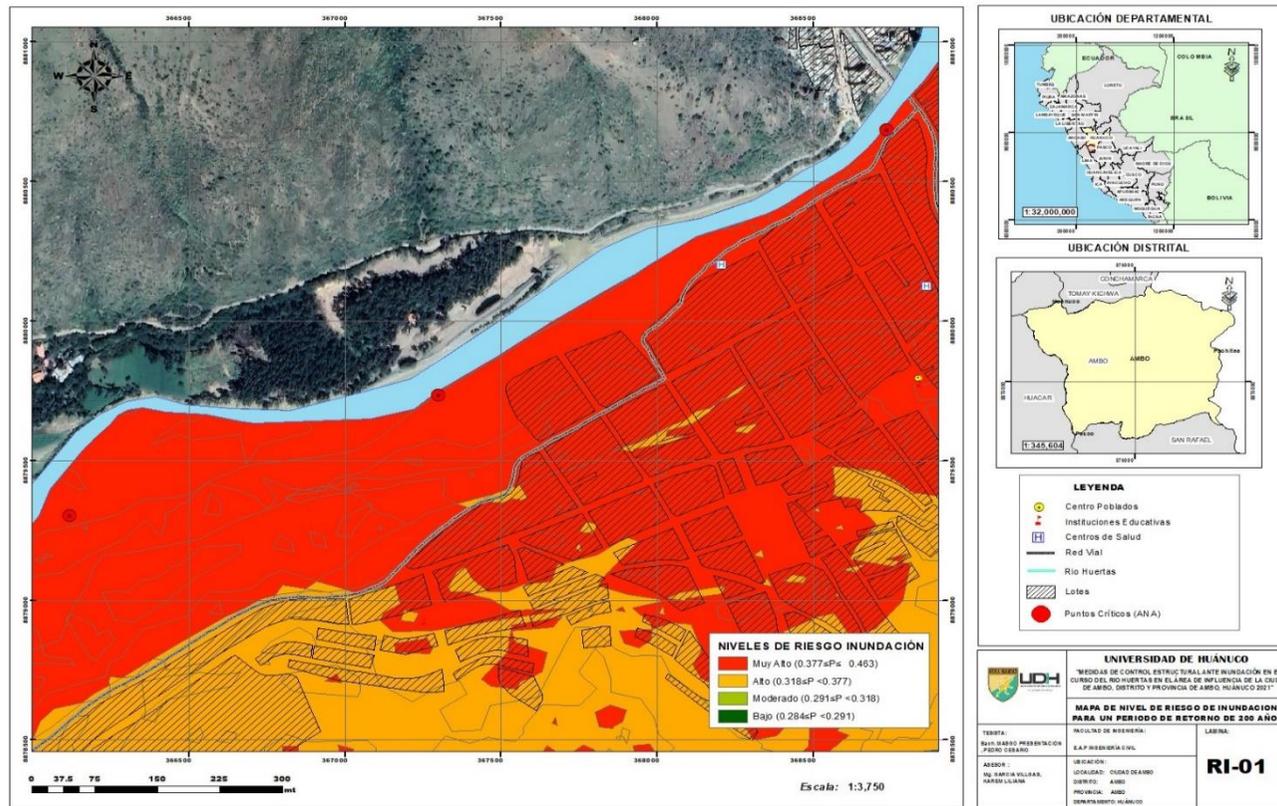
Resultado del nivel de riesgo de inundación para el periodo de retorno 100 años en el curso del río Huácar



Nota. Expresa el resultado del nivel de inundación en el curso del río Huácar, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021, donde se obtuvo un nivel de inundación alto al que se encuentra expuesto la ciudad de Ambo elaborado en el programa ArcGis 10.3.

Figura 30

Resultado del nivel de riesgo de inundación para el periodo de retorno 200 años en el curso del río Huácar



Nota. Expresa el resultado del nivel de inundación en el curso del río Huácar, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021, donde se obtuvo un nivel de inundación alto al que se encuentra expuesta la ciudad de Ambo elaborado en el programa ArcGis 10.3.

4.1.5. ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE MEDIDAS DE CONTROL ESTRUCTURAL PROTEGE DE INUNDACIONES EN EL CURSO DEL RIO HUÁCAR

Para controlar los efectos de la erosión en la ribera e inundación en el margen derecho del río Huácar, se propone la ejecución “LIMPIEZA, DESCOLMATACIÓN Y CONFORMACIÓN DE DIQUE CON ENROCADO DE LA MARGEN DERECHO DEL RIO HUACAR, EN LA CIUDAD DE AMBO, DISTRITO Y PROVINCIA DE AMBO, DEPARTAMENTO HUÁNUCO”, está llevando a cabo la construcción de estructuras de protección con escollera. Es por eso que se propone la construcción de estructuras de defensa de escollera en la margen derecha a la distancia de 570.43 m de la ciudad de Ambo, a continuación, se detalla:

I. UBICACIÓN DE LA INTERVENCIÓN:

Ubicación Política:

Departamento : Huánuco

Provincia : Ambo

Distrito : Ambo

Localidad : Ciudad de Ambo

Ubicación Geográfica

Coordenadas UTM de la localidad de Ambo.

ESTE : 366,942.315 m

NORTE : 8,879,831.004 m

ALTITUD : 2,060.00 msnm

Coordenadas UTM de la zona de intervención:

El área en estudio está comprendida entre las siguientes coordenadas

UTM:

Tabla 15

Coordenadas de la limpieza, descolmatación y conformación de dique con enrocado de la margen izquierda del río Huácar

Tramo		Longitud	Este	Norte	
Tramo 01	Inicio	0.00	570.43 ml	366,942.315	8,879,831.004
	Final	00. 570		367,458.841	8,880,040.430

Nota. Tramo para la intervención.

II. BREVE DESCRIPCION DE LA INTERVENCIÓN:

En el sector Ambo del distrito y provincia de Ambo en la provincia Huánuco de departamento de Huánuco, según información recolectada la plataforma SIGRID, cuenta con registro de información puntos críticos, en función a la información recopilada de campo y descrita por los factores condicionantes y desencadenantes, se estima de manera cualitativa el nivel de riesgo es alto y muy alto a inundaciones en el área de estudio, para lo cual urge la necesidad de medidas de mitigación del riesgo.

La zona de intervención cuenta con 0+570 km de distancia desde la progresiva 0+000 hasta 0+570, en cuyo recorrido se ha identificado que afecta a 50 Habitantes, 150 viviendas, a la actividad económica de agricultura y los servicios básicos: agua potable, desagüe, energía eléctrica, telefónica y gas desde la progresiva (E: 366,942.315, N: 8,879,831.004) hasta 0+570 km (E: 367,458.841, N: 8,880,040.430). El río Huácar en este sector, afecta el margen derecho donde se ha desbordado hacia la zona urbana del Sector de la ciudad de Ambo afectando e inundando viviendas, calles, y otras unidades productoras de servicios.

Este suceso de la naturaleza ha generado tramos expuestos peligro inminente, poniendo en riesgo los bienes y servicios como: viviendas, postes de luz, vías vecinales, comercio, servicios de agua potable, agricultura y desagüe por el incremento y desborde del río Huácar en el margen derecho.

Actualmente el margen izquierdo del río Huallaga, se encuentra colmatado por material de arrastre debido a la crecida del río, lo que motivó el desborde e inundaciones y necesita de manera urgente los trabajos de limpieza, descolmatación y protección con dique, por lo que la altura promedio colmatado con material del río, donde estos materiales impiden su paso normal del río ocasionando desbordes hacia el sector.

III. OBRAS PROVISIONALES

MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA PESADA

(1) MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EXCAVADORA S/ORUGAS 210HP 1.7-2.1M3

Consiste en la movilización y desmovilización de la maquinaria pesada en camión CAMA BAJA 6 X 4, 330HP DE 40 TON cuya maquinaria es una (01) EXCAVADORA S/ORUGAS 210HP 1.7-2.1 M3, desde la provincia de Ambo hasta la zona de la intervención de la actividad de emergencia ubicada en la ciudad de Ambo recorriendo una distancia aproximada de 0.8 km en carretera asfaltada al 100% de total desde Ambo hasta el sector de la intervención se recorre una distancia de 0.8 km. El tiempo de recorrido de cama baja es de 1.02 horas ida y vuelta aproximadamente.

MOVIMIENTO DE TIERRAS

LIMPIEZA Y DESCOLMATACIÓN DEL CAUSE

Actividad que consiste en la limpieza y descolmatación de material de sedimentos del cauce del río, para la recuperación del ancho estable de 11 metros del río Huácar.

Esta actividad se realizará con 01 EXCAVADORA S/ORUGAS 210HP 1.7-2.1M3.

La descolmatación se realizará en el margen izquierdo del río Huallaga desde la progresiva 0+000 km (E: 366,942.315, N: 8,879,831.004) hasta 0+570 km (E: 367,458.841, N: 8,880,040.430) en 0.570 km de longitud.

PROTECCION CON DIQUE DE PROTECCIÓN

Actividad que consiste en conformar diques secos, según detalle de planos de secciones adjuntadas. se realizará en el margen derecho del río Huacar desde la progresiva 0+000 km (E: 366,942.315, N: 8,879,831.004) hasta 0+570 km (E: 367,458.841, N: 8,880,040.430) en 0.570 km de longitud, empleando (01) EXCAVADORA S/ORUGAS 210HP 1.7-2.1M3. Se realizará empleando (01) EXCAVADORA S/ORUGAS 210HP 1.7-2.1M3.

ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE

descolmatación y conformación de dique con material propio sobre el margen derecho del río Huácar hacia el botadero, esta actividad se realizará con (01) EXCAVADORA S/ORUGAS 210HP 1.7-2.1M3. y (03) CAMIÓN VOLQUETE 6x4 400-450HP 15M3.

IV. METAS FÍSICAS A EJECUTAR.

A continuación, se detallan las metas físicas a ejecutar en la siguiente actividad de emergencia:

Metas físicas:

1.1. Obras provisionales

1.1.1. Movilización y desmovilización maquinaria pesada 0.8 km

-

1.2. Movimiento De Tierras

1.2.1. Limpieza Y Descolmatación de Cause De Río 0.570 km

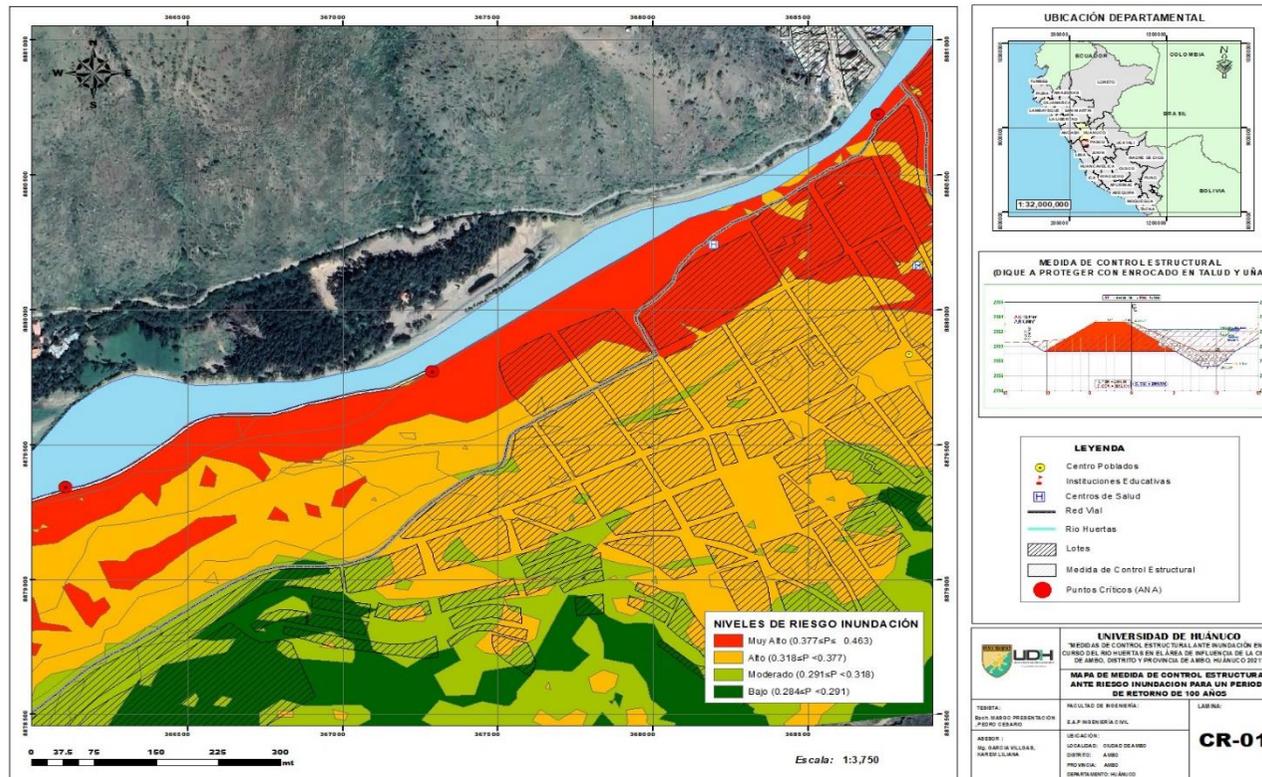
1.2.2. Conformación De dique con Material propio 0.570 km

1.2.3. Eliminación de material excedente 0.570 km

Para la modelación de las medidas de control estructural se realizó mediante del programa HEC - RAS Ve6.5 para un periodo de retorno de 100 años, ejecutando en un espacio unidimensional y bidimensional la técnica del paso estándar en cada uno de las secciones transversales propuestos. Se analizó un flujo Supercrítico, con condiciones de superficies de aguas arriba y aguas abajo, con pendientes de 0.60 %, en los anexos se adjunta planos.

Figura 31

Resultado de la protección de la medida de control estructural ante inundaciones



Nota. El mapa representa el resultado de la protección de la medida de control estructural ante inundaciones en el curso del río Huácar, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021, donde se observa la medida de control ante inundaciones, obtenido un resultado favorable, procesado en HecRAS - ArcGis 10.3.

Tabla 16

Resultados modelación de inundaciones a través de programa HEC-RAS, para el control de inundaciones en el curso del río Huácar

N°	T(años)	P(mm)	Protección ante inundaciones
1	2	17.6301394	Si
2	5	24.6251791	Si
3	10	29.256504	Si
4	20	33.698982	Si
5	25	35.1081952	Si
6	50	39.4493141	Si
7	100	43.7583789	Si
8	200	48.0517205	No
9	500	53.7159697	No

Nota. Expresa los resultados modelación de inundaciones a través de programa HEC-RAS, para el control de inundaciones en el curso del río Huácar a través de medidas de control estructural a diferentes Periodos de retorno usando una distribución Gumbel para precipitaciones Máximas Instantáneas anuales 1965 -1984, del análisis de la protección ante inundaciones en el curso del río Huácar, se determinó que la propuesta protege ante inundaciones para periodos de retorno de 2,5,10,20,25,50 y 100 años.

4.2. CONTRASTE O PRUEBA DE HIPOTESIS

Para el contraste y/o prueba de hipótesis de las variables: dependiente (Inundaciones) y variable independiente (Medidas de control estructural), se calculó primero el ensayo de normalidad de Shapiro Wils, la cual ayudo a hallar este ajuste de bondad de distribución normal de la muestra, para posterior contraste con la prueba de análisis de varianza para comparar múltiples medias ANOVA, que es un enunciado estadístico utilizado en la comparación de varianza de medida (promedio) de distinto grupo. (Carrasco, 2017)

Tabla 17

Decisión estadística de los resultados de la Prueba de normalidad de Shapiro Wilk

Muestra	10
Grado de libertad	9
Significancia (bilateral)	0.200

Nota. Resultados procesados en el programa SPSS Versión 26 a partir de los resultados de la modelación de inundaciones en el curso del río Huácar a diferentes periodos de retorno 2,5,10,20,25,50,100, 200 y 500 años en el área de influencia de la ciudad de Ambo, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021; donde se obtuvo un valor de Shapiro Wilk mayor a 0.05, el cual determina que los resultados tienen una distribución normal, a partir de la normalidad se calcular la prueba de hipótesis de ANOVA.

4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

Ha: Las medidas de control estructural protegen ante inundaciones en el curso del río Huácar de la ciudad de Ambo

Ho. Las medidas de control estructural no protegen ante inundaciones en el curso del río Huácar de la ciudad de Ambo

La tesis usó la metodología ANOVA (Análisis multifactorial de variables) con el fin de obtener un nivel de significación del 0.05.

Tabla 18

Prueba ANOVA para las medidas de control estructural protegen ante inundaciones en el curso del río Huácar perteneciente al área de influencia de la ciudad de Ambo

Variable	ANOVA	
	F	Significancia
Modelación medidas de control estructural	43.96	0,035

Nota. muestra los resultados de la aplicación de la Prueba ANOVA para las medidas de control estructural protegen ante inundaciones en el curso del río Huácar de la ciudad de Ambo, donde obtuvo un valor “p” es 0.035; por tanto se entiende que, “p” < 0.05, y, resultando, existencia de diferencias importantes entre la modelación de las medidas de control estructural ante inundaciones a diferentes periodos de retornos en el curso del río Huácar perteneciente al AI de Ambo; por tal podemos inferir que la medida de control estructural protege de inundaciones para un periodo de retorno de 100 años en el curso del río Huácar perteneciente a la ciudad de Ambo, los datos fueron procesados en el paquete estadístico IBM SPSS V – 25.

Ha1 El programa HEC-RAS prueba un nivel alto de inundación en el curso del río Huácar, distrito y provincia de ambo, Huánuco 2021.

Ho: El programa HEC-RAS prueba un nivel bajo de inundación en el curso del río Huácar, distrito y provincia de ambo, Huánuco 2021.

Del análisis de los niveles de inundaciones en el curso del río Huácar, distrito y provincia de ambo, Huánuco 2021, se obtuvo un nivel de inundación alto al que se encuentra expuesto la ciudad de Ambo, ver figura 19.

Ha2: El programa HEC-RAS comprueba la protección de la estructura de defensa de escollera en la margen derecha del río Huácar, en la ciudad de Ambo.

Ho: El programa HEC-RAS comprueba la protección de la estructura de defensa de escollera en la margen derecha del río Huácar, en la ciudad de Ambo.

Del análisis de la protección ante inundaciones en el curso del río Huácar, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021, a través de

medidas de control estructural, se determinó que la propuesta protege ante inundaciones para un periodo de retorno de 100 años, ver figura 21.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el objetivo establecer las medidas de control estructural ante inundaciones en el curso del Rio Huácar de la ciudad de Ambo, 2021.

Se obtuvo que, existe un riesgo alto en la ciudad de Ambo para un periodo de retorno 100 años se alcanzó un caudal de 303.4 m³/s, tal como explica Figueredo y De Amicis (2016) en su tesis "*Mapeo de la vulnerabilidad social a los peligros naturales en Italia: una herramienta adecuada para las estrategias de mitigación de riesgos*", en su análisis al igual que la investigación realizada identifico comunidades con mayor probabilidad de Si las personas se ven afectadas negativamente por desastres naturales como inundaciones, esto puede ayudar a mejorar las estrategias de mitigación de riesgos y diseñar políticas de riesgo individualizadas. Luego realizamos un análisis de conglomerados de esa variación espacial en un espacio geográfico, por su parte Espire y Flores (2019) en su tesis "*Evaluación de riesgo y análisis de la vulnerabilidad ante amenazas de inundación en el centro poblado Huanchaquito bajo, distrito de Virú, provincia de Virú, 2018*", nos muestra que aplicación de herramientas tecnológicas He-Ras permite modelar las inundaciones a diferentes periodos de retorno, esto en similitud con la investigación logro identificar áreas con nivel alto de riesgo, así también Pérez (2017) "*Evaluación del proceso de urbanización y sus efectos en el riesgo por inundaciones en la ciudad de Huancayo 2016*", en la cual analizo zonas urbanizas él tiene implicancias en la exposición a las poblaciones y sus medio de vida a fenómenos de inundaciones.

En relación al objeto específico 1: Determinar los niveles de inundación mediante el programa HEC-RAS, en el curso del Rio Huácar perteneciente al área de influencia de la ciudad de Ambo, se determinó que el nivel de inundación es alto, por su parte Ortolano & Shepherd, (1995) nos señala que para la toma de desiciones es necesario llevar un procesos sistemático y racional para establecer la mejor alternativa, en basa en un análisis de niveles de inundaciones mediante modelos físicos para interpretar la realidad como es el caso del programa HEC-RAS, asi también Espire y Flores (2019) en la

investigación *“Evaluación de riesgo y análisis de la vulnerabilidad ante amenazas de inundación en el centro poblado Huanchaquito bajo, distrito de Virú, provincia de Virú, 2018”*, determino el nivel de inundaciones a través del programa HEC-RAS que modelo y analiza hidráulicamente los caudales a máximas avenidas a diferentes periodos de retorno, arrojando la propagación de flujo en las zonas de probable inundación es alta.

Objeto específico 2: Probar el nivel de protección de la medida de control estructural en inundaciones mediante el programa HEC-RAS, en el curso del Río Huácar de la ciudad de Ambo. Propuso un esqueleto de protector enrocado, para disminuir la consecuencia de erosiones en ambos lados del río Huácar, fue donde se planteó la construcción de la defensa ribereña enrocado al margen izquierdo a una distancia de 570 m, ubicados en la ciudad de Ambo, Bedoya y López (2015) en su tesis *“Modelo para el Control de Inundaciones durante el Fenómeno De “La Niña” Utilizando un Embalse Hidroeléctrico”*, expone que el modelo probado en un espacio geográfico real garantiza el control de inundaciones.

CONCLUSIONES

- De los objetivos específicos

De los niveles de inundaciones en el curso del río Huacar, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021, de la caracterización del área de influencia e geomorfología se obtuvo que la cuenca es pequeña, con cota mínima 2025 – máxima 3985 (msnm), con respuesta gradual a fuertes precipitaciones, con mayor tendencia que probabilidad de avenidas extraordinarias de gran magnitud, con orden 4 de drenaje, con tiempo de concentración de 2.43 horas, con ajuste de bondad de Gumbel se obtuvo un caudal 303.4 m³/s, del análisis de inundaciones, se obtuvo un nivel de inundación alto al que se encuentra expuesto la ciudad de Ambo.

Del análisis de la protección ante inundaciones en el curso del río Huacar, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021, a través de medidas de control estructural, se propone la construcción de una defensa ribereña con enrocado en el margen derecho a una distancia de 4 m, al realizar su contraste y moderación con el programa HecRas y ArcGis 10.3, se determinó que la propuesta protege ante inundaciones para un periodo de retorno de 100 años

- Del objetivo general: se puede inferir que la medida de control estructural propuesta puede proteger de inundaciones para un periodo de retorno de 2,5,10,25,50 y 100 años en el curso del río de la ciudad de Ambo

RECOMENDACIONES

- Para acciones de prevención de desastres naturales de inundaciones, se debe tener en cuenta la caracterización del área de influencia, las características geomorfológicas, en especial atención en tipo cuenca, las cotas mínimas – máximas (msnm), la respuesta de la cuenca ante fuertes precipitaciones, el orden 4 de drenaje, tiempo de concentración, con ajuste de bondad de Gumbel a periodos de retorno e análisis de inundaciones en programas de geoprocésamiento como HecHMS, HecRAS Y ArcGIS.
- Para establecer las medidas de control estructural, se propone tener en consideración las secciones típicas de dique con enrocado en talud y uña, así también realizar modelación de las estructuras propuestas ante diferentes periodos de retorno de inundaciones en los cursos de agua.
- Se realicen trabajos de limpieza y descolmatación en los lugares críticos lo largo del río Huacar, para asegurar su adecuado funcionamiento en todo momento de las medidas de control estructural propuestas

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Prevalia, S, *Riesgos Ergonómicos y Medidas Preventivas en las Empresas Lideradas por Jóvenes Empresarios*.
- Bladé Castellet, E & Corestein, G. (2014). Modelización numérica de inundaciones fluviales. *Ingenieria del agua*, pág. 71-82.
- CENEPRED. (2014). *Manual para la Evaluacion de Riesgos originados por Fenomenos Naturales* (segunda edición ed.). Lima, Peru: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.
- Chen, J., Hill, A., & Urbano, L. (2009). A GIS-based model for urban flood inundation. *Journal of Hydrology*, pág.184-192.
- Congreso de la Republica del Perú. (2011). Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD). Lima, Lima, Perú: El Peruano.
- Connor, R., & Hiroki, K. (2005). Development of a method for assessing flood vulnerability. *Water science and technology*, pág. 61-67.
- Cunge, J. A., & Knight, D. W. (2014). River hydraulics-a view from midstream. *Journal of hydraulic research*, pág.137-138.
- Delgado Parra, A. (2016). *Modelización 1D, 1D/2D y 2D de la inundabilidad en el meandro de Sant Boi de Llobregat mediante la nueva aplicación HEC-RAS 5.0*. Universitat Politecnica de Catalunya.
- Escuder, I., Matheu, E., & Castillo, J. (2010). Análisis y evaluación de riesgos de inundación: estimación del. *Jornada CICC PV, Universidad Politecnica de Valencia*.
- Gabor, T., & Griffith, T. (1980). The assessment of community vulnerability to acute hazardous materials incidents. *Journal of Hazardous Materials*, pág. 323-333.

- Hsu, M., Chen, S., & Chang, T. (2000). Inundation simulation for urban drainage basin with storm sewer system. *Journal of Hydrology*, *pág.* 21-37.
- Huang, Q, et al., (2017). Modeling the influence of urbanization on urban pluvial flooding: a scenario-based case study in Shanghai, China. *Natural Hazards*, *pág.* 1035-1055.
- IPCC. (2001). *The scientific basis*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- ISDR. (2004). *Living with floods: UN guidelines offer decision-makers hope to reduce flood losses*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Obtenido de <https://www.undrr.org/news/living-floods-un-guidelines-offer-decision-makers-hope-reduce-flood-losses>
- Islam, M., & Sado, K. (2002). Development priority map for flood countermeasures by remote sensing data with geographic information system. *Journal of hydrologic engineering*, *pág.* 346-355.
- Jin, Y., et al., (2018). Numerical modeling of pile penetration in silica sands considering the effect of grain breakage. *Finite Elements in Analysis and Design*, *pág.* 144.
- Jonkman, S., & Vrijling, J. (2008). Loss of life due to floods. *Journal of Flood Risk Management*, 43-56.
- Kabenge, M., et al., (2017). Characterizing flood hazard risk in data-scarce areas, using a remote sensing and GIS-based flood hazard index. *Natural hazards*, *pág.* 1369-1387.
- Lawrence, D. (2000). Planning theories and environmental impact assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, *pág.* 607-625.
- Lewis, J. (1999). *Development in disaster-prone places: Studies of vulnerability*. ITDG Publishing.
- Lopez, J. (2005). Estrategias de mitigación y control de inundaciones y aludes torrenciales en el Estado Vargas y en el Valle de Caracas:

- situación actual y perspectivas futuras. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, pág. 20.
- Lyn, H., et al., (2019). Perspectives for flood risk assessment and management for mega-city metro system. *Tunnelling and Underground Space Technology*, pág. 31-44.
- Nott, J. (2006). *Extreme events: a physical reconstruction and risk assessment*. Cambridge University Press.
- Nuñez, S. (2011). *Peligro de erosión e inundación fluvial en el sector de Ambo. Distrito de Ambo, provincia Ambo-región Huánuco*. Instituto Geológico, Minero y Metalpúrgico-INGEMMET.
- ONU. (2015). *Population Division (2015) World urbanization prospects: the 2014 revision*. UN Department of Economic and Social Affairs, New York.
- Ortolano, L., & Shepherd, A. (1995). Environmental impact assessment: challenges and opportunities. *Impact assessment*, pág. 3-30.
- Pant, R., et al., (2018). Critical infrastructure impact assessment due to flood exposure. *Journal of Flood Risk Management*, pág. 22-33.
- Petit, A., et al., (2017). Floods and consequential life cycle assessment: Integrating flood damage into the environmental assessment of stormwater Best Management Practices. *Journal of cleaner production*, pág. 162.
- Prevalia, S. (2014). *Riesgos Ergonómicos y Medidas Preventivas en las Empresas Lideradas por Jóvenes Empresarios*.
- Quan, R. (2014). Risk assessment of flood disaster in Shanghai based on spatial--temporal characteristics analysis from 251 to 2000. *Environmental earth sciences*, pág. 4627-4638.
- R. Young, K., & León, B. (2009). Natural hazards in Peru: causation and vulnerability. *Developments in Earth Surface Processes*, pág. 13.

- Sayers, P., Hall, J., Dawson, R., & Rosu, C. (2011). Risk assessment of flood and coastal defences for strategic planning (RASP)--a High Level Methodology.
- Smith, K. (2013). *Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster*. Routledge.
- Tourment, R., Beullac, B., & Poulain, D. (2017). Structures for Flood. En *In Floods*, pág. 193-208.
- US Army Corps of Engineers. (2009). *HEC-GeoRAS: GIS Tools for Support of HEC-RAS using ArcGIS*. Hydrologic Engineering Center.
- Wang, T., & Lee, H. (2009). Developing a fuzzy TOPSIS approach based on subjective weights and objective weights. *Expert systems with applications*, pág. 36.
- Willems, P. (2013). Revision of urban drainage design rules after assessment of climate change impacts on precipitation extremes at Uccle, Belgium. *Journal of Hydrology*, pág. 496.
- Xiao, Y., & Tang, Z. (2017). Integrated flood hazard assessment based on spatial ordered weighted averaging method considering spatial heterogeneity of risk preference. *Science of the Total Environment*, pág. 599.
- Zhu, F., et al., (2016). A multi-criteria decision-making model dealing with correlation among criteria for reservoir flood control operation. *Journal of Hydroinformatics*, pág. 531-543.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Masgo Presentación, P. (2024). *Medidas de control estructural ante inundación en el curso del río Huacar, distrito y provincia de Ambo, Huánuco 2021* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

<p>PE2: ¿Cuál es nivel de protección de la estructura de defensa de escollera en la margen izquierdo del rio Huácar, en la ciudad de Ambo?</p>	<p>OE2. Probar el nivel de protección de la estructura de defensa de escollera en la margen izquierdo del rio Huácar, en la ciudad de Ambo.</p>	<p>Ha2: El programa HEC-RAS comprueba la protección de la estructura de defensa de escollera en la margen derecha del rio Huácar, en la ciudad de Ambo</p>	<p>Variable dependiente Medidas de control estructural</p>	<p>Estructura de defensa de escollera en la margen derecha del rio Huácar Limpieza y descolmatación del cauce. Conformación de dique con material propio. Perfilado y refine del talud del dique. Protección con enrocado</p>	<p>Fase IV: Se estableció un escenario de inundación. Fase V: Modelación se usó el programa HEC-RAS 6.5 Análisis inferencial de ANOVA.</p>
---	--	---	---	--	---

ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 728-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 05 de abril de 2022

Visto, el Oficio N° 416-2022-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente S/N, del Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACION**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

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

Que, según el Expediente S/N, presentado por el (la) Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACION**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), y;

Que, con Resolución N° 908-2019-D-FI-UDH, de fecha 28 de agosto de 2019, en la cual se designa como Asesor de Tesis del Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACION** al Ing. Percy Mello Dávila Herrera; el mismo que no cuenta con el grado de maestro y que para el Registro Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI, es requisito que el asesor cuente con dicho grado, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

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

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DEJAR SIN EFECTO, la Resolución N° 908-2019-D-FI-UDH, de fecha 28 de agosto de 2019.

Artículo Segundo.- DESIGNAR, como nuevo Asesor de Tesis del Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACION** al Mg. Joel Luis Guarniz Flores, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Tercero.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá reiniciar el trámite.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Ing. Ethel Jhevaní Manzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:
Fac. de Ingeniería – PAIC – Asesor – Mat. y Reg.Acad. – Interesado – Archivo.
BCR/EJML/nto

ANEXO 3

RESOLUCIÓN DE CAMBIO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 728-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 05 de abril de 2022

Visto, el Oficio N° 416-2022-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente S/N, del Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACION**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

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

Que, según el Expediente S/N, presentado por el (la) Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACION**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), y;

Que, con Resolución N° 908-2019-D-FI-UDH, de fecha 28 de agosto de 2019, en la cual se designa como Asesor de Tesis del Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACION** al Ing. Percy Mello Dávila Herrera; el mismo que no cuenta con el grado de maestro y que para el Registro Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI, es requisito que el asesor cuente con dicho grado, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

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

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DEJAR SIN EFECTO, la Resolución N° 908-2019-D-FI-UDH, de fecha 28 de agosto de 2019.

Artículo Segundo.- DESIGNAR, como nuevo Asesor de Tesis del Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACION** al Mg. Joel Luis Guarniz Flores, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Tercero.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá reiniciar el trámite.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:
Fac. de Ingeniería - PAIC- Asesor- Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.
EGR/EJML/nto

ANEXO 4

RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE JURADOS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 2935-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 06 de diciembre de 2023

Visto, el Oficio N° 1908-2023-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 451796-0000010040, del Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACION**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

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

Que, según el Expediente N° 451796-0000010040, presentado por el (la) Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACION**, quién solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), y;

Que, con Resolución N° 728-2022-D-FI-UDH, de fecha 05 de abril de 2022, en la cual se designa como Asesor de Tesis del Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACION** al Mg. Joel Luis Guarniz Flores, quien no tiene vínculo laboral con esta universidad, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

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

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DEJAR SIN EFECTO, la Resolución N° 728-2022-D-FI-UDH, de fecha 05 de abril de 2022.

Artículo Segundo.- DESIGNAR, como nuevo Asesor de Tesis del Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACION** a la Mg. Karem Liliana Garcia Villegas, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

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

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:
Fac. de Ingeniería - PAIC- Asesor- Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/ntu

ANEXO 5

RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE JURADOS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1402-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 19 de julio de 2022

Visto, el Of. N° 913-2022-C-PAIC-FI-UDH y el Exp. N° 356449-0000005207 presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil, quien informa que el (la) Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACIÓN**, solicita Revisión del informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: **"MEDIDAS DE CONTROL ESTRUCTURAL ANTE INUNDACIÓN EN EL CURSO DEL RIO HUACAR PERTENECIENTE AL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CIUDAD DE AMBO, DISTRITO Y PROVINCIA DE AMBO, HUÁNUCO 2021"**.

CONSIDERANDO:

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

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

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

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- NOMBRAR, al Jurado Revisor que evaluará el informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: **"MEDIDAS DE CONTROL ESTRUCTURAL ANTE INUNDACIÓN EN EL CURSO DEL RIO HUACAR PERTENECIENTE AL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CIUDAD DE AMBO, DISTRITO Y PROVINCIA DE AMBO, HUÁNUCO 2021"**, presentado por el (la) Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACIÓN**, del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, conformado por los siguientes docentes:

- | | |
|--|------------|
| ➤ Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas | PRESIDENTE |
| ➤ Mg. Lili Tatiana Boyanovich Ordoñez | SECRETARIO |
| ➤ Ing. Fernando Freddy Portocarrero Durand | VOCAL |

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

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVESE,



Distribución:
C PAIC -Mat. y Reg. Acad.- Interesado- Jurado (03)- Archivo
BCR/EJML/nt.o.

ANEXO 6

RESOLUCIÓN DE DESIGNACIÓN DE JURADOS

UNIVERSIDAD DE HUANUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 956-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 28 de abril de 2023

Visto, el Oficio N° 668-2023-C-PAIC-FI-UDH, presentado por el Coordinador de la del Programa Académico de Ingeniería Civil, quien solicita sustitución de uno de los Jurados Revisores (Secretario) del Informe Final de Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: **"MEDIDAS DE CONTROL ESTRUCTURAL ANTE INUNDACIÓN EN EL CURSO DEL RIO HUACAR PERTENECIENTE AL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CIUDAD DE AMBO, DISTRITO Y PROVINCIA DE AMBO, HUÁNUCO 2021"**, presentado por el (la) Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

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

Que, con Resolución N° 1402-2022-D-FI-UDH se nombró a los Miembros de Jurados Revisores que evaluarán el Informe Final del Trabajo de Investigación (Tesis) antes mencionado, conformados por el siguiente docente: Ing. Fernando Freddy Portocarrero Durand (Vocal), quien a la fecha no tiene vínculo laboral con esta universidad; y,

Que, para tal efecto es necesario nombrar al jurado Revisor y/o evaluador, compuesta por tres miembros docentes de la Especialidad, por lo que, en reemplazo de Ing. Fernando Freddy Portocarrero Durand, se designa al Mg. Reynaldo Favio Suarez Landauro, y;

Estando a las atribuciones conferidas a la Decana (e) de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DEJAR SIN EFECTO, la Resolución N° 1402-2022-D-FI-UDH de fecha 19 de julio de 2022, en todas sus partes.

Artículo Segundo. - NOMBRAR, al Jurado Revisor que evaluará el informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: **"MEDIDAS DE CONTROL ESTRUCTURAL ANTE INUNDACIÓN EN EL CURSO DEL RIO HUACAR PERTENECIENTE AL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CIUDAD DE AMBO, DISTRITO Y PROVINCIA DE AMBO, HUÁNUCO 2021"**, presentado por el (la) Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACIÓN**, del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, conformado por los siguientes docentes:

- Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas PRESIDENTE
- Mg. Lili Tatiana Boyanovich Ordoñez SECRETARIO
- Mg. Reynaldo Favio Suarez Landauro VOCAL

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

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVASE.



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
Ing. Ethel Johana Manzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
DECANO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

ANEXO 7

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 1093-2021-D-FI-UDH

Huánuco, 08 de Setiembre de 2021

Visto, el Oficio N° 692-2021-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado: "MEDIDAS DE CONTROL ESTRUCTURAL ANTE INUNDACIÓN EN EL CURSO DEL RIO HUACAR PERTENECIENTE AL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CIUDAD DE AMBO, DISTRITO Y PROVINCIA DE AMBO, HUÁNUCO 2021" presentado por el (la) Bach. **Pedro Cesario, MASGO PRESENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

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

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

Que, mediante Resolución N° 908-2019-D-FI-UDH, de fecha 28 de agosto de 2019, perteneciente al Bach. **Pedro Cesario, MASGO PRESENTACIÓN** se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Ing. Percy Mello Dávila Herrera, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 692-2021-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "MEDIDAS DE CONTROL ESTRUCTURAL ANTE INUNDACIÓN EN EL CURSO DEL RIO HUACAR PERTENECIENTE AL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CIUDAD DE AMBO, DISTRITO Y PROVINCIA DE AMBO, HUÁNUCO 2021" presentado por el (la) Bach. **Pedro Cesario, MASGO PRESENTACIÓN**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Lili Tatiana Boyanovich Ordoñez (Secretario) y Ing. Fernando Freddy Portocarrero Durand (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

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

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - **APROBAR**, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "MEDIDAS DE CONTROL ESTRUCTURAL ANTE INUNDACIÓN EN EL CURSO DEL RIO HUACAR PERTENECIENTE AL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CIUDAD DE AMBO, DISTRITO Y PROVINCIA DE AMBO, HUÁNUCO 2021" presentado por el (la) Bach. **Pedro Cesario, MASGO PRESENTACIÓN** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

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

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Johany Manzano Lozano
SECRETARÍA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

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

ANEXO 8

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 3152-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 20 de diciembre de 2023

Visto, el Oficio N° 3038-2023-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Informe Final de Trabajo de investigación (Tesis) intitulado: "MEDIDAS DE CONTROL ESTRUCTURAL ANTE INUNDACIÓN EN EL CURSO DEL RIO HUACAR PERTENECIENTE AL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CIUDAD DE AMBO, DISTRITO Y PROVINCIA DE AMBO, HUÁNUCO 2021.", presentado por el (la) Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACION**.

CONSIDERANDO:

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

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

Que, mediante Resolución N° 1093-2021-D-FI-UDH, de fecha 08 de diciembre de 2021, se aprobó el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución, del Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACION**, y;

Que, según Oficio N° 3038-2023-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Informe Final de Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "MEDIDAS DE CONTROL ESTRUCTURAL ANTE INUNDACIÓN EN EL CURSO DEL RIO HUACAR PERTENECIENTE AL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CIUDAD DE AMBO, DISTRITO Y PROVINCIA DE AMBO, HUÁNUCO 2021.", presentado por el (la) Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACION**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Lili Tatiana Boyanovich Ordoñez (Secretario) y Mg. Reynaldo Favio Suarez Landauro (Vocal), quienes declaran APTO para la Sustentación de su Tesis, y;

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

SE RESUELVE:

Artículo Único. - APROBAR, el Informe Final de Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "MEDIDAS DE CONTROL ESTRUCTURAL ANTE INUNDACIÓN EN EL CURSO DEL RIO HUACAR PERTENECIENTE AL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA CIUDAD DE AMBO, DISTRITO Y PROVINCIA DE AMBO, HUÁNUCO 2021.", presentado por el (la) Bach. **Pedro Cesario MASGO PRESENTACION**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Mg. Ethel Angeli Munzón Lozano
SECRETARÍA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Exp. Graduado - Interesado - Archivo,
DCI/EJML/tra.

ANEXO 9
GUÍA DE OBSERVACIÓN DE LA INUNDACIÓN EN EL CURSO
DEL RIO HUÁCAR



Título de la investigación

*“MEDIDAS DE CONTROL ESTRUCTURAL ANTE INUNDACIÓN EN EL
CURSO DEL RIO HUACAR PERTENECIENTE AL ÁREA DE INFLUENCIA
DE LA CIUDAD DE AMBO, DISTRITO Y PROVINCIA DE AMBO,
HUÁNUCO 2021”*

Indicaciones:

El presente La presente ha sido elaborada con la finalidad de obtener importantes datos para la elaboración de la investigación, el que será presentada al programa académico de ingeniería civil, de la facultad de Ingeniería, de la Universidad de Huánuco.

Se ruega tener en cuenta lo presente el llenado de ítems correspondientes. Desde ya le expresa los sentimientos de mi mayor gratitud y estima personal.

I.

II. Inundación en el curso del río Huácar

1.1. Características Generales Del Área De Influencia

A continuación, sírvase llenar lo siguiente:

- Departamento :
- Provincia :
- Distrito :
- Centro Poblado :
- Sur :
- Oeste :
- Altitud :
- Norte Y :
- Altitud : msnm
- Carta nacional :
- Hoja :
- Este X :

1.2. Geomorfología del Área de Influencia del curso del río Huácar.

Procesar las imágenes y topografía obtenido mediante vuelo no tripulado DRONE magic, en el programa Acmap – Qgis.

Figura 32

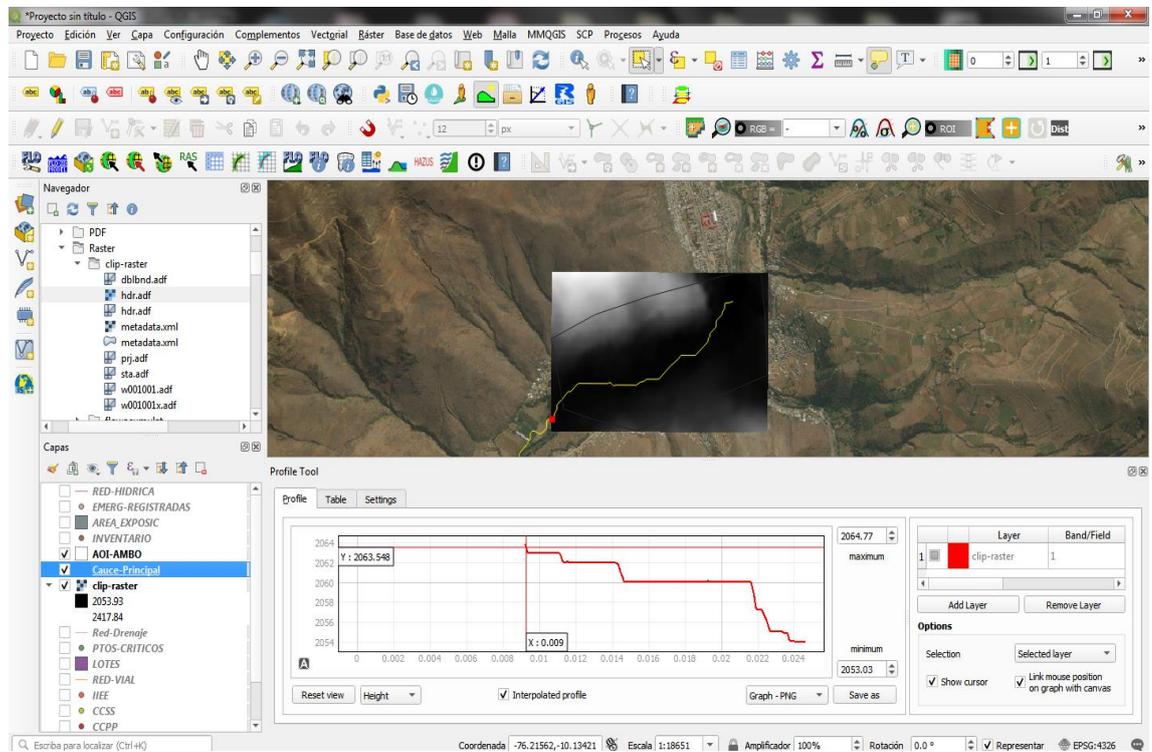
Imágenes y topografía del cauce del río Huácar

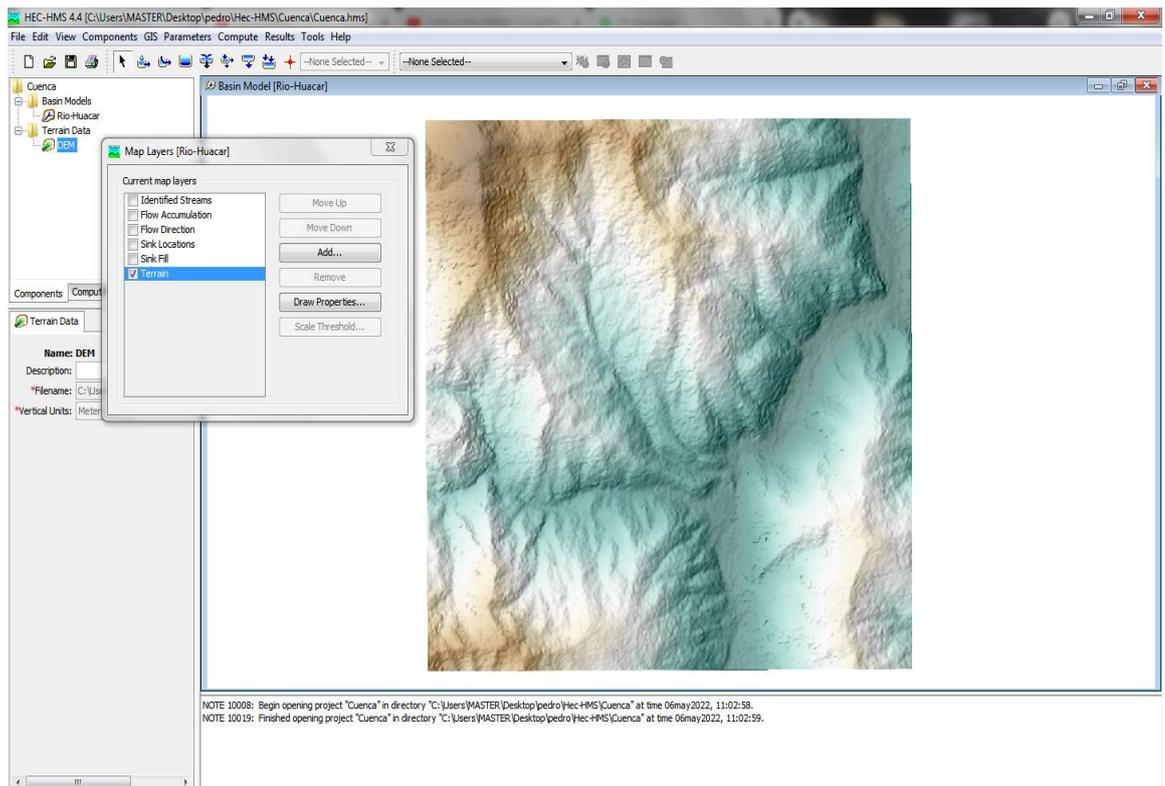




Figura 33

Geoprosesamiento topografía del cauce del río Huácar

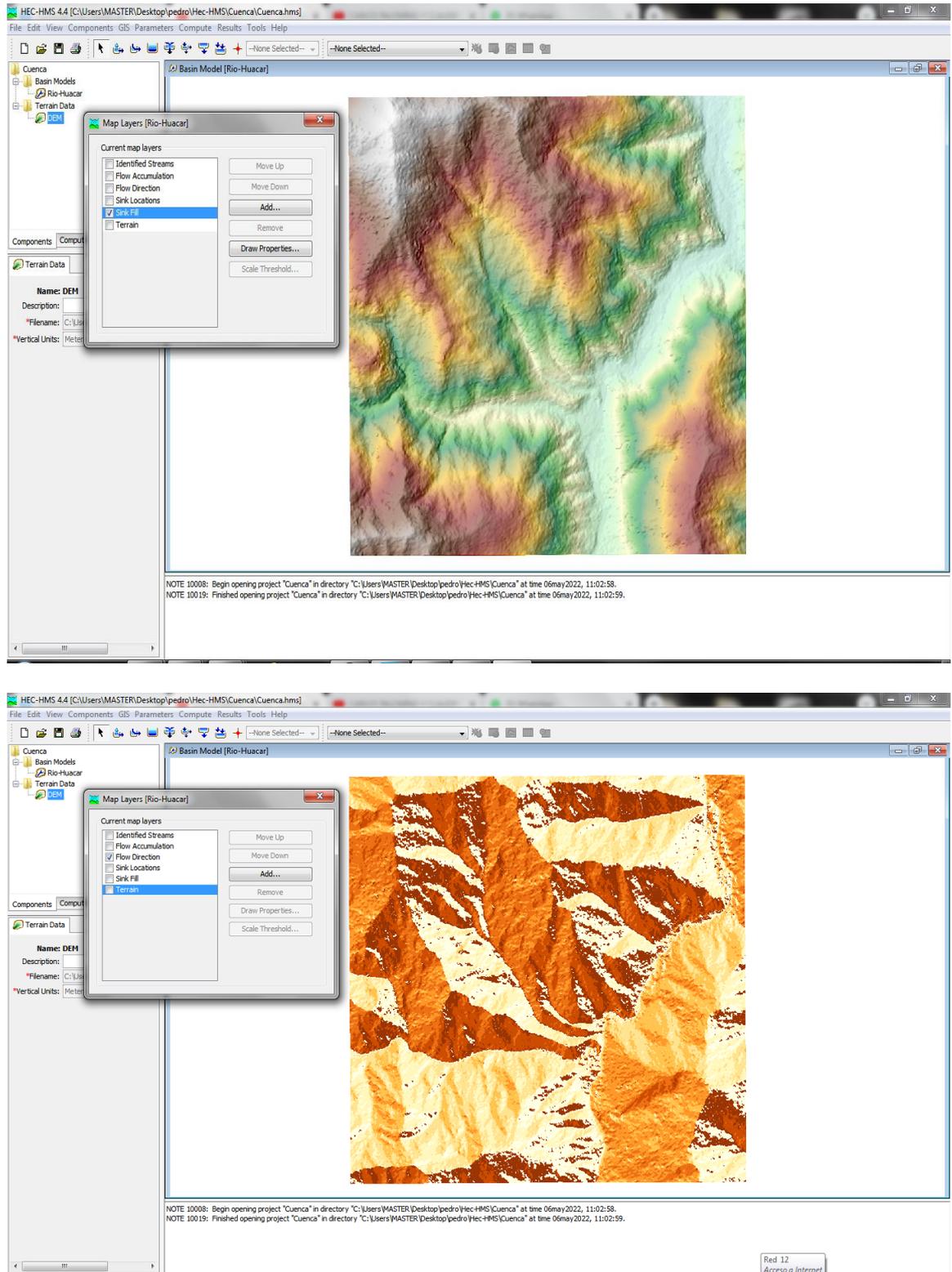




Nota. La figura el procesamiento topográfico para obtener el DEM.

Figura 34

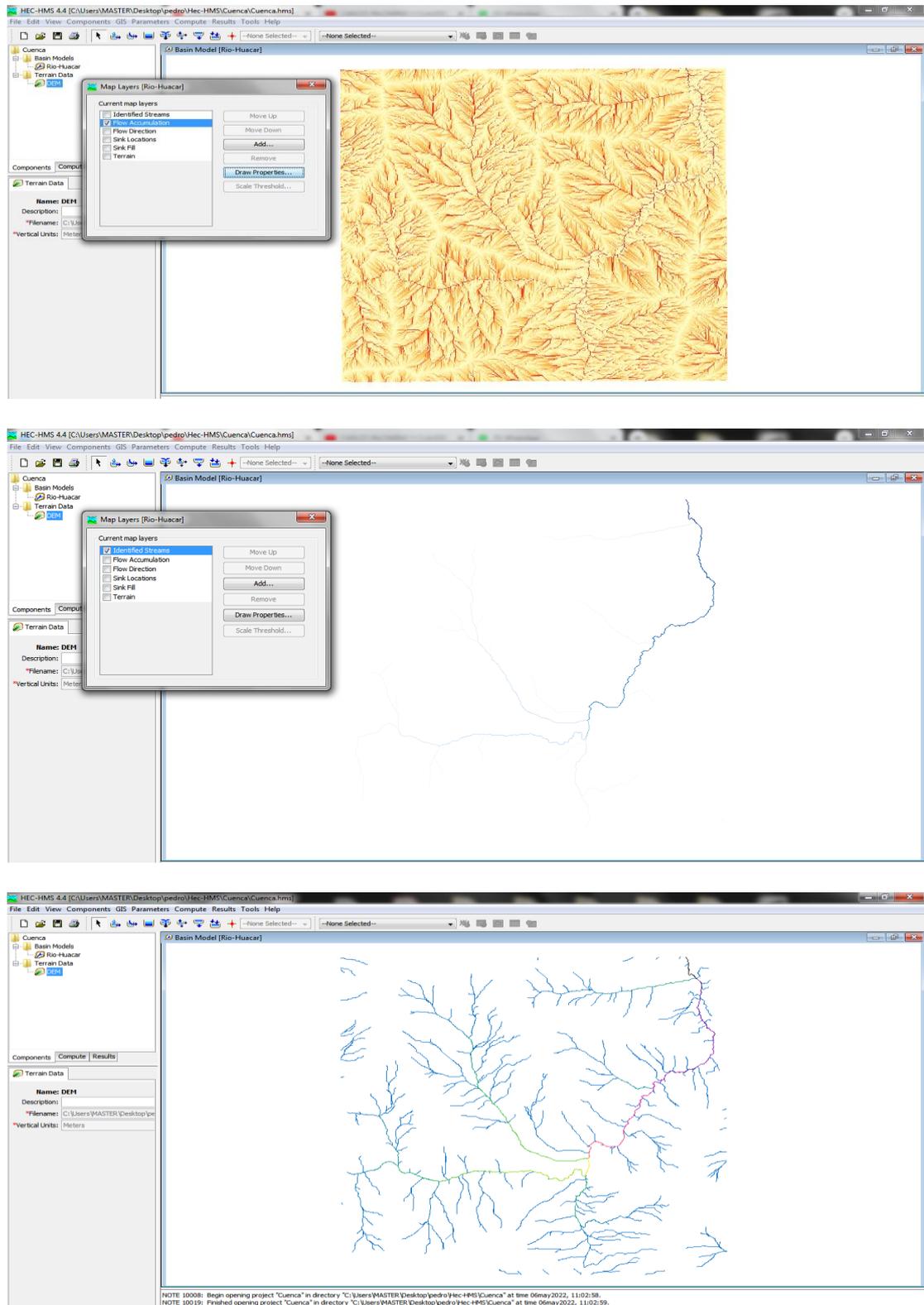
Geoprocresamiento topografía para análisis de inundación



Nota. La figura el procesamiento topográfico para análisis de la inundación en el curso del río Huácar en la ciudad de Ambo.

Figura 35

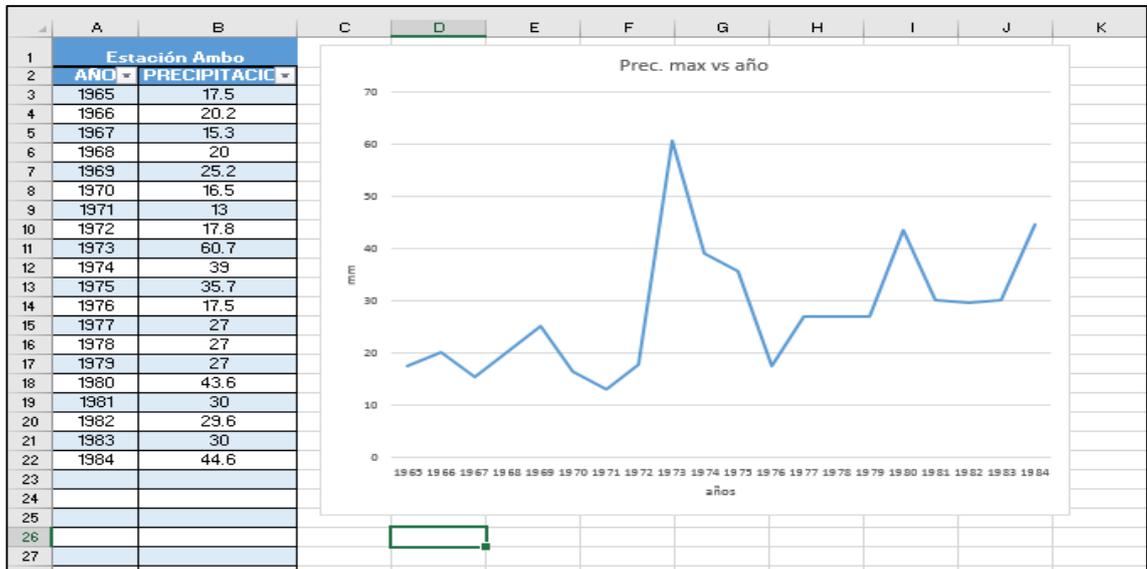
Geoprocresamiento de la red hídrica para análisis de inundación



Nota. La figura el procesamiento topográfico para la obtención de red hídrica principal y tributario del rio Huácar para análisis de la inundación en el curso del rio Huácar en la ciudad de Ambo.

Figura 36

Análisis de inundación



Nota. La figura análisis del del rio Huácar en la ciudad de Ambo.

Figura 37

Geomorfología del rio Huácar

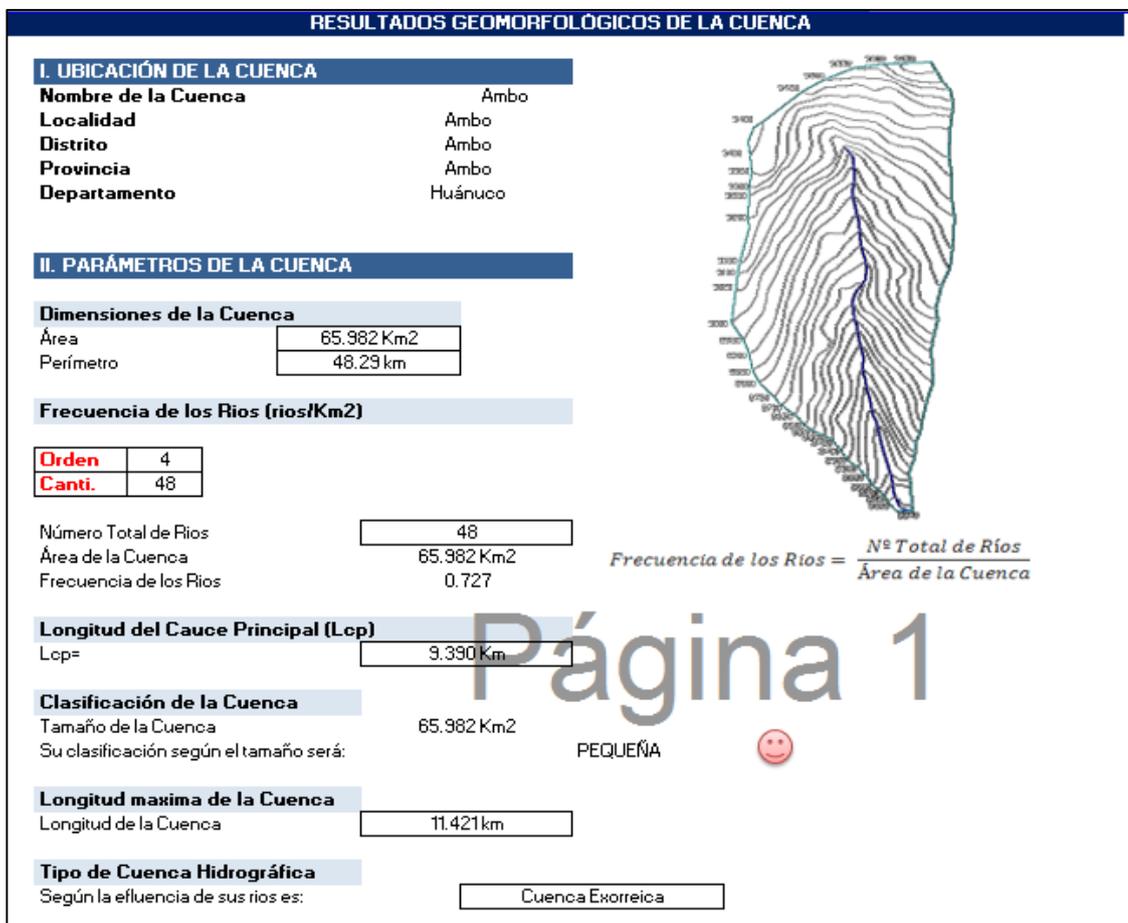
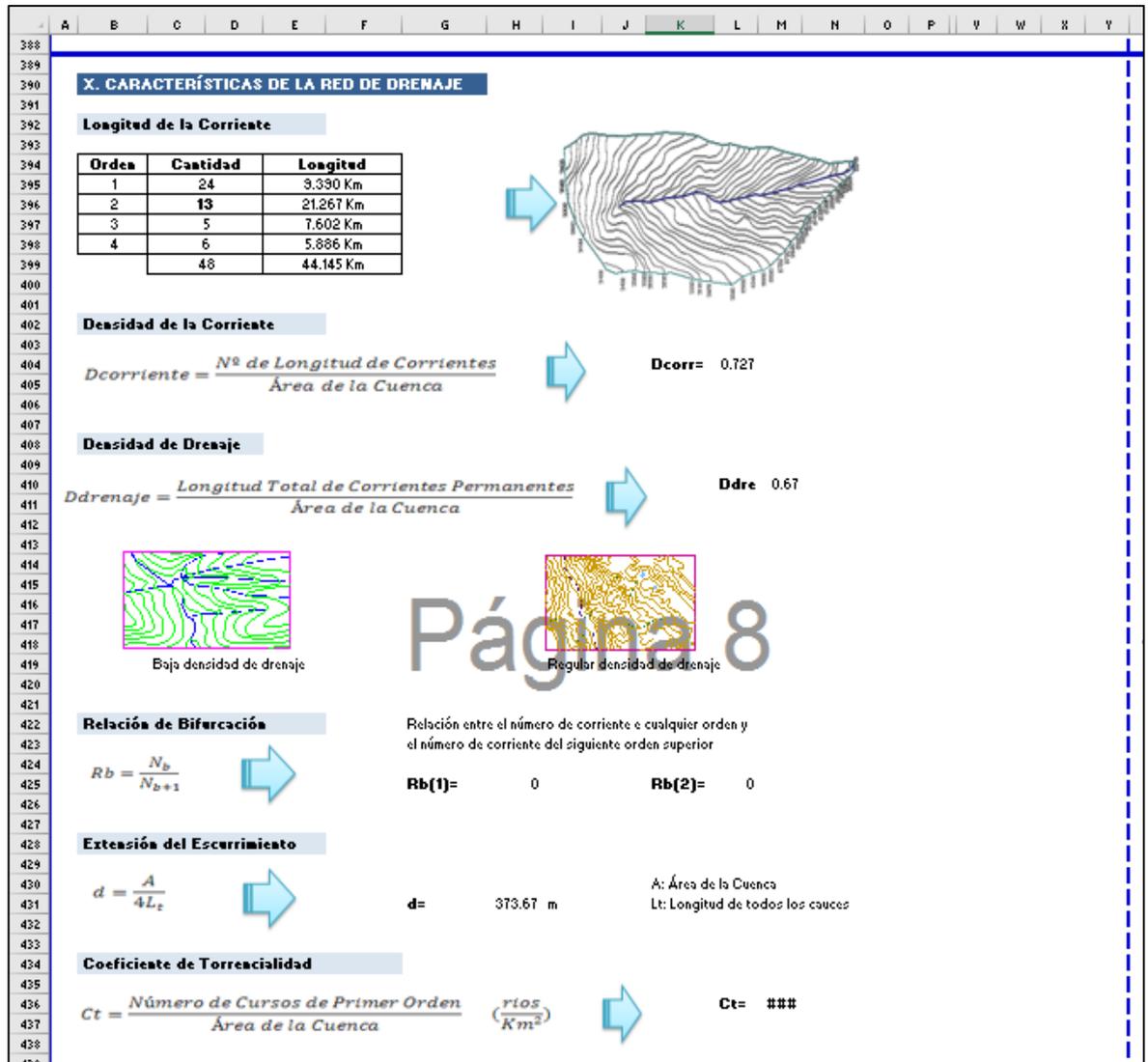


Figura 38

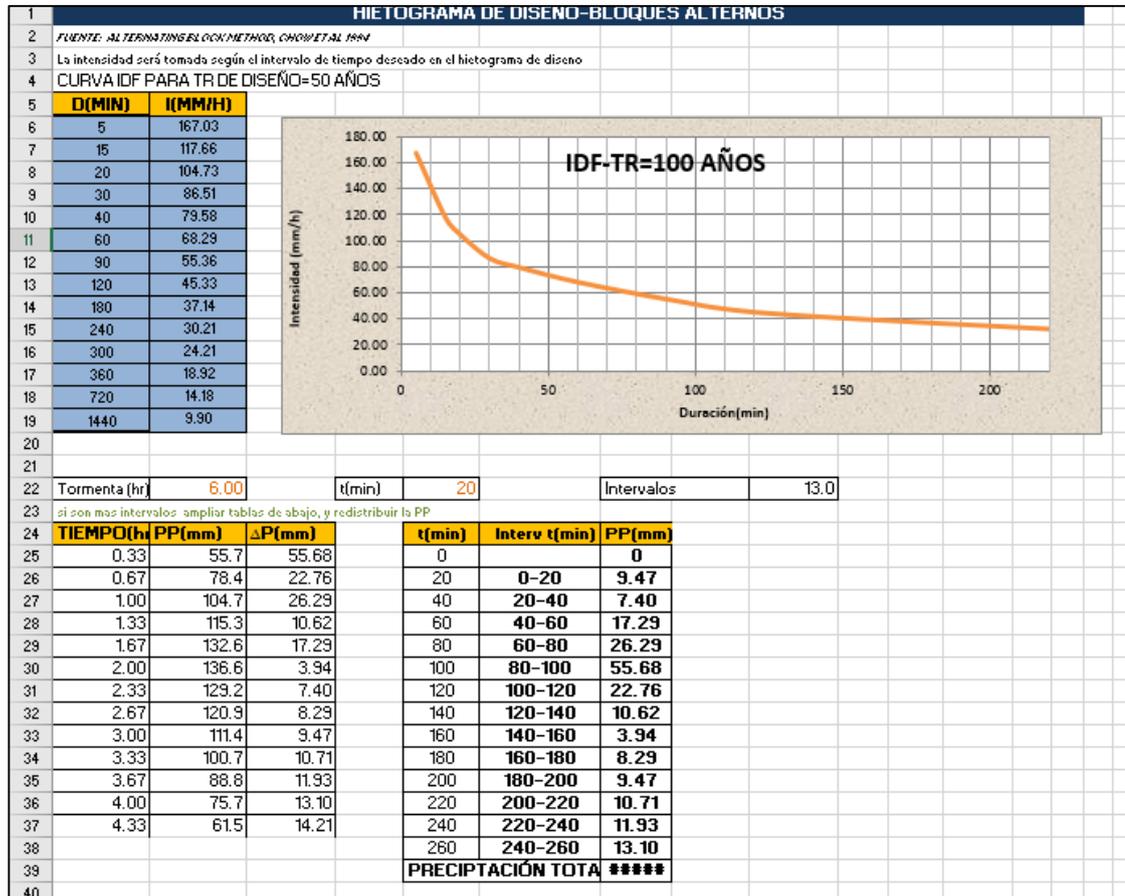
Características de red del río Huácar.



Nota. La figura análisis de las características de la red hídrica para análisis inundación en el curso del río Huácar en la ciudad de Ambo.

Figura 39

Análisis de inundación en el ámbito del río Huácar a periodos de retorno



Nota. La figura de hietograma de inundación en el curso del río Huácar en la ciudad de Ambo, a diferentes periodos de retorno.

ANEXO 10

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 40

Identificación de lugares críticos a inundaciones en cauce rio Huácar



Figura 41

Levantamiento de información a través de vehículo no tripulado DRONE



Figura 42

Vista aérea del cauce del río Huácar



Figura 43

Vista aérea del río Huácar



Figura 44

Vista aérea de lugares expuestos a inundaciones en la ribera del río Huácar



Figura 45

Vista aérea de lugares expuestos a inundaciones en la ribera del río Huácar



Figura 46

Vista aérea de lugares expuestos a inundaciones en el lecho del río Huácar



Figura 47

Lecho de río Huácar con actividad extractiva de minería no metálica



Figura 48

Cauce del río Huácar con actividad extractiva de minería no metálica



Figura 49

Puente expuesto a inundaciones por el río Huácar

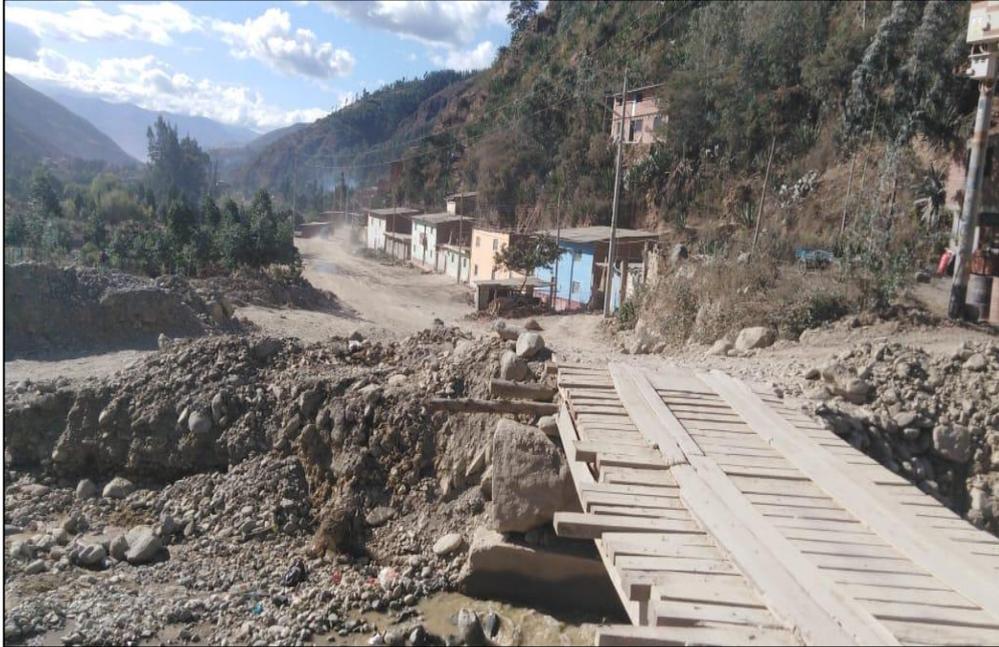


Figura 50

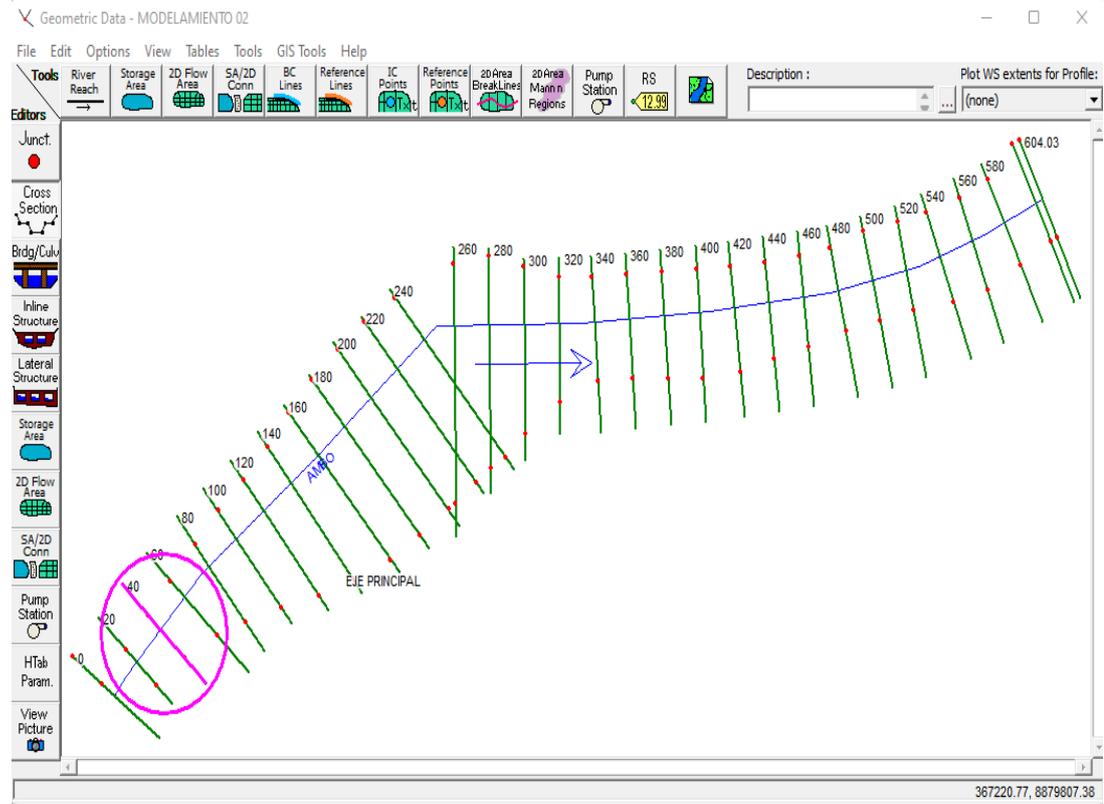
Lecho de río Huácar colmatado con presencia de residuos sólidos



ANEXO 11

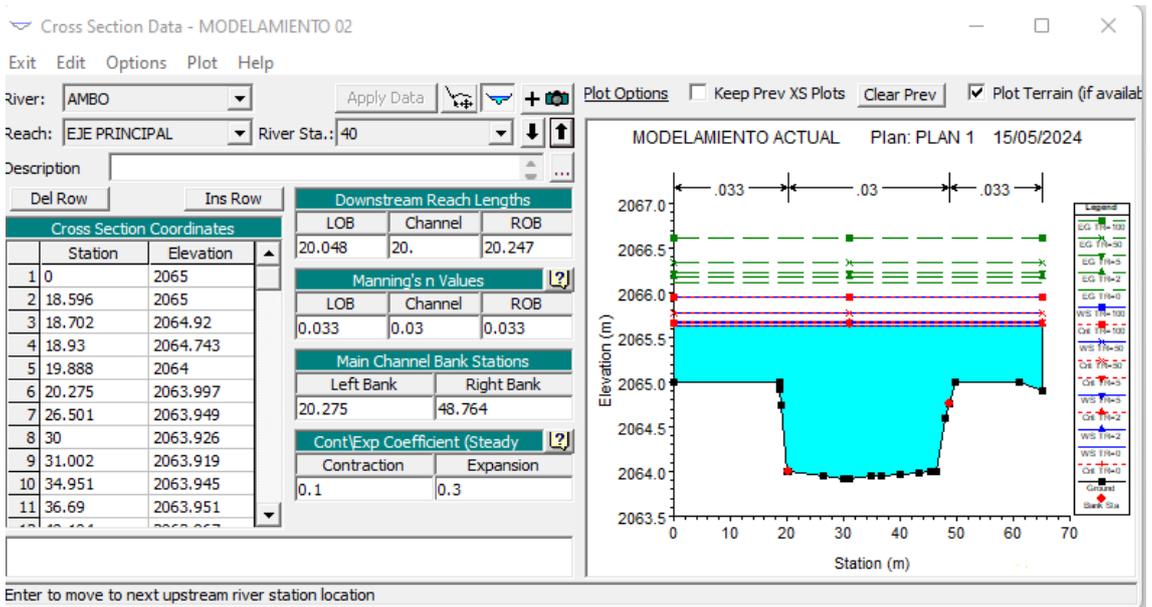
MODELAMIENTO HEC RAS 6.5

modelamiento



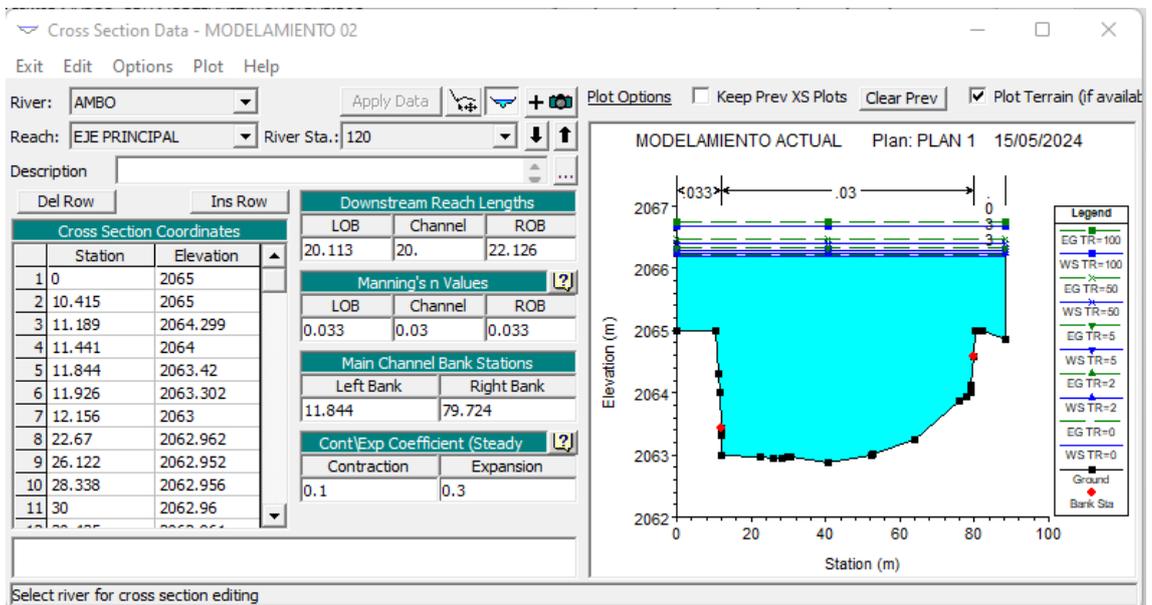
Nota. La figura se puede observar el modelamiento con el Hec Ras 6.5, el recorrido del caudal del Rio Huácar.

Sección del Río Huácar



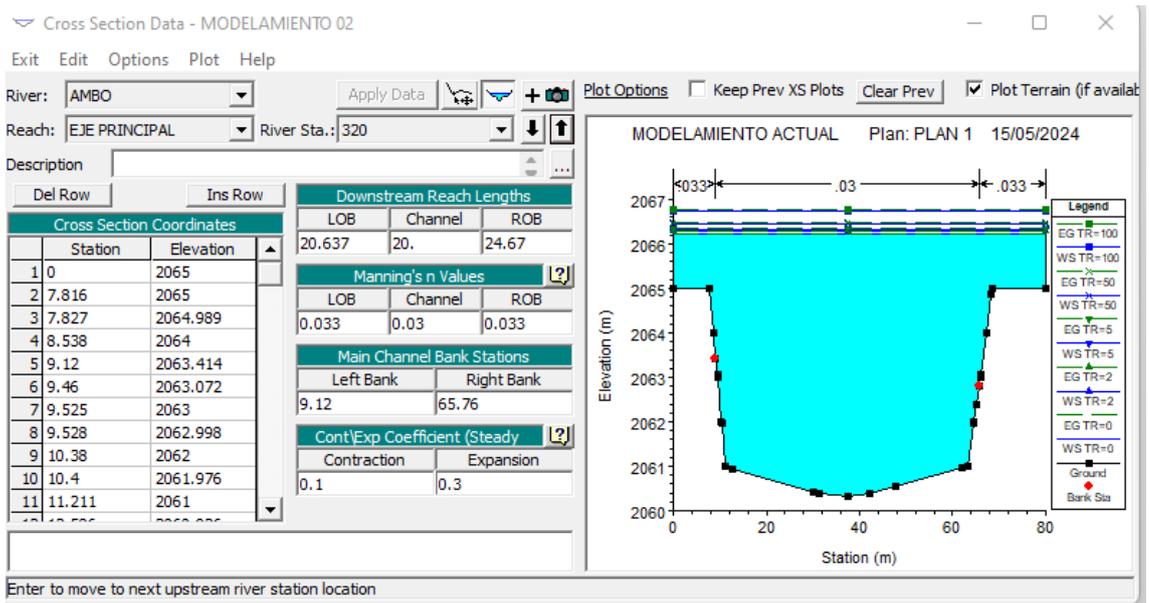
Nota. La figura se puede observar la sección del río en el tramo 0+040 el nivel del Río Huácar.

Sección del Río Huácar



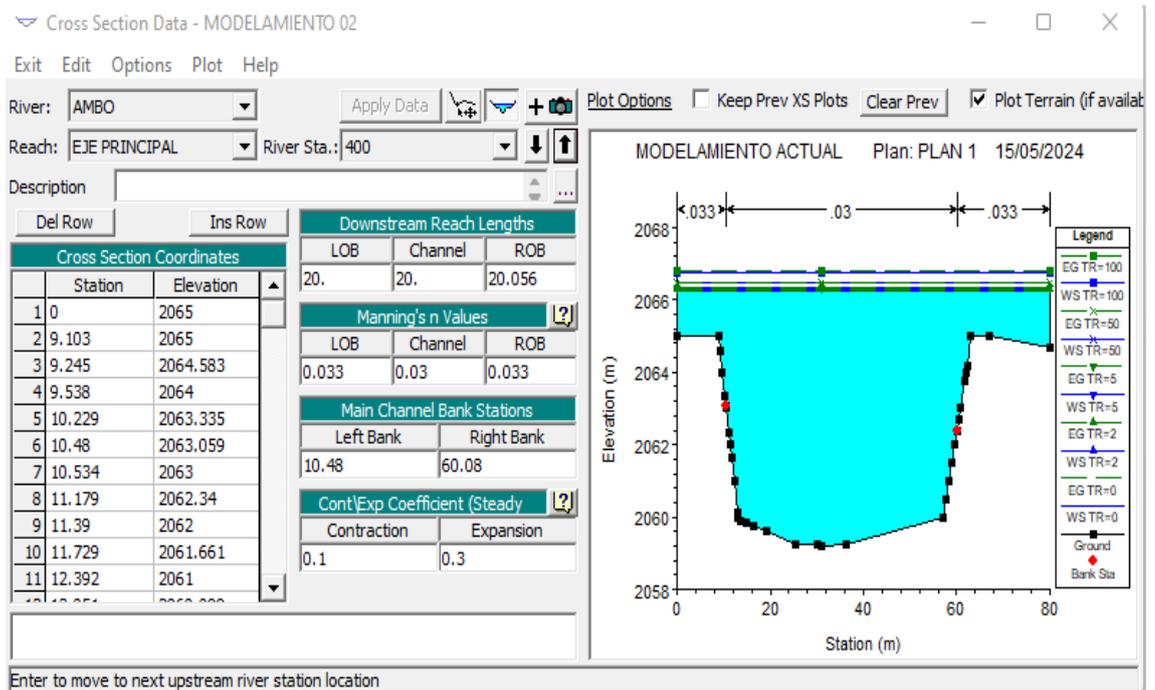
Nota. La figura se puede observar la sección del río en el tramo 0+120 el nivel del Río Huácar.

Sección del Río Huácar



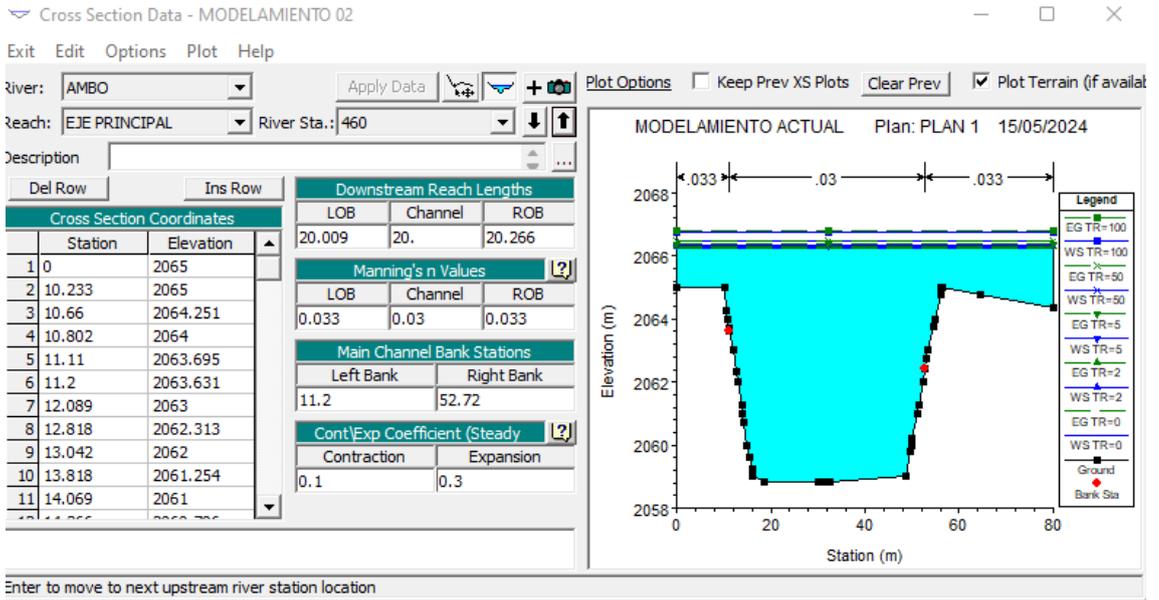
Nota. La figura se puede observar la sección del río en el tramo 0+320 el nivel del Río Huácar.

Sección del Río Huácar



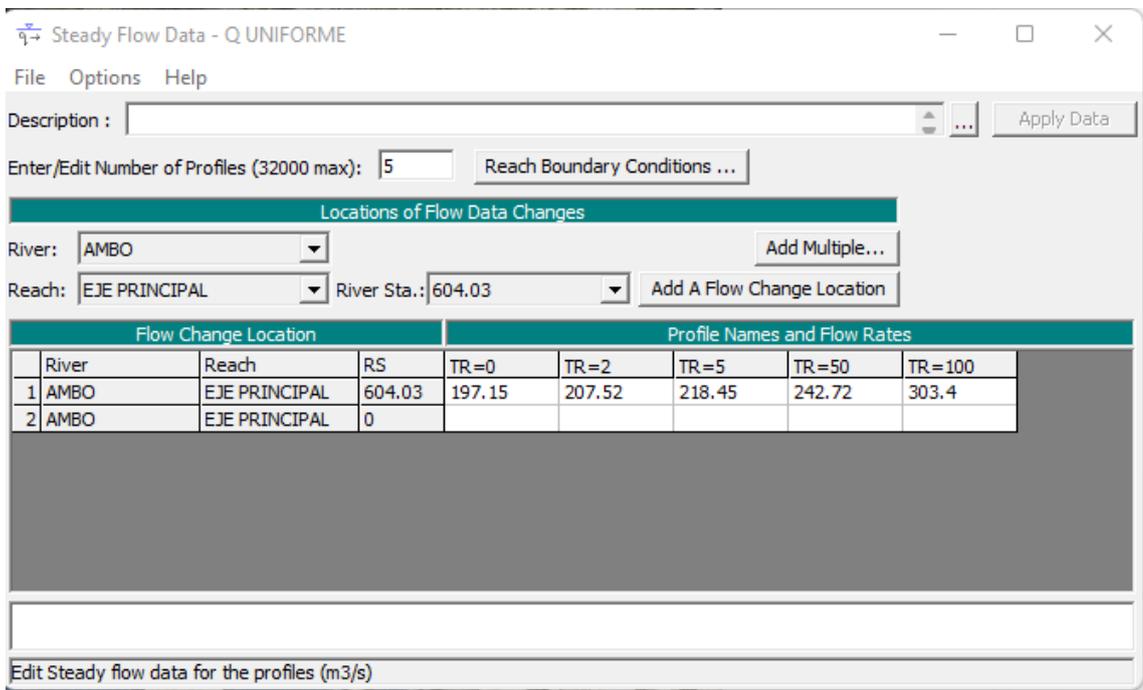
Nota. La figura se puede observar la sección del río en el tramo 0+400 el nivel del Río Huácar.

Sección del Río Huácar



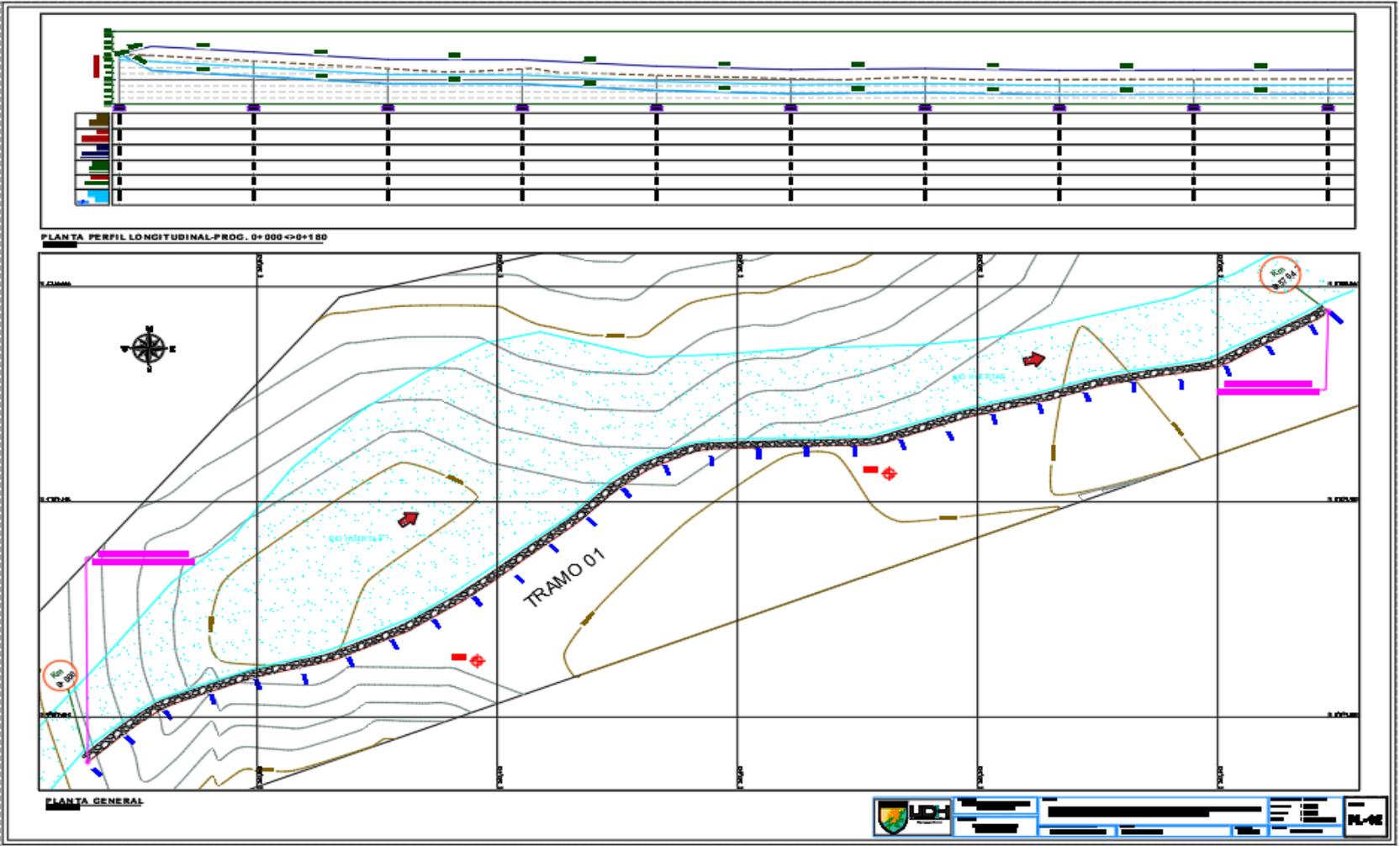
Nota. La figura se puede observar la sección del río en el tramo 0+460 el nivel del Río Huácar.

CAUDALES DE RETORNO DEL RIO HUACAR

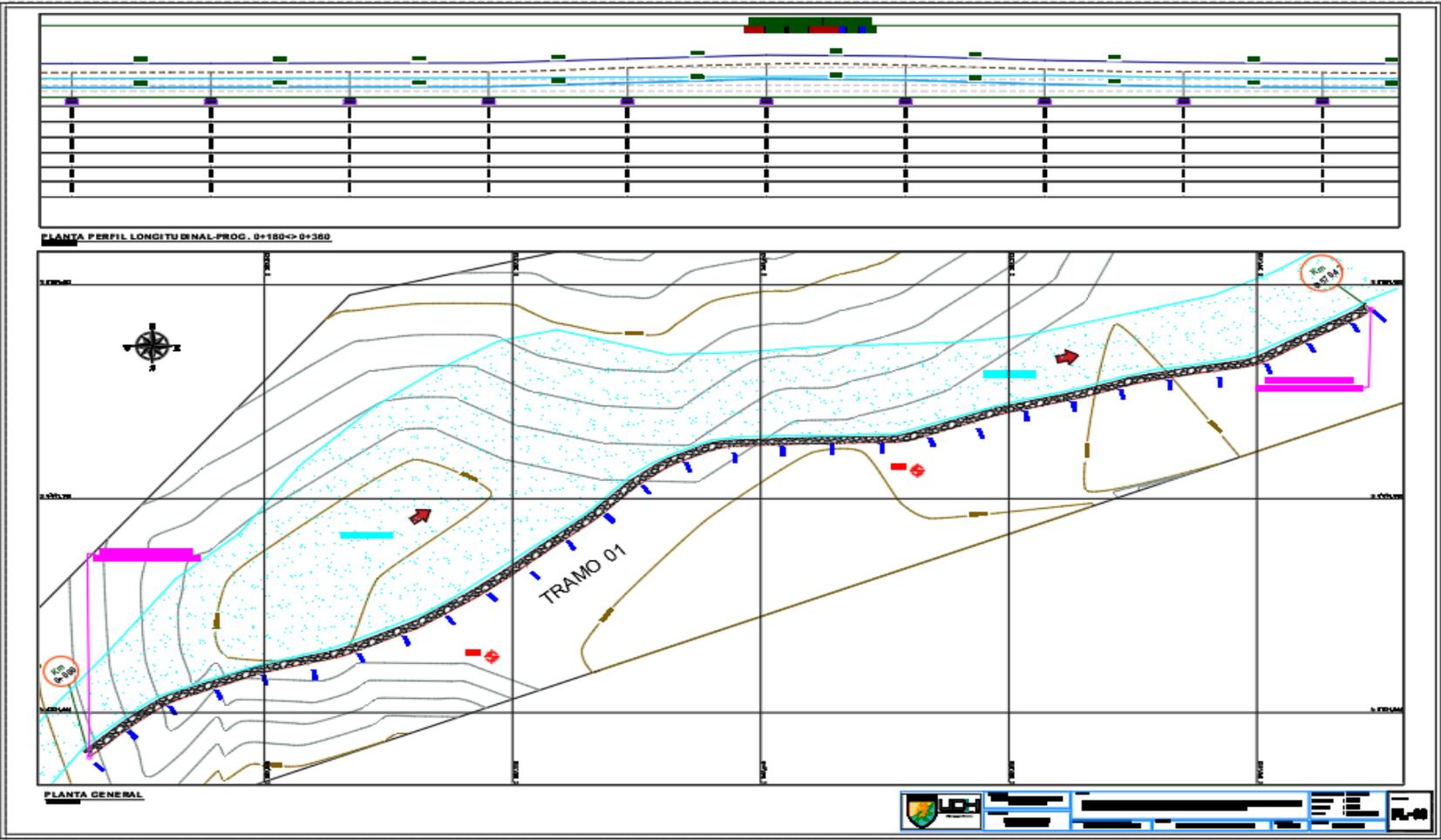


Nota. La figura se puede observar los diferentes caudales de retorno del Río Huácar.

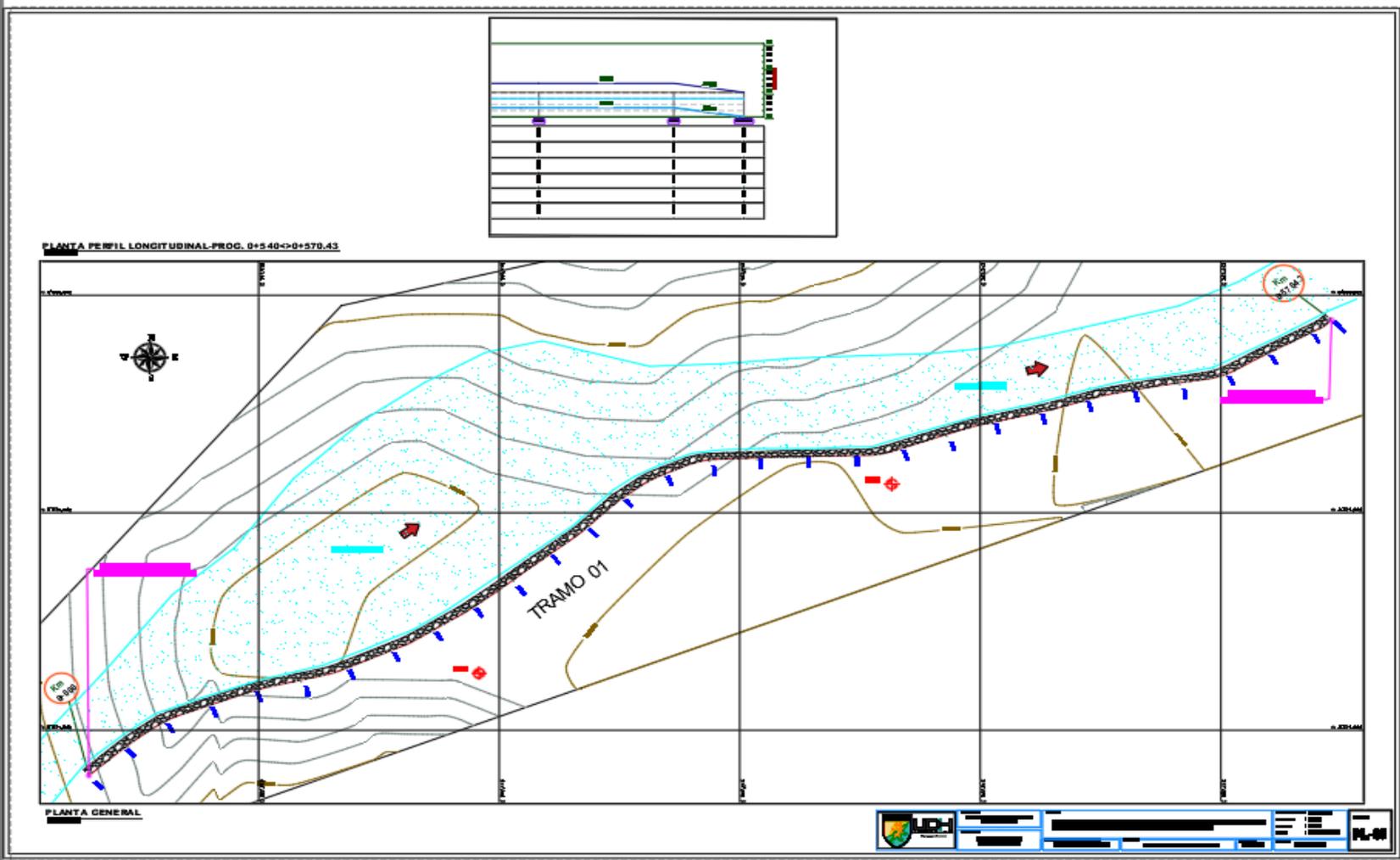
Plano de planta y perfil longitudinal



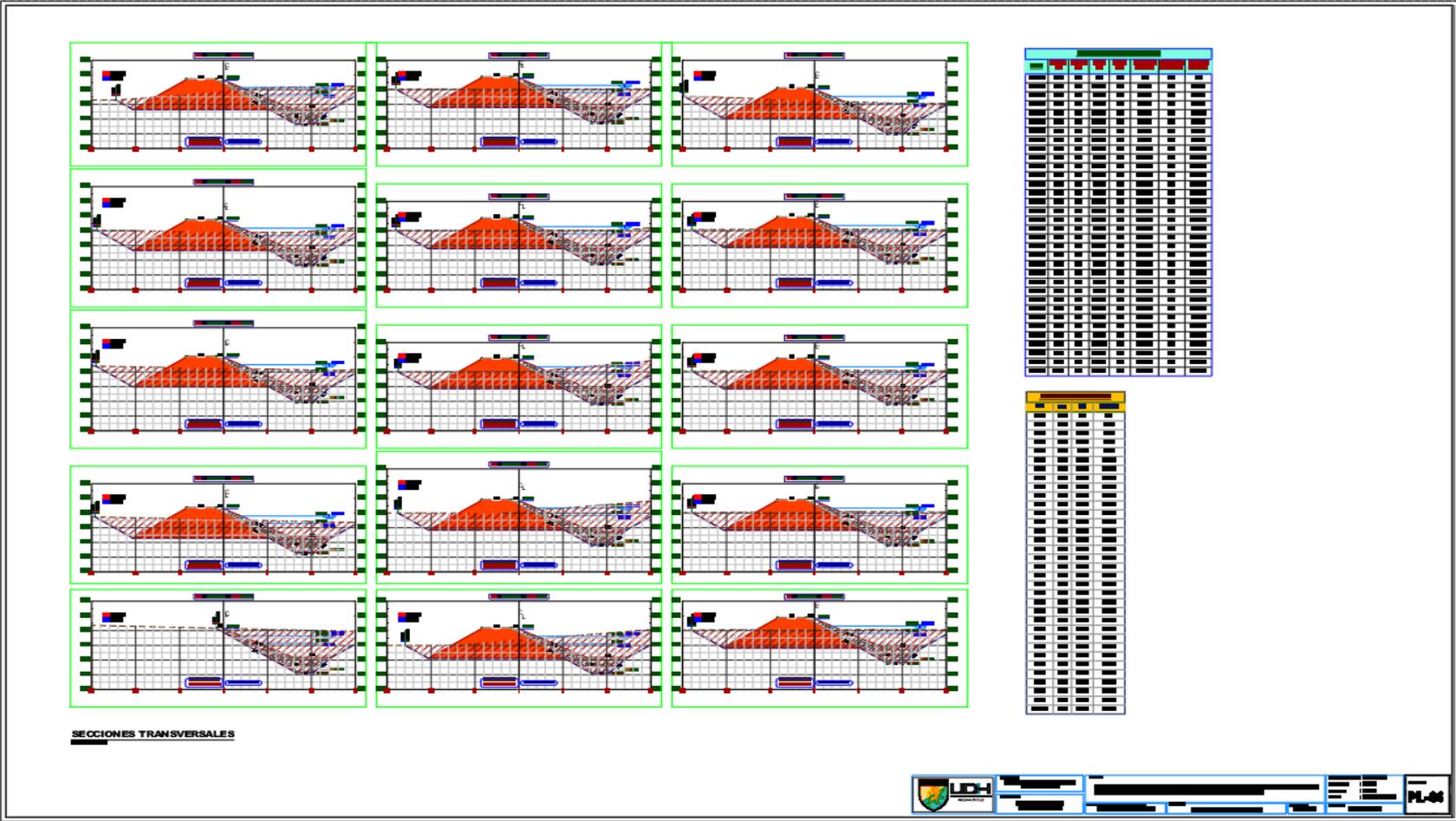
Plano de planta y perfil longitudinal



Plano de planta y perfil longitudinal



Plano de secciones transversales 1



Plano de secciones transversales 2

