

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



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

TESIS

**“Modelación del flujo de detritos para el análisis de
peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco,
2024”**

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

AUTOR: Rosas Noreña, Jefferson Hanover

ASESOR: Aguilar Alcantara, Leonel Marlo

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión de riesgos y desastre

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): 76526724

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 43415813

Grado/Título: Maestro en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción

Código ORCID: 0000-0002-0877-5922

H

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Arteaga Espinoza, Ingrid Delia Dignarda	Máster en dirección de proyectos	73645168	0009-0001-0745-5433
2	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
3	Malpartida Valderrama, Yenerit Pamela	Grado de magíster en medio ambiente y desarrollo sostenible mención en gestión ambiental	22516875	0000-0003-2705-4300



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 10:30 horas del día martes 13 de mayo de 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

❖ MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA	PRESIDENTE
❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA	SECRETARIA
❖ MG. YENERIT PAMELA MALPARTIDA VALDERRAMA	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 0896-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA DE JANCAO – AMARILIS – HUÁNUCO, 2024", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Jefferson Hanover ROSAS NOREÑA, 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 *11* y cualitativo de *Suficiente*. (Art. 47).

Siendo las *11:15* horas del día 13 del mes de mayo del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

MG. INGRID DELIA DIGNARDA ARTEAGA ESPINOZA
DNI: 73645168
ORCID: 0009-0001-0745-5433
PRESIDENTE

MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
DNI: 70502371
ORCID: 0000-0002-5650-3745
SECRETARIO (A)

MG. YENERIT PAMELA MALPARTIDA VALDERRAMA
DNI: 22516875
ORCID: 0000-0003-2705-4300
VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA, de la investigación titulada "MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA DE JANCAO-AMARILIS-HUÁNUCO, 2024", con asesor(a) LEONEL MARLO AGUILAR ALCANTARA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1137-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 19 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

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

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

Huánuco, 11 de abril de 2025



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



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

75. JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

2

www.ucipfg.com

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

docplayer.es

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

7

repositorio.utea.edu.pe

Fuente de Internet

1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO

D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA

D.N.I.: 71345687

cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de mi vida, por brindarme sabiduría, salud y la oportunidad de avanzar en este camino académico. Sin Su amor infinito y Su luz en los momentos más difíciles, este logro no habría sido posible.

A mi madre Maribel Noreña Soria, por su amor incondicional, sus sacrificios y su fe constante en mis capacidades, su ejemplo de esfuerzo y dedicación ha sido mi mayor inspiración para superar cada obstáculo y alcanzar mis metas.

A mis hermanos, quienes han sido mis amigos y mi apoyo silencioso en esta travesía. Su cariño y ánimo han sido esenciales para mantenerme firme en mi propósito.

A mis familiares cercanos, por su respaldo y palabras de ánimo. Este trabajo es un reflejo de todo el amor y apoyo que he recibido de ustedes.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a los docentes que, con su dedicación, paciencia y compromiso, han sido una fuente inagotable de conocimiento e inspiración. Su guía y apoyo no solo enriquecieron este trabajo de investigación, sino también mi formación personal y profesional.

A mis familiares, quienes han sido mi mayor fortaleza durante este camino, les debo más de lo que las palabras pueden expresar. Su amor incondicional, comprensión y apoyo en cada etapa de esta investigación han sido fundamentales para lograr mis metas.

Finalmente, a ustedes compañeros de clase, quienes con su compañerismo, ideas compartidas y palabras de aliento, contribuyeron a hacer de este proceso una experiencia de aprendizaje enriquecedora. Gracias por caminar juntos en esta etapa académica, por sus críticas constructivas y por estar presentes cuando más lo necesitaba.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XX
CAPITULO I.....	22
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	22
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA BASE.....	22
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	23
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	23
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	23
1.3. OBJETIVOS.....	24
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	24
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	24
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	24
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	25
1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL	25
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	26
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
1.6.1. VIABILIDAD ECONÓMICA	26
1.6.2. VIABILIDAD TÉCNICA.....	26
1.6.3. VIABILIDAD DE RECURSOS HUMANOS	27

CAPITULO II.....	28
MARCO TEÓRICO	28
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	28
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	28
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	29
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	31
2.2. BASES TEÓRICAS.....	32
2.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE: FLUJO DE DETRITOS.....	32
2.2.2. NIVEL DE PELIGROSIDAD	41
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	48
2.4. HIPÓTESIS.....	51
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	51
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA.....	51
2.5. VARIABLES.....	52
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	52
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	52
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	53
CAPITULO III.....	54
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	54
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	54
3.1.1. ENFOQUE	54
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	54
3.1.3. DISEÑO	54
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	55
3.2.1. POBLACIÓN	55
3.2.2. MUESTRA.....	55
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	56

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	56
3.3.2. PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	58
CAPITULO IV.....	60
RESULTADOS.....	60
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	60
4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	87
4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL	87
4.2.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA 1	112
4.2.3. HIPÓTESIS ESPECIFICA 2.....	163
4.2.4. HIPÓTESIS ESPECIFICA 3.....	175
CAPITULO V.....	199
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	199
CONCLUSIONES	203
RECOMENDACIONES.....	205
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	207
ANEXOS.....	211

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de movimientos	32
Tabla 2 Matriz de Peligro	45
Tabla 3 Operacionalización de variables	53
Tabla 4 Parámetros morfológicos de la subcuenca Pumarinri	62
Tabla 5 Parámetros morfológicos de la subcuenca Pusacagra	62
Tabla 6 Parámetros morfológicos de la subcuenca Jancao.....	63
Tabla 7 Resumen de cálculo de numero de curva (CN)	64
Tabla 8 Estaciones Meteorológicas	65
Tabla 9 Datos para el modelado Hidrológico en HEC-HMS	67
Tabla 10 Parámetros para el análisis de sensibilidad del coeficiente de rugosidad – Tr 500 Años.....	72
Tabla 11 Resultados del Análisis de sensibilidad del coeficiente de rugosidad	72
Tabla 12 Comparacion de factores condicionantes	88
Tabla 13 Normalizacion de factores condicionantes.....	88
Tabla 14 Nomenclatura de parámetros de unidades litológicas	89
Tabla 15 Comparación de unidades litológicas.....	89
Tabla 16 Normalizacion de unidades litológicas	89
Tabla 17 Nomenclatura de parámetros de unidades geomorfológicas	91
Tabla 18 Comparación de unidades geomorfológicas	91
Tabla 19 Normalizacion de unidades geomorfológicas.....	91
Tabla 20 Nomenclatura de parámetros de unidades de pendiente.....	93
Tabla 21 Comparación de unidades de pendiente.....	93
Tabla 22 Normalizacion de unidades de pendiente	93
Tabla 23 Nomenclatura de parámetros de precipitación máxima	95
Tabla 24 Comparación de precipitación máxima	95
Tabla 25 Normalizacion de precipitación máxima.....	95
Tabla 26 Nomenclatura de parámetros de Tirantes máximos	96
Tabla 27 Comparación de tirantes máximos.....	96
Tabla 28 Normalización de tirantes máximos	96
Tabla 29 Nomenclatura de parametros de velocidad máxima	97
Tabla 30 Comparacion de velocidades máximas.....	97

Tabla 31 Normalización de velocidades máximas	97
Tabla 32 Resumen del cálculo del factor Condicionante (FC), Desencadenante (FD).....	98
Tabla 33 Resumen del cálculo del Parámetro de evaluación y valor del peligro	99
Tabla 34 Niveles de Peligrosidad.....	99
Tabla 35 Matriz de Nivel de Peligrosidad.....	100
Tabla 36 Elementos expuestos al peligro para un Tr 500 Años.....	101
Tabla 37 Resultados del análisis de peligrosidad para un Tr 500 Años.....	102
Tabla 38 Elementos expuestos al peligro para un Tr 100 Años.....	102
Tabla 39 Análisis de peligrosidad de Tr 100 Años	103
Tabla 40 Elementos expuestos al peligro para un Tr 50 Años.....	103
Tabla 41 Análisis de peligrosidad de Tr 50 Años.....	104
Tabla 42 Elementos expuestos al peligro para un Tr 25 Años.....	104
Tabla 43 Análisis de peligrosidad de Tr 25 Años	105
Tabla 44 Porcentaje de elementos expuestos según el nivel de peligro para un Tr 500 años.....	106
Tabla 45 Porcentaje de elementos expuestos según el nivel de peligro para un Tr 100 años.....	106
Tabla 46 Porcentaje de elementos expuestos según el nivel de peligro para un Tr 50 años.....	107
Tabla 47 Porcentaje de elementos expuestos según el nivel de peligro para un Tr 25 años.....	107
Tabla 48 Análisis de datos cruzados HG	112
Tabla 49 Relación de Pearson HG	112
Tabla 50 Área y volumen de depósitos de detritos	113
Tabla 51 Resultados del porcentaje de material fino	114
Tabla 52 Valores para el cálculo del esfuerzo de cedencia y Viscosidad ..	115
Tabla 53 Parámetros reológicos iniciales para el modelado.....	115
Tabla 54 Puntos de control establecidos para la calibración del modelo...	117
Tabla 55 Resultados del modelamiento del escenario inicial – Tr 500 años	118
Tabla 56 Clasificación de flujo	122

Tabla 57	Parámetros del análisis de sensibilidad de la concentración volumétrica – Tr 500 Años	123
Tabla 58	Resultados del modelamiento del escenario 1 – Tr 500 Años	123
Tabla 59	Resultados del modelamiento del escenario 2 – Tr 500 Años	124
Tabla 60	Resultados del modelamiento del escenario 3 – Tr 500 Años	125
Tabla 61	Resultados del modelamiento del escenario 4 – Tr 500 Años	126
Tabla 62	Resultados del modelamiento del escenario 5 – Tr 500 Años	127
Tabla 63	Resultados del modelamiento del escenario 6 – Tr 500 Años	128
Tabla 64	Resultados del modelamiento del escenario 7 – Tr 500 Años	130
Tabla 65	Resultados del modelamiento del escenario 8 – Tr 500 Años	131
Tabla 66	Resultados del modelamiento del escenario 9 – Tr 500 Años	132
Tabla 67	Precipitación máxima según periodos de retorno	152
Tabla 68	Resultados del modelamiento para un Tr 100 Años	153
Tabla 69	Resultados del modelamiento para un Tr 50 Años	156
Tabla 70	Resultados del modelamiento para un Tr 25 Años	159
Tabla 71	Análisis de datos cruzados HE1	162
Tabla 72	Relación de Pearson HE1	163
Tabla 73	Coordenadas UTM-WGS84 de las calicatas de investigación	165
Tabla 74	Resultados del Análisis de suelos C-1	165
Tabla 75	Cálculo del diámetro representativo C-1	166
Tabla 76	Resultados del Análisis de suelos C-2.....	167
Tabla 77	Cálculo del diámetro representativo C-2.....	167
Tabla 78	Resultados del Análisis de suelos de la Calicata C-3	168
Tabla 79	Cálculo del diámetro Representativo de la calicata C-3.....	169
Tabla 80	Resultados del Análisis de suelos de la Calicata C-4	169
Tabla 81	Cálculo del diámetro Representativo de la calicata C-4.....	170
Tabla 82	Resultados del Análisis de suelos de la Calicata C-5	171
Tabla 83	Cálculo del diámetro Representativo de la calicata C-5.....	171
Tabla 84	Resultados del Análisis de suelos de la Calicata C-6	172
Tabla 85	Cálculo del diámetro Representativo de la calicata C-6.....	173
Tabla 86	Resumen de diámetros representativos de la Quebrada Jancao	174
Tabla 87	Análisis de datos cruzados HE2	174
Tabla 88	Relación de Pearson HE2.....	174

Tabla 89 Valores para el cálculo de rugosidad según Cowan	176
Tabla 90 Resumen de rugosidad del cauce estimado por el método de Cowan	189
Tabla 91 Parámetros granulométricos del cauce de la quebrada Jancao .	190
Tabla 92 Rugosidad del cauce estimado por fórmulas empíricas.....	191
Tabla 93 Rugosidades del cauce de la quebrada de Jancao estimado por diferentes métodos	191
Tabla 94 Coeficientes de rugosidad en zonas de planicie de inundación..	192
Tabla 95 Análisis de datos cruzados HE3	198
Tabla 96 Relación de Pearson HE3.....	198

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Caída de roca fragmentada	33
Figura 2	Forma de caída de rocas	34
Figura 3	Forma de vuelco	34
Figura 4	Esquema de deslizamiento	35
Figura 5	Forma de deslizamiento	36
Figura 6	Esquema de expansiones laterales	37
Figura 7	Cono de detritos	38
Figura 8	Flujo de detritos	39
Figura 9	Diagrama de flujos	39
Figura 10	Esquema de flujos	40
Figura 11	Flujo de lodos	40
Figura 12	Mapa de geomorfología	42
Figura 13	Peligros de origen natural	43
Figura 14	Condicionantes del peligro	44
Figura 15	Factores desencadenantes	44
Figura 16	Área de estudio de la cuenca	55
Figura 17	Tramo de la quebrada de Jancao	56
Figura 18	Delimitación del Área de las Sub cuencas	60
Figura 19	Mapa de ubicación de la quebrada de Jancao	61
Figura 20	Curva número para la zona en estudio	64
Figura 21	Ubicación de las estaciones Meteorológicas	65
Figura 22	Análisis de doble masa - Tendencia lineal de la estación Huánuco	66
Figura 23	Análisis de doble masa - Tendencia lineal de la estación Chaglla	66
Figura 24	Análisis de doble masa - Tendencia lineal de la estación Canchan	67
Figura 25	Esquema del modelo Hidrológico de la cuenca en estudio	68
Figura 26	Gráfico hidrológico – Tr = 5 Años	68
Figura 27	Gráfico hidrológico – Tr = 10 Años	69
Figura 28	Gráfico hidrológico – Tr = 25 Años	69
Figura 29	Gráfico hidrológico – Tr = 50 Años	70

Figura 30	Gráfico hidrológico – Tr = 100 Años	70
Figura 31	Gráfico hidrológico – Tr = 500 Años	71
Figura 32	Gráfico hidrológico para diferentes periodos de Retorno.....	71
Figura 33	Modelado del Escenario 1 (CV: 61%, n: 0.024): altura de flujo de detritos en la quebrada Jancao – tr 500 años con HEC RAS 6.4.1	75
Figura 34	Modelado del Escenario 1 (CV: 61%, n: 0.024): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1	76
Figura 35	Modelado del Escenario 2 (CV: 61%, n: 0.083): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1	77
Figura 36	Modelado del Escenario 2 (CV: 61%, n: 0.083): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1	78
Figura 37	Mapa de altura de flujo de detritos -Tr 25 años	79
Figura 38	Mapa de altura de flujo de detritos-Tr 50 años	80
Figura 39	Mapa de altura de flujo de detritos-Tr 100 años	81
Figura 40	Mapa de altura de flujo de detritos -Tr 500 años	82
Figura 41	Mapa de velocidad de flujo de detritos -Tr 25 años	83
Figura 42	Mapa de velocidad de flujo de detritos -Tr 50 años	84
Figura 43	Mapa de velocidad de flujo de detritos -Tr 100 años	85
Figura 44	Mapa de velocidad de flujo de detritos -Tr 500 años	86
Figura 45	Metodología general para determinar la peligrosidad.....	87
Figura 46	Mapa geológico de la quebrada de Jancao	90
Figura 47	Mapa geomorfología de la quebrada de Jancao.....	92
Figura 48	Mapa de la pendiente de la quebrada de Jancao	94
Figura 49	Nivel de peligrosidad de un periodo de 25 años.....	108
Figura 50	Nivel de peligrosidad para un periodo de 50 años.....	109
Figura 51	Nivel de peligrosidad para un periodo de 100 años.....	110
Figura 52	Nivel de peligrosidad para un periodo de 500 años.....	111
Figura 53	Zonas de acumulación.....	114
Figura 54	Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años	116
Figura 55	Ubicación de los puntos de control en la zona de estudio	118
Figura 56	Modelado del Escenario Inicial (CV: 52.25%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años	120

Figura 57 Modelado del Escenario Inicial (CV: 52.25%): Puntos de control para la verificación de altura de flujo de detritos – Tr 500 Años	121
Figura 58 Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años	124
Figura 59 Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años	125
Figura 60 Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años	126
Figura 61 Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años	127
Figura 62 Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años	128
Figura 63 Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años	129
Figura 64 Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años	130
Figura 65 Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años	132
Figura 66 Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años	133
Figura 67 Modelado del Escenario 1 (CV: 55%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	134
Figura 68 Modelado del Escenario 1 (CV: 55%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	135
Figura 69 Modelado del Escenario 2 (CV: 58%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	136
Figura 70 Modelado del Escenario 2 (CV: 58%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	137
Figura 71 Modelado del Escenario 3 (CV: 59%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	138
Figura 72 Modelado del Escenario 3 (CV: 59%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	139
Figura 73 Modelado del Escenario 4 (CV: 60%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	140
Figura 74 Modelado del Escenario 4 (CV: 60%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	141
Figura 75 Modelado del Escenario 5 (CV: 61%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	142
Figura 76 Modelado del Escenario 5 (CV: 61%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	143
Figura 77 Modelado del Escenario 6 (CV: 62%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	144

Figura 78 Modelado del Escenario 6 (CV: 62%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	145
Figura 79 Modelado del Escenario 7 (CV: 63%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	146
Figura 80 Modelado del Escenario 7 (CV: 63%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	147
Figura 81 Modelado del Escenario 8 (CV: 65%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	148
Figura 82 Modelado del Escenario 8 (CV: 65%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	149
Figura 83 Modelado del Escenario 9 (CV: 70%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	150
Figura 84 Modelado del Escenario 9 (CV: 70%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1.....	151
Figura 85 Diagrama de flujos – Tr :100 Años	152
Figura 86 Modelado para un Tr 100 Años (CV: 61%, n: 0.083): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao con HEC RAS 6.4.1.....	154
Figura 87 Modelado para un Tr 100 Años (CV: 61%, n: 0.083): velocidad de flujo de detritos en la quebrada Jancao con HEC RAS 6.4.1.....	155
Figura 88 Diagrama de flujos – Tr :50 Años	156
Figura 89 Modelado para un Tr 50 Años (CV: 61%, n: 0.083): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao con HEC RAS 6.4.1.....	157
Figura 90 Modelado para un Tr 50 Años (CV: 61%, n: 0.083): velocidad de flujo de detritos en la quebrada Jancao con HEC RAS 6.4.1.....	158
Figura 91 Diagrama de flujos – Tr :25 Años	159
Figura 92 Modelado para un Tr 25 Años (CV: 61%, n: 0.083): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao con HEC RAS 6.4.1.....	160
Figura 93 Modelado para un Tr 25 Años (CV: 61%, n: 0.083): velocidad de flujo de detritos en la quebrada Jancao con HEC RAS 6.4.1.....	161
Figura 94 Plano de ubicación de calicatas.....	164
Figura 95 Descripción del material involucrado en el cauce	177
Figura 96 Descripción del grado de irregularidad del cauce	177
Figura 97 Variaciones de la sección transversal.....	178

Figura 98 Plano topográfico de km 0+000 a km 1+000	179
Figura 99 Plano topográfico de km 1+000 a km 2+000	180
Figura 100 Plano topográfico de km 2+000 a km 2+506	181
Figura 101 Plano topográfico de secciones de km 0+000 a km 0+850.....	182
Figura 102 Plano topográfico de secciones de km 0+850 a km 1+450.....	183
Figura 103 Plano topográfico de secciones de km 1+450 a km 1+850.....	184
Figura 104 Plano topográfico de secciones de km 1+850 a km 2+200.....	185
Figura 105 Plano topográfico de secciones de km 2+200 a km 2+506.....	186
Figura 106 Efecto relativo de las obstrucciones.....	187
Figura 107 Vegetación en la parte baja y media de la quebrada.....	188
Figura 108 Vegetación en la parte alta de la quebrada	188
Figura 109 Descripción del grado de sinuosidad de la quebrada Jancao.	189
Figura 110 Mapa de uso de suelos.....	192
Figura 111 Mapa de uso de suelos y cobertura vegetal	193
Figura 112 Mapa de elementos expuestos a 25 años	194
Figura 113 Mapa de elementos expuestos a 50 años	195
Figura 114 Mapa de elementos expuestos a 100 años	196
Figura 115 Mapa de elementos expuestos a 100 años	197
Figura 116 Vista de la quebrada de Jancao	236
Figura 117 Vista de la quebrada de Jancao	236
Figura 118 Vista de la llanura de inundacion	237
Figura 119 Vista de la quebrada de Jancao	237
Figura 120 Vista de la quebrada de Jancao	238
Figura 121 Vista de la quebrada de Jancao	238
Figura 122 Vista de dique artesanal	239
Figura 123 Vista de puente de madera.....	239
Figura 124 Estado actual de la quebrada de Jancao.....	240
Figura 125 Estado actual de la quebrada de Jancao.....	240
Figura 126 Estado actual de la quebrada de Jancao.....	241
Figura 127 Estado actual de la quebrada de Jancao.....	241
Figura 128 Estado actual de la quebrada de Jancao.....	242
Figura 129 Estado actual de la quebrada de Jancao.....	242
Figura 130 Trabajo de topografía.....	243

Figura 131 Trabajo de topografía.....	243
Figura 132 Trabajo de topografía.....	244
Figura 133 Trabajo de topografía.....	244
Figura 134 Trabajo de topografía.....	245
Figura 135 Trabajo de topografía.....	245
Figura 136 Trabajo de topografía.....	246
Figura 137 Trabajo de topografía.....	246
Figura 138 Trabajo de topografía.....	247
Figura 139 Estudio de mecánica de suelos	247
Figura 140 Trabajo de topografía.....	248
Figura 141 Estudio de mecánica de suelos	248
Figura 142 Trabajo de topografía.....	249
Figura 143 Estudio de mecánica de suelos	249
Figura 144 Trabajo de topografía.....	250
Figura 145 Estudio de mecánica de suelos	250
Figura 146 Trabajo de topografía.....	251
Figura 147 Estudio de mecánica de suelos	251
Figura 148 Trabajo de topografía.....	252
Figura 149 Estudio de mecánica de suelos	252
Figura 150 Trabajo de topografía.....	253
Figura 151 Estudio de mecánica de suelos	253
Figura 152 Proceso de cuarteo.....	254
Figura 153 Mezclado de suelos	254
Figura 154 Proceso de cuarteo manual del suelo.....	255
Figura 155 Pesaje de la tara	255
Figura 156 Selección de muestra de suelos	256
Figura 157 Pesaje de la muestra de suelos	256
Figura 158 Secado del material del suelo en el horno	257
Figura 159 Pesaje del material seco del suelo	257
Figura 160 Lavado de la muestra de suelo	258
Figura 161 Secado del suelo	258
Figura 162 Vibrado manual de los tamices	259
Figura 163 Pesaje de las muestras de suelo	259

Figura 164 Muestra de suelo tamizada C1	260
Figura 165 Muestra de suelo tamizada C2	260
Figura 166 Muestra de suelo tamizada C3	261
Figura 167 Muestra de suelo tamizada C4	261
Figura 168 Muestra de suelo tamizada C5	262
Figura 169 Muestra de suelo tamizada C6	262

RESUMEN

La quebrada de Jancao se encuentra en una región vulnerable al flujo de detritos, que causan daños significativos en infraestructura y vidas humanas. La investigación tuvo como objetivo determinar la influencia del modelado del deslizamiento de detritos para el análisis de peligrosidad de la rivera de Jancao. Luego de realizar los ensayos de campo de suelos y topografía para poder analizarlos en laboratorio para luego realizar los estudios de gabinete como el estudio hidrológico y el modelado donde se evaluaron tres parámetros clave: la concentración volumétrica, el diámetro representativo del suelo y el coeficiente de rugosidad del cauce, los cuales determinan el comportamiento del flujo y su impacto en el entorno. Mediante el uso de software especializado y datos geotécnicos específicos del área de estudio, se realizó un modelado que permitió identificar escenarios de riesgo y niveles de peligrosidad asociados a estos parámetros. Los resultados que se obtuvieron fueron que el modelado de masas de detritos influye de manera significativa en el nivel de peligrosidad de la quebrada de Jancao, ya que tras los períodos de análisis tanto de 25, 50, 100 y 500 años la población está expuesta al nivel de peligrosidad alta y muy alta, también que el valor de la concentración volumétrica es de 61%, el diámetro representativo es de 11.21mm y coeficiente de rugosidad es de 0.083, ya que estos valores son los óptimos ya que influyen en el modelamiento de flujo de detritos para tener mayor precisión para la evaluación del nivel de peligrosidad. Llegando a la conclusión que el modelado de flujo de detritos basado en parámetros clave como la concentración volumétrica, el diámetro representativo del suelo y el coeficiente de rugosidad del cauce es fundamental para comprender y mitigar los riesgos asociados a la quebrada de Jancao. Estos parámetros influyen significativamente en el nivel de peligrosidad, especialmente en escenarios de análisis de largo plazo ya que se pueden implementar medidas de prevención y mitigación en esta zona.

Palabras clave: Quebrada, flujo de detritos, suelo, pendientes, diámetro representativo, velocidad, deslizamientos, peligrosidad.

ABSTRACT

The Jancao Gorge is located in a region vulnerable to debris flows, which cause significant damage to infrastructure and human lives. The research aimed to determine the influence of debris flow modeling on the hazard analysis of the Jancao River. After carrying out the field tests of soils and topography to be able to analyze them in the laboratory and then carry out the office studies such as the hydrological study and the modeling where three key parameters were evaluated: the volumetric concentration, the representative diameter of the soil and the coefficient of slope roughness, which determine the behavior of the flow and its impact on the environment. Through the use of specialized software and specific geotechnical data from the study area, modeling was carried out that allowed the identification of risk scenarios and danger levels associated with these parameters. The results obtained were that the modeling of debris masses significantly influences the level of danger of the Jancao ravine, since after the analysis periods of both 25, 50, 100 and 500 years the population is exposed to the high and very high danger level, also that the value of the volumetric concentration is 0.61, the representative diameter is 11.21mm and the roughness coefficient is 0.083 since these values are optimal since they influence the debris flow modeling to have greater precision for the evaluation of the danger level. Concluding that debris flow modeling based on key parameters such as volumetric concentration, representative soil diameter and slope roughness coefficient is essential to understand and mitigate the risks associated with the Jancao ravine. These parameters significantly influence the level of danger, especially in long-term analysis scenarios since prevention and mitigation measures can be implemented in this area.

Keywords: Creek, debris flow, soil, slopes, representative diameter, speed, landslides, danger.

INTRODUCCIÓN

Los eventos de movimientos de masas de detritos representan una de las amenazas más graves en regiones montañosas, especialmente en quebradas como la de Jancao, donde las condiciones geológicas, climáticas y topográficas favorecen estos fenómenos. Estas dinámicas naturales son exacerbadas por la interacción de factores como precipitaciones extremas, cambios en el uso del suelo y la inestabilidad inherente de los taludes. En este contexto, la capacidad de predecir y modelar el flujo de detritos se convierte en una herramienta crucial para mitigar riesgos y proteger tanto a las comunidades locales como a la infraestructura crítica. La problemática radica en la falta de estudios detallados que aborden estas variables clave y su impacto en la peligrosidad. Este vacío en la investigación ha llevado a la implementación de medidas de gestión de riesgos basadas en modelos incompletos, lo que puede resultar en subestimaciones del peligro real. Además, las condiciones de vulnerabilidad en la quebrada de Jancao se han intensificado en las últimas décadas debido al crecimiento poblacional y las modificaciones en el uso del suelo, haciendo imperativa la adopción de modelos más robustos.

La quebrada de Jancao, ubicada en una región de alta vulnerabilidad, ha sido escenario de eventos de flujo de detritos que han causado daños significativos en el pasado. Los fenómenos climáticos intensificados por el cambio climático y la creciente presión de las actividades humanas, como la deforestación y la ocupación desordenada del terreno, han incrementado el nivel de peligrosidad asociado a la quebrada. A pesar de la evidente necesidad de gestionar este riesgo, las herramientas de análisis han sido limitadas, subestimando en muchos casos la intervención de parámetros clave en el comportamiento del flujo de masas de lodos o detritos.

Uno de los aspectos fundamentales para evaluar la peligrosidad es el análisis de parámetros geotécnicos y geomorfológicos que definen la dinámica del flujo. En particular, la concentración volumétrica del material, el diámetro representativo del suelo y el coeficiente de rugosidad de la quebrada de estudio son variables que determinan las características del flujo y su impacto sobre el entorno. Sin embargo, estas variables han sido escasamente

consideradas en estudios locales, lo que ha limitado la precisión de los modelos de predicción. El modelado numérico de flujo de detritos, respaldado por la evaluación de parámetros físicos, permite analizar escenarios de riesgo en periodos de retorno específicos, como 25, 50, 100 y 500 años. Este enfoque no solo contribuye a la predicción de la magnitud de los eventos, sino que también dan un sustento conciso para la proyección de su posible mitigación. Sin embargo, para que estos modelos sean efectivos, es necesario comprender cómo influyen los parámetros mencionados en los resultados del modelado y cómo su variabilidad puede afectar el nivel de peligrosidad.

En la investigación, se realizó un estudio integral que combina el modelado numérico con la evaluación de datos geotécnicos y geomorfológicos específicos de la quebrada de Jancao. El objetivo fue demostrar que la concentración volumétrica, el diámetro representativo del suelo y el coeficiente de rugosidad de la rivera tiene un efecto significativo en la peligrosidad del deslizamiento por detritos. Los resultados obtenidos no solo validan esta influencia, sino que también evidencian la importancia de incluir estos parámetros en los modelos de evaluación de riesgos.

En conclusión, este trabajo no solo contribuye al conocimiento teórico y técnico del modelado de flujo de detritos, sino que también ofrece las bases sólidas para la proyección y ejecución de los procedimientos preventivos y de mitigación. Al demostrar que parámetros como la concentración volumétrica, el diámetro representativo del suelo y el coeficiente de rugosidad de la quebrada son determinantes en el nivel de peligrosidad, se refuerza la necesidad de integrar estos factores en las investigaciones de riesgos y plantear alternativas analizando los desastres.

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el campo internacional el flujo de detritos, viene a ser un fenómeno geológico que representa un grave riesgo para comunidades y ecosistemas a nivel global. Esta clase de deslizamiento de tierra, compuesto por una combinación de agua, roca, tierra y material orgánico, puede desencadenarse por precipitaciones intensas, actividad sísmica o la ruptura de represas naturales. Para Casallas (2022) entendiendo la problemática destructiva que trae consigo el flujo de detritos recomienda realizar un procesamiento de imágenes satelitales con el propósito de pronosticar y reducir los daños en la población, ya que, en regiones como los Andes en Sudamérica, los Alpes en Europa y las áreas montañosas de Asia han experimentado devastadores flujos de detritos que han resultado en la pérdida de vidas, la destrucción de infraestructura y daños ecológicos significativos. La creciente frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos debido al cambio climático agravan la situación, aumentando la vulnerabilidad de poblaciones y poniendo de manifiesto la necesidad urgente de comprender y modelar estos fenómenos para mitigar sus impactos.

En el Perú los flujos de detritos son una amenaza recurrente ya que la deforestación y la expansión urbana descontrolada en áreas de riesgo agravan la situación, al reducir la estabilidad del suelo y aumentar la exposición de las comunidades. La capacidad de estructuras hidráulicas para una buena gestión del agua y la ausencia de una red de prevenciones eficaces incrementan la vulnerabilidad de las poblaciones afectadas, de la misma manera Huamán (2022) concuerda que a nivel nacional no existe una política preventiva ya que los gobiernos y las instituciones de investigación deberían de estar enfocados en desarrollar y mejorar modelos predictivos que puedan anticipar estos eventos y reducir su impacto mediante la implementación de medidas de prevención y mitigación.

En Jancao, las comunidades situadas en zonas aguas abajo se encuentran en alto riesgo y enfrentan desafíos diarios relacionados con los flujos de detritos. En áreas propensas a deslizamientos, como ciertos centros

poblados ubicados en laderas montañosas, los habitantes viven con la constante amenaza de eventos destructivos. La falta de planificación urbana y la ocupación de terrenos inestables agravan el problema, dejando a muchas familias en situaciones de vulnerabilidad extrema. La educación y la conciencia respecto a los peligros de los flujos de detritos son a menudo insuficientes, y las capacidades locales para responder a emergencias son limitadas. De la misma manera Reategui (2023) sugiere para reducir los riesgos por flujo de detritos mediante la prevención anticipada y a nivel comunitario debe de realizarse la ejecución de modelos de flujo de detritos que pueda proporcionar una herramienta vital para identificar áreas de alto riesgo, desarrollar estrategias de evacuación efectivas y diseñar infraestructuras de contención.

La investigación sobre el modelado de deslizamientos de detritos es crucial para vincular estos fenómenos con la peligrosidad que representan para las personas en diferentes escalas. Mejorar la precisión y aplicabilidad de estos modelos no solo puede salvar vidas y proteger propiedades, también debe fortalecer capacidad de respuesta de la población ante desastres naturales, promoviendo un desarrollo sostenible y seguro en las zonas afectadas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la influencia del modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la concentración volumétrica que influye en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024?
- ¿Cuál es el diámetro representativo de las partículas que influye en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024?

- ¿Cuál es el coeficiente de rugosidad que influye en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia del modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la concentración volumétrica que influye en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024.
- Determinar el diámetro representativo de las partículas que influye en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco,2024.
- Determinar el coeficiente de rugosidad que influye en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco,2024.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La modelación del flujo de detritos es un área de estudio esencial dentro de la ingeniería civil que busca entender y predecir los movimientos de masas en terrenos inestables. Por lo que se contó de manera teórica primeramente con antecedentes relacionadas al tema tanto de manera internacional, nacional y local; así mismo se contó con el manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 02 versión que proporciona el centro nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres (CENEPRED) emitida en el año 2014 que indica los parámetros de análisis; así mismo se contó con el manual de estimación de riesgo ante movimientos en masa de

laderas del instituto nacional de defensa civil (INDECI) emitida en el año 2011 que da la recomendación y factores de análisis para el riesgo; así mismo se contó con estudios modelo que realizo por parte del sistema de información para la gestión del riesgo y desastres (SIGRID) y del instituto geológico, minero y metalúrgico (INGEMMET)

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Desde una perspectiva práctica, el modelado de deslizamiento de detritos tiene aplicaciones directas en la planificación urbana, la gestión de emergencias y el diseño de infraestructuras resistentes a desastres, por lo que para poder cumplir se tuvo que realizar estudios que sirvieron para obtener los datos reales, estos estudios son el estudio topográfico que se realizara con equipos de topografía calibrados y certificados como la estación total y el GPS que ayudaron a elaborar un mapa topográfico de la quebrada de Jancao; así mismo se hizo el estudio de suelos que sirvieron para tomar muestras para realizar ensayos de laboratorio como el de granulometría y también un estudio hidrológico con el cual se realizó el mapeo hidrológico en base a los datos proporcionados por SENAMHI por el cual se realizó el estudio de la quebrada de Jancao.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Socialmente, el modelar el flujo de detritos fue crucial en la protección de vidas humanas y la seguridad de las comunidades. Los deslizamientos de tierra y masas de detritos representan una amenaza significativa para las poblaciones que viven en áreas montañosas y regiones propensas a desastres naturales. La implementación de modelos predictivos y estrategias de mitigación basadas en esta investigación reduce significativamente el impacto de estos eventos, minimizando las pérdidas humanas y materiales. Además, sensibilizar y enseñar a las comunidades sobre los riesgos y las medidas preventivas crea una cultura de prevención y preparación, fortaleciendo la capacidad de responder ante emergencias. Este trabajo no solo tiene el potencial

de mejorar la seguridad y bienestar de las poblaciones vulnerables, sino también se fomentará un desarrollo urbano más seguro y sostenible.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Permisos respectivos para el acceso a la quebrada Jancao por parte de las autoridades y propietarios de terrenos aledaños al cauce de la quebrada.

La investigación solo se realizó con la población aguas debajo de la quebrada de Jancao.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. VIABILIDAD ECONÓMICA

A nivel económico el autor contó con los medios económicos para poder realizar los estudios suficientes, trámites necesarios que tendría el estudio. Por lo que es económicamente viable, ya que los costos asociados a la recopilación de datos, software de modelación y procesamiento de información son asumidos íntegramente por el investigador. Se emplearán herramientas de acceso libre, como HEC-RAS, optimizando los recursos sin comprometer la calidad del estudio. Además, el uso de información disponible de entidades oficiales reducirá gastos en la recopilación de datos. La inversión realizada permitirá obtener resultados de alto impacto para la gestión del riesgo, justificando plenamente su ejecución.

1.6.2. VIABILIDAD TÉCNICA

Técnicamente fue viable ya que se tuvo el acceso a tecnologías avanzadas de modelación numérica, como HEC-RAS, que permiten simular como es el actuar de los flujos de detritos con alta precisión. La existencia de datos topográficos detallados obtenidos mediante un levantamiento topográfico con equipos de topografía adecuados y modelos digitales de elevación, junto con registros climáticos e hidrológicos locales proporcionados por instituciones como SENAMHI mediante sus páginas oficiales, facilitan la validación del modelo. Asimismo, el desarrollo de Sistemas de Información Geográfica (SIG)

optimiza el procesamiento y análisis espacial de la información. La experiencia técnica y estudios realizados a través de ensayos en ingeniería geotécnica e hidrológica asegura una adecuada interpretación de los resultados, permitiendo generar mapas de susceptibilidad y peligro que contribuyen a la gestión del riesgo de desastres. Además, esta investigación responde a la necesidad de herramientas predictivas para la planificación urbana y la protección de la población en zonas vulnerables de las zonas aledañas a la quebrada de Jancao. La implementación de los resultados fortalecerá las estrategias de mitigación y adaptación ante eventos extremos, promoviendo un desarrollo territorial sostenible en la región de Huánuco.

1.6.3. VIABILIDAD DE RECURSOS HUMANOS

Se contó con la ayuda de profesionales que ayudaran en el diseño como son ingenieros civiles también con técnicos que ayudaran con los estudios de campo tanto de topografía y suelos. Así mismo se cuenta con la viabilidad en recursos humanos, ya que el investigador posee la formación y experiencia necesarias en topografía, hidrología, geotecnia y modelación numérica para liderar el estudio. Además, contó con el apoyo y asesoría de profesionales especializados en las áreas de estudio que se requirió en la investigación, lo que garantizará un enfoque multidisciplinario y resultados de alta precisión. Todos los costos asociados serán cubiertos por el investigador, asegurando la ejecución del proyecto sin limitaciones externas y optimizando el uso de recursos humanos especializados.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Cerquera (2022) en su tesis titulada Determinación de la amenaza por flujo de detritos en la cuenca de la quebrada Estaquecá. El objetivo fue determinar el peligro de los flujos de escombros utilizando herramientas de modelado cualitativo en la cuenca del Estakeka Creek, con resultados: La avalancha se originó porque el cañón está en una zona geológica con materiales inestables, como clorita, filita y cuarzo, que están altamente fracturados y fallados. Estos materiales, siendo rocas metamórficas, provocan la caída de grandes bloques en terrenos escarpados con pendientes pronunciadas. Además, el arroyo se encuentra en una zona con fallas importantes como la del Río Negro, Ketame y Estaqueca. Sin embargo como conclusión, según el análisis de imágenes de sensores remotos mostró que la inestabilidad se generó principalmente en la pendiente del canal, sin deslizamientos en otras áreas de la cuenca, lo que sugiere que está relacionada con procesos de erosión en el lecho del río.

Fallas (2020) en su estudio titulada Modelación y Mapeo de flujo de lodos y en la cuenca del río Zapote, presentada a la Universidad de Costa Rica, lo cual tuvo como objetivo proyectar el movimiento de lodos y detritos con eventos extremos huracanes y tormentas, se hicieron uso de modelos hidráulicos bidimensionales lo cual son capaces de modelar flujos no newtonianos mediante FLO 2D, también hicieron uso de modelos hidrológicos utilizando el HEC-HMS para conseguir los gráficos de eventos de precipitaciones, se analizaron los caudales para 5, 10,25,50 y 100 años dando como resultados 127 deslizamientos en un área de 0.96 km² provocado por el huracán Otto, también se generaron una concentración volumétrica de que van de 0.45 a 0.55 por lo que con estos resultados se tuvo una buena calibración del modelo debido a que en campo las alturas de inundación concuerdan con las alturas del

modelo generado. Concluyendo así que el modelado de deslizamiento de detritos ha impactado mucho debido a que estos han incrementado la velocidad y la altura del flujo aumentando así la peligrosidad en la zona de estudio.

Casallas (2022), en su tesis titulada Detección de posibles sitios inestables de taludes por medio de la técnica de acumulación de flujo apoyado en los sistemas de información geográfica, tuvo como objetivo principal identificar lugares ocasionados por manejar inapropiadamente las aguas usando Herramientas GIS y del tratamiento digital de Imágenes, donde obtuvo los resultados que demuestran un rango de masas acumuladas entre 0 y 580.624 m³, con el fin de hacer un análisis acorde a la realidad se procedió a restringir el rango de análisis para los masas acumulados que se ubican entre los 500 y 1.500. Demostrando que se garantiza la exclusión del estudio para los lugares que son masas de aguas permanentes o intermitentes (masas de acumulación superior a 1.500), en conclusión, identificando los lugares vulnerables a deslizamientos en la etapa preconstructiva, es posible decir se debe hacer las fiscalizaciones correctas, así se evitaría interponerse inapropiadamente lo que llevaría a fallas de taludes y del terreno.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

De la Cruz (2021) en su tesis titulada Estimación de riesgos por flujos de detritos en la quebrada San Jerónimo Lunahuana – Cañete, tuvo como objetivo saber la valoración de riesgos por masas de detritos en la rivera San Jerónimo con el fin de sugerir alternativas de prevención para reducir los riesgos latentes, donde se obtuvo los siguientes resultados: La identificación del peligro en la quebrada San Jerónimo reveló que la peligrosidad fue muy alto para flujos de detritos, con un rango de $0.263 < P \leq 0.509$. El análisis de vulnerabilidad mostró un valor de 0.379, indicando que los 182 habitantes, 60 viviendas y 2 instituciones educativas tienen una vulnerabilidad muy alta ($0.260 \leq V < 0.503$). Se recomienda implementar un SIG para la estimación de riesgo y la gestión

de desastres, basado en los resultados de la simulación numérica de flujos.

Arroyo y Campos (2020) en su tesis titulada Resiliencia de la población ante los desastres por flujo de detritos como consecuencia del cambio climático en Matucana, Huarochirí -2020. Teniendo como objetivo evaluar el comportamiento de los pobladores para evitar los desastres por movimientos de detritos. Teniendo como resultado que arrojó un valor de 0.363, dentro del rango >0.260 , indicando un rango muy alto de vulnerabilidad. Esto significa que la comunidad se ve comprometida a parámetros que dañan su salud, sus propiedades y su ecosistema, además de tener recursos limitados. La infraestructura de las viviendas también contribuye a la alta vulnerabilidad de la zona ante desastres. concluyendo la investigación el estudio en Matucana utilizó el método de Saaty y el procedimiento del Manual de CENEPRED para evaluar el peligro, vulnerabilidad y riesgo de desastres por masas de detritos. Concluyendo que se mostraron un nivel alto de peligro (0.245), una vulnerabilidad muy alta (0.363) y un riesgo muy alto (0.089).

Huamán (2022) en su tesis titulada Riesgo en el centro poblado Otari San Martin ante el peligro por flujo de detritos Pichari Cusco 2021, donde su objetivo principal fue estudiar el riesgo por movimiento de detritos en la población de Otari, donde se obtuvo valores que mencionan que 40 casas, un colegio y una construcción religiosa se ven comprometidos al peligro por movimientos de detritos con una calificación de alto con valores entre $0.144 \leq P < 0.275$, por estar cerca al río Cuscomayo; donde para el análisis se tomó en cuenta a la gente y a las casas así como los parámetros de exhibición, fragilidad, resiliencia en 27 viviendas se obtuvo un nivel alto $0.147 \leq V \leq 0.284$ y las demás en un nivel medio $0.084 \leq V \leq 0.147$; para el riesgo 35 viviendas con un nivel alto $0.022 \leq R < 0.083$, proponiendo la implementación de estructuras que permitan prever, aplacar y disminuir los daños y pérdidas de vida.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Santiago (2023), en su tesis titulada Umbrales De Precipitación De Lluvia Como Factor Detonante, Para El Seguimiento Y Pronóstico, De Movimientos De Flujo De Detritos En La Quebrada Rosayoc/Batán – Distrito De San Rafael - Provincia De Ambo – Departamento De Huánuco, su objetivo principal fue determinar los comienzos de lluvias y pronóstico del movimiento de detritos en la rivera Rosayoc/Batán, donde obtuvo los resultado mediante la comparación determino que la lluvia acumulada detonante (LA 1) de 5 y 18 días; igualmente, se calculó los umbrales mínimos LA2 de 5 y 7 días, en condiciones húmedas (AMCIII) del suelo para los periodos de retorno (TR) de 15 y 25 años, demostrando que los más catastróficos son la lluvia acumulada (LA 1) de 18 días y LA2 de 5 días comparados con los umbrales mínimos de lluvia acumulada (LA 1) de 5 días y LA2 de 7 días respectivamente. Concluyendo que en la zona baja de la rivera se hallan los rangos muy alto y alto; en la parte media, se hallan los niveles alto y medio; y en la parte alta, se calculó una peligrosidad alta.

Reategui (2023) en su tesis titulada Sistema de alerta temprana ante flujo de detritos en la intervención inicial de la población del centro poblado 16 de Noviembre, Ambo - Huánuco -2022, su objetivo fue demostrar que la red de prevención temprana ante el movimiento de detritos influye en la participación inicial de la población, donde obtuvo los resultados donde afirma que el sistema de alerta temprana impactan positivamente en la intervención inicial de la población del Centro Poblado, esto se ve demostrado con el valor de la correlación de Pearson de 0,973, siendo una correlación positiva muy alta. Concluyendo al respecto a la intervención inicialmente tenía una valoración de REGULAR mejorando esto mediante de la ejecución del sistema, el cual se logró mediante un curso participativo, donde luego de un segundo simulacro una valoración de "Muy Bueno".

Salinas (2023) en su tesis titulada Análisis de mitigación aplicando el modelo FLO – 2d del flujo de detritos de la quebrada Huamanpari, en el sector 7 de noviembre y el porvenir del distrito y provincia de Ambo – Huánuco – 2020, tuvo como objetivo principal estudiar el modelo FLO – 2D para la reducción de las masas de detritos, donde obtuvo los resultados del valor del área de estudio de 33.628 km², el perímetro 29.908 km, ancho medio 3.36 km, coeficiente de compacidad 1.454, factor de forma 4.877, lago de la rivera principal 9.979 km, coeficiente de torrencialidad 14.271, tiempo de demora movimiento de detritos 5.01 minutos. Concluyendo que se debe plantear la implementación de una defensa ribereña con enrocado en ambos lados.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. VARIABLE INDEPENDIENTE: FLUJO DE DETRITOS

Tipos y subtipos:

SERNAGEOMIN (2007) indica los conceptos para los diferentes tipos de movimientos en masa:

Tabla 1

Tipos de movimientos

Tipos	Subtipo
Caídas	Caída de roca (detritos o suelo)
Volcamiento	Volcamiento de bloque y flexural de roca
Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento traslacional, en cuña y rotacional
Propagación lateral	Propagación lateral lenta, lateral por licuación
Flujo	Flujo de detritos Flujo de lodo Flujo de turba Avalancha de detritos
Reptación	Reptación de suelos Soliflucción, geliflucción (en permafrost)
Deformaciones gravitacionales profundas	

Nota: La tabla muestra el movimiento de los detritos según la composición geológica.

Caída (Fall)

SERNAGEOMIN (2007) nos dice que la caída es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento.

Figura 1

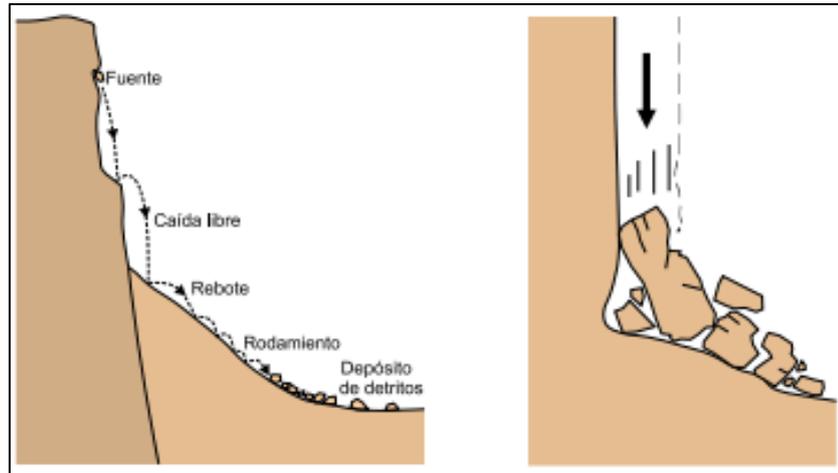
Caída de roca fragmentada



Nota: La figura muestra las caídas de rocas fragmentadas en diferentes lugares.
Fuente: SERNAGEOMIN (2007).

Figura 2

Forma de caída de rocas



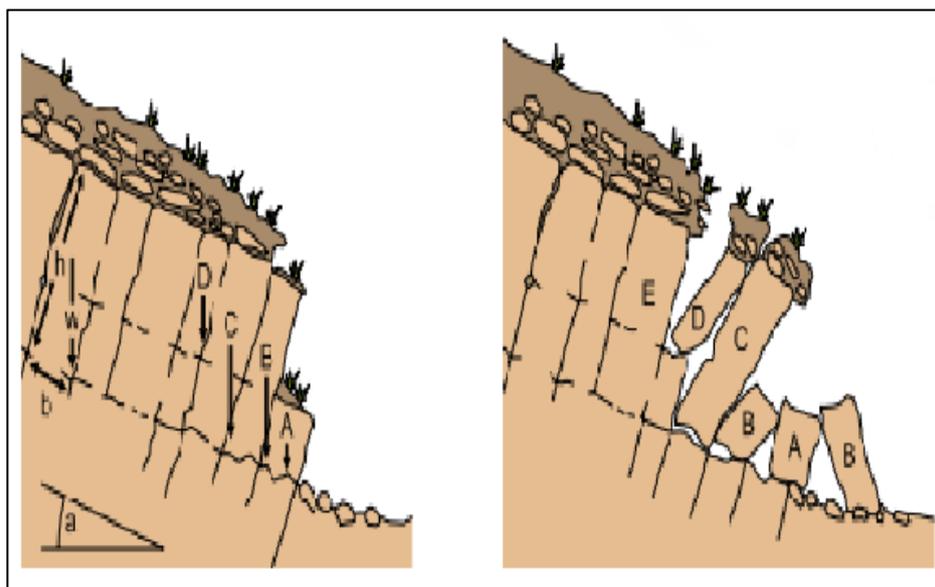
Nota: La figura muestra el deslizamiento de rocas. Fuente: SERNAGEOMIN (2007).

Volcamiento (Toppling)

Varnes (1978) define así a un tipo de desplazamiento en masa en el cual hay una rotación usualmente de frente de uno o muchos bloques de roca o suelo, próximas de un punto de giro en su parte baja. Este movimiento sucede por acción de la gravedad, por empujes de las unidades colindantes o por el aplastamiento de fluidos en grietas.

Figura 3

Forma de vuelco



Nota: La figura muestra el vuelco en bloque. Fuente: SERNAGEOMIN (2007).

Deslizamiento (Slide)

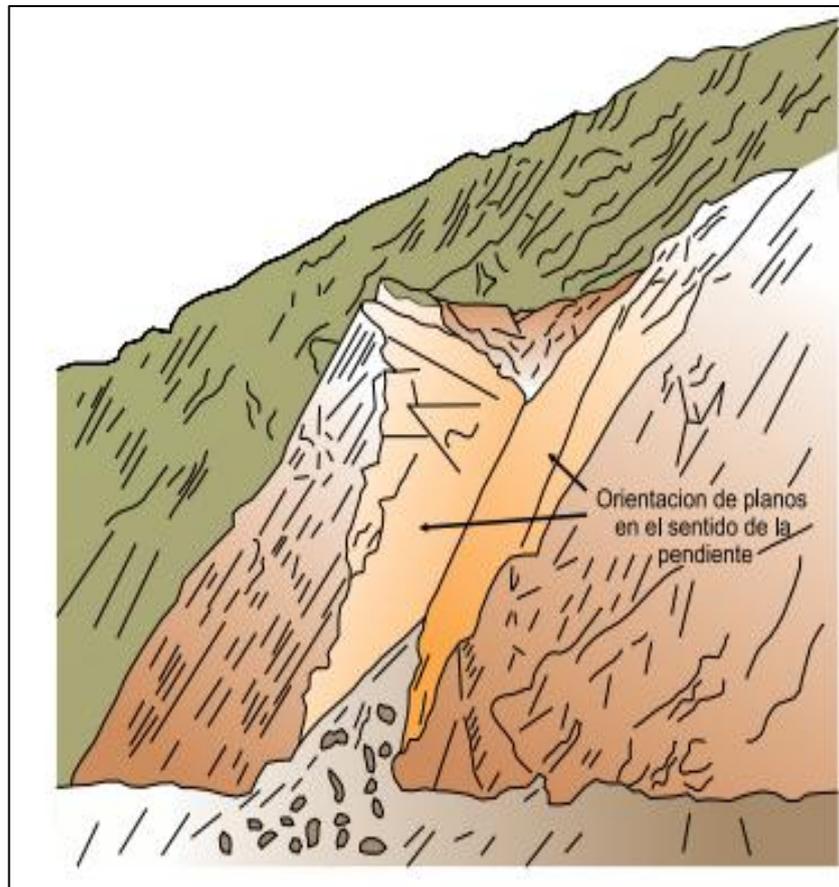
Cruden y Varnes (1996) mencionan que es un movimiento ladero inferior de una masa de suelo o roca cuyo movimiento ocurre sobresalientemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante.

Deslizamiento traslacional (Translational slide):

Cruden y Varnes (1996) indican que es un movimiento en el cual la masa se desliza a lo largo de un lugar de falla plana u ondulada. Estos movimientos pueden ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento sucede repetidamente a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación entre la roca y el suelo residual o movido que esta sobre ella.

Figura 4

Esquema de deslizamiento



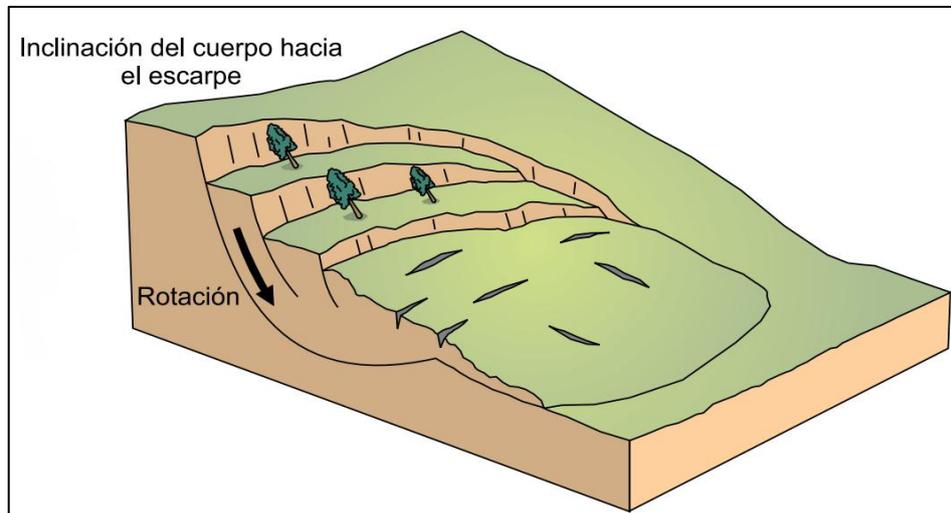
Nota: La figura muestra un deslizamiento en cuña. Fuente: SERNAGEOMIN (2007).

Deslizamiento rotacional (Rotational slide, Slump)

Cruden y Varnes (1996) indican que es el movimiento en el cual la masa se desliza a lo largo de un lugar de falla curva y cóncava. Los desplazamientos en masa rotacionales demuestran una forma distintiva diferenciado por un escarpe fundamental pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del movimiento hacia el escarpe principal. La distorsión interna de la masa movida es frecuentemente muy poca.

Figura 5

Forma de deslizamiento



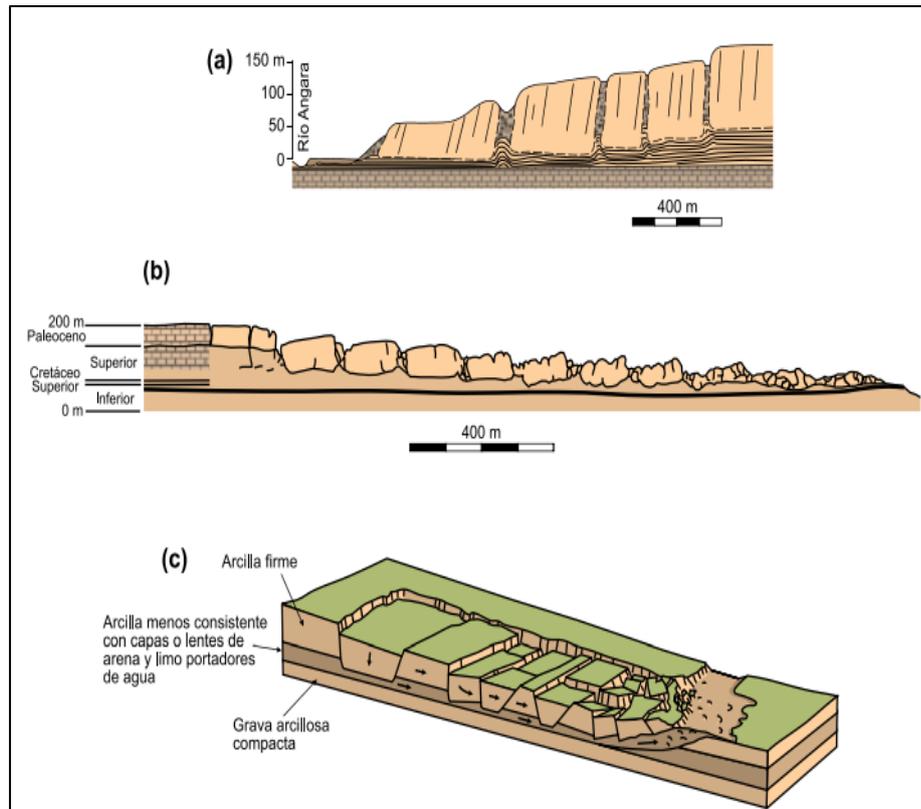
Nota: La figura muestra un deslizamiento rotacional mostrando los rasgos morfológicos característicos. Fuente: SERNAGEOMIN (2007).

Propagación lateral (Lateral Spread)

Cruden y Varnes (1996) nos dicen que la difusión lateral es un tipo de deslizamiento en masa cuyo movimiento ocurre sobresalientemente por la distorsión interna (expansión) del material. La mayoría de los desplazamientos y los flujos implican algún grado de expansión. Las difusiones laterales pueden estimarse como la fase final en una serie de movimientos donde la distorsión interna prevalece fundamentalmente sobre otros mecanismos de desplazamiento como los que dominan en el movimiento o el flujo.

Figura 6

Esquema de expansiones laterales



Nota: La figura muestra un deslizamiento rotacional mostrando los rasgos morfológicos característicos. Fuente: SERNAGEOMIN (2007).

Flujo (Flow)

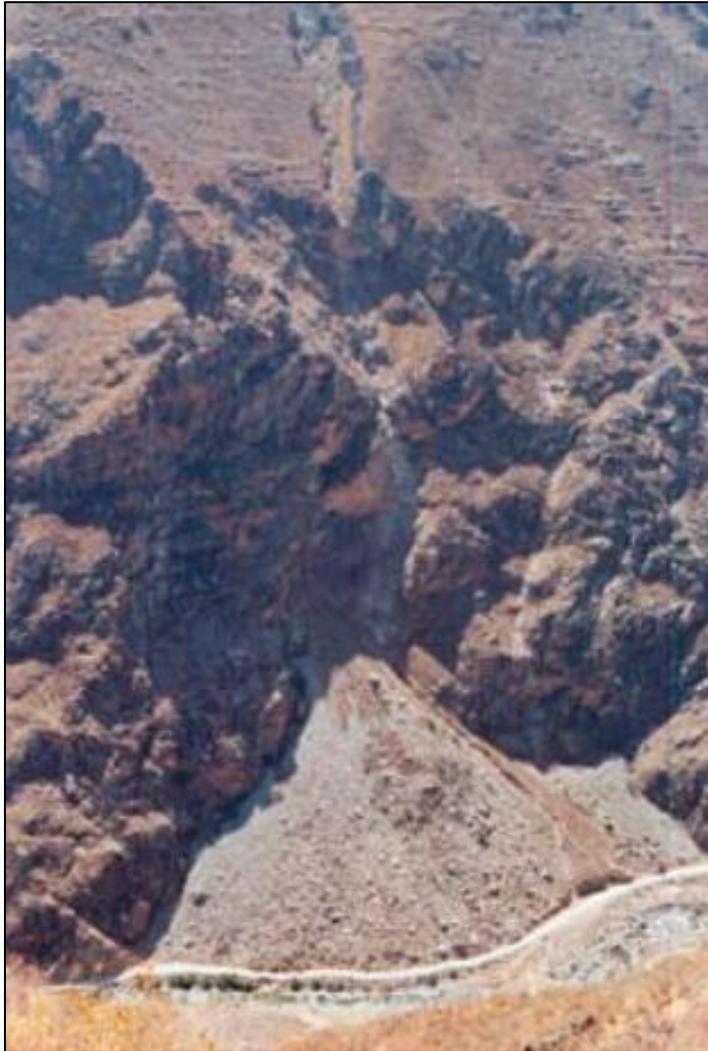
Varnes (1978) menciona que viene a ser el desplazamiento en masa que en su movimiento demuestra una conducta parecida al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco.

Flujos secos

Varnes (1978) menciona que la palabra flujo trae de manera directa a la memoria la idea del contenido de agua, y de igual manera para la mayoría de los desplazamientos de estas características se debe tener cierto contenido de agua. Sin embargo, suceden con alguna continuidad menores flujos secos de material granular.

Figura 7

Cono de detritos



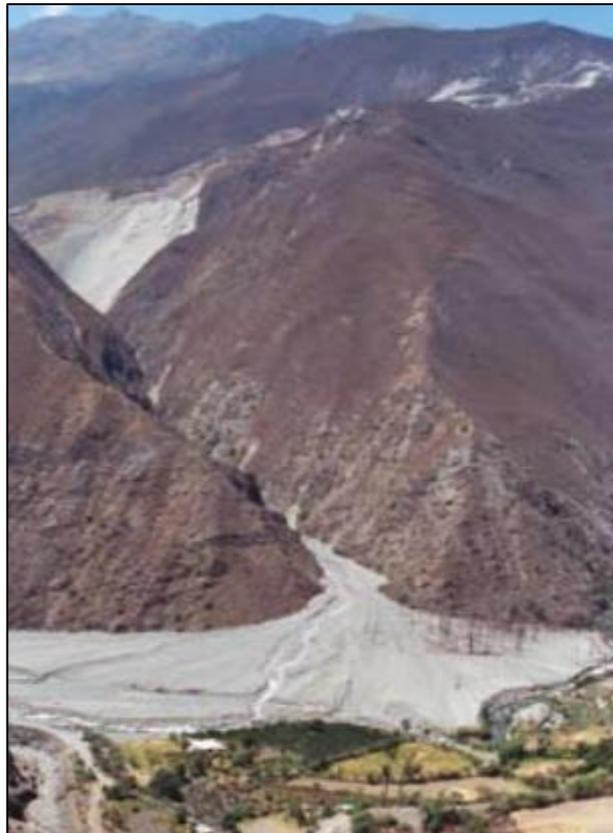
Nota: Se muestra el cono de detritos. Fuente: SERNAGEOMIN (2007).

- **Flujo de detritos (Debris flows)**

Varnes (1978) nos dice que es un flujo muy y excesivamente rápido de detritos saturados, no plásticos (Índice de plasticidad inferior al 5%). Comienzan como uno o más movimientos en la parte alta de la cuenca o por desequilibrio de partes de pendientes firmes.

Figura 8

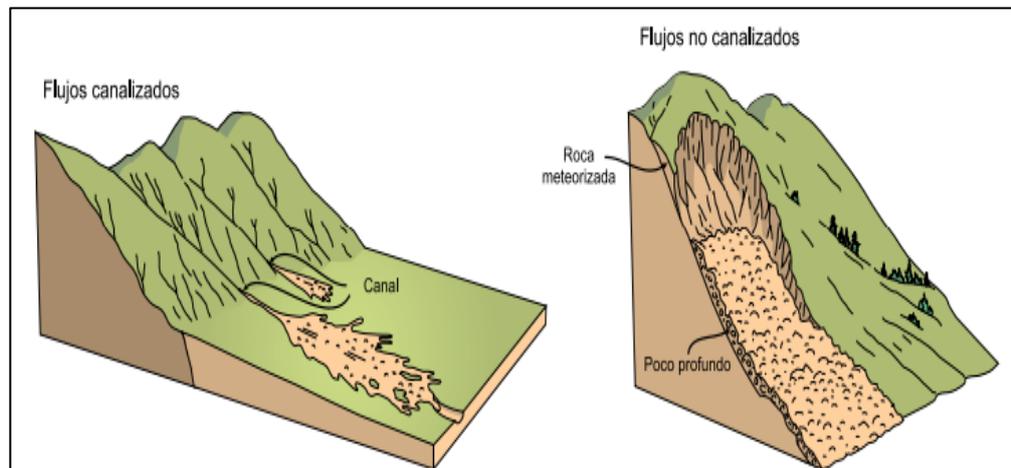
Flujo de detritos



Nota: La figura muestra el movimiento de detritos. Fuente: SERNAGEOMIN (2007).

Figura 9

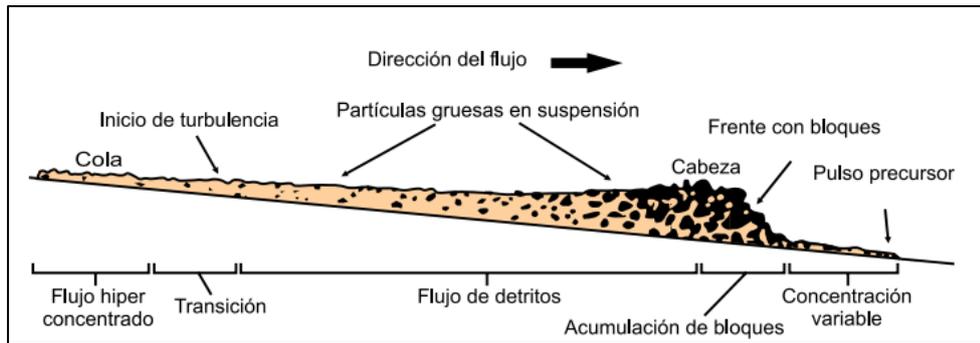
Diagrama de flujos



Nota: La figura muestra el esquema de flujos canalizados y no canalizados. Fuente: SERNAGEOMIN (2007).

Figura 10

Esquema de flujos



Nota: La figura muestra la dirección del flujo. Fuente: SERNAGEOMIN (2007).

- **Flujo de lodo (Mud flow)**

Varnes (1978) indica que el flujo canalizado muy veloz a exageradamente rápido de detritos saturados plásticos, cuyo volumen de agua es notablemente superior al del material fuente (Índice de Plasticidad mayor al 5%). La naturaleza de este tipo de deslizamiento es parecida al del flujo de detritos, pero la fracción arcillosa cambia la geología del material.

Figura 11

Flujo de lodos



Nota: La figura muestra el flujo de lodos. Fuente: SERNAGEOMIN (2007).

2.2.2. NIVEL DE PELIGROSIDAD

Lario y Bardají (2016) nos mencionan que son las fases geológicas que de a poco han ido constituyendo la superficie de la tierra, casi siempre suponen peligros o amenazas para las personas, logrando llegar a originar significantes pérdidas de vidas y económicas, pasando a ser riesgos o catástrofes, con respecto sus magnitudes. El estudio de riesgos geológicos debe hacerse, por tanto, en función de las características del fenómeno natural que origina el daño (peligrosidad), la debilidad del medio calculado según la parte de daños esperable (vulnerabilidad) y de la porción de bienes materiales y humanos comprometidos. La protección a estos fenómenos de riesgo, se estudian todas aquellas medidas cambiantes de alguno de las variables de riesgo (peligrosidad, exposición y vulnerabilidad) que a su vez son función del tipo de amenaza al que luchemos.

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, (2021) indica que los peligros geológicos conocidos en el lugar evaluado, son deslizamientos de masas de detritos, movimientos y derrumbes.

- **Condiciones geomorfológicas**

El CENEPRED (2023) nos menciona lo siguiente:

- ✓ **Cauce de quebrada**

Se entiende desde el origen de la Quebrada y la parte de evaluación, donde chicas quebradas atravesadas en aspecto de V, concluyen en los angostos cauces de río o recolector superior.

- ✓ **Vertiente aluvio-torrencial**

Se halla ligados a acopios dados por los movimientos de detritos (huaycos) y de lodo de modelo inusual. Posee pendientes suaves, inferior a 5°, está conformado por porciones rocosos heterométricos (bloques y detritos), sub ángulos, en matriz limo-arenosa, llevados por las quebradas y colocados en tipo de cono.

✓ **Montaña en roca metamórfica**

Viene a ser el brote de rocas metamórficas en forma de esquistos, menguados por series denudativos, compuesto de elevaciones prolongados, con laderas cortadas y de pendiente de 30° a 40°.

✓ **Llanura o planicie inundable**

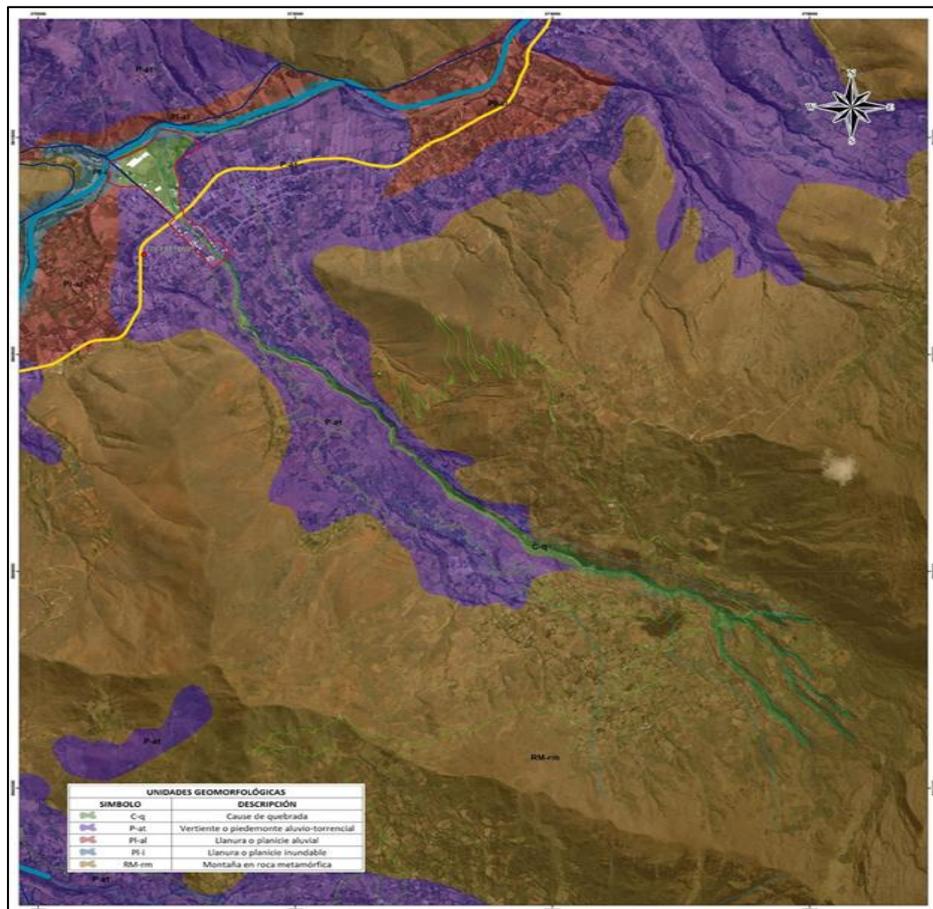
Es el área apegada a un cauce fluvial que permanentemente suele colmarse, su relieve manifiesta pendientes menores a 4°-6°, se hallan compuestos por elementos granulares.

✓ **Llanura o planicie aluvial**

Grupo de paisajes extensos propios por una topografía llana y baja en concordancia con el nivel de pendientes inferiores a 15% y formados por el depósito de viejas masas de agua que no prosiguen un recorrido claro, creando una explanada.

Figura 12

Mapa de geomorfología



Nota: La figura muestra el mapa geomorfológico de Santa María del Valle. Fuente: Arata (2023).

- **Clasificación del peligro**

Según De Guadalupe (2015) nos menciona que el peligro, según su origen, es de dos tipos: de origen natural y de tipo tecnológico o causado por la acción humana. Además, los peligros de origen natural se pueden clasificar en 03 categorías:

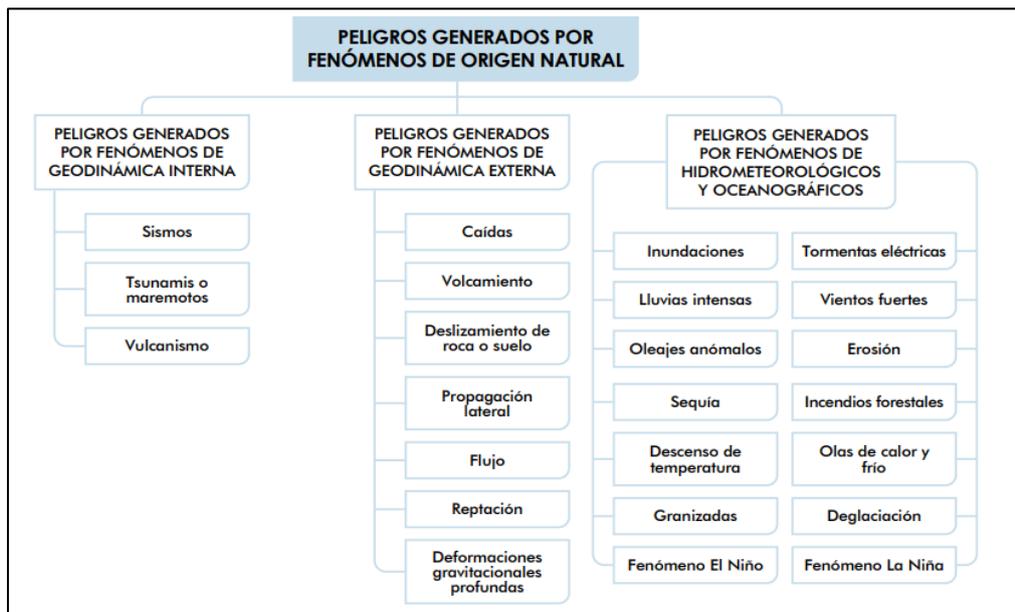
- Peligros generados por fenómenos de geodinámica interna
- Peligros generados por fenómenos de geodinámica externa
- Peligros generados por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos.

- **Peligros generados de origen natural**

Según De Guadalupe (2015) nos menciona que luego de determinar el área de impacto de los peligros creadas por los eventos de origen natural, es necesario evaluar los parámetros que perturban el origen (mecanismo de formación) de los fenómenos, parámetros similares que crean condiciones favorables para su evaluación. Se utiliza una estructura de clasificación de peligros específica para determinar los parámetros de evaluación.

Figura 13

Peligros de origen natural



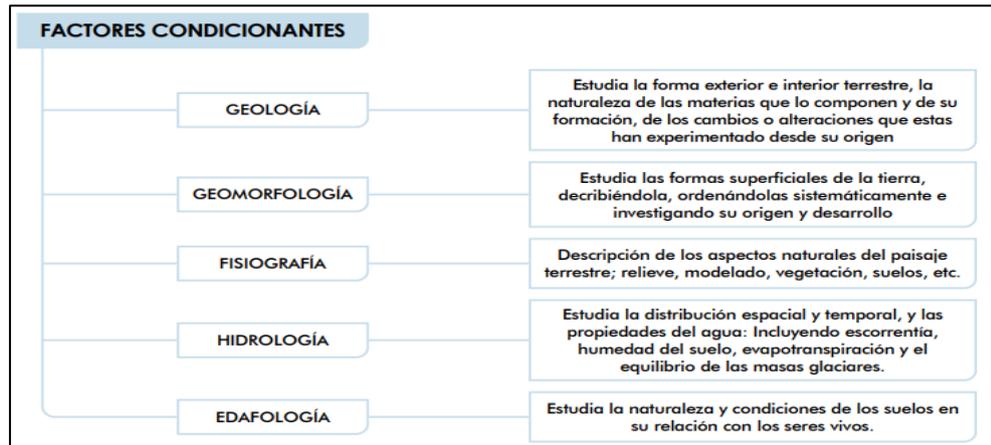
Nota: Se muestra la clasificación de peligros naturales. Fuente: De Guadalupe (2015).

- **Factores riesgo del peligro**

Según De Guadalupe (2015) nos menciona que los factores condicionantes: Son parámetros propios del área geográfica en estudio que contribuyen o favorecen el desarrollo de un fenómeno natural (escala e intensidad) y su distribución espacial.

Figura 14

Condicionantes del peligro

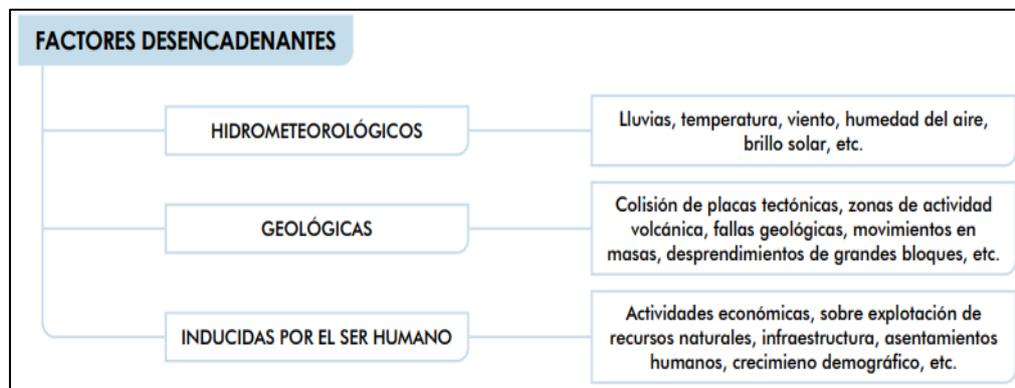


Nota: La figura muestra los factores condicionantes del peligro. Fuente: De Guadalupe (2015).

Según De Guadalupe (2015) nos menciona que los Factores desencadenantes: Son parámetros propios del área geográfica en estudio que contribuyen o no favorecen el crecimiento de un fenómeno natural (escala e intensidad) y su entrega en su espacio.

Figura 15

Factores desencadenantes



Nota: La figura muestra los factores desencadenantes del peligro. Fuente: De Guadalupe (2015).

Tabla 2
Matriz de Peligro

NIVEL PELIGRO	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	<p>Terreno abrupto y escarpado, predominantemente rocoso, con grandes áreas cubiertas por nieve y glaciares. El suelo es típico de rellenos sanitarios y carece de cobertura vegetal en un 70-100%. Actualmente, el suelo se utiliza en áreas urbanas conectadas por sistemas de redes para su funcionamiento normal. Tsunamis: Grado 4, con terremotos de magnitud superior a 7 y una intensidad desastrosa. Vulcanismo: Piroclastos de más de 1,000,000,000 m³, con un alcance mayor a 1,000 m y un Índice de Explosividad Volcánica (IEV) superior a 4. Descenso de Temperatura: Inferior a -6°C, con una altitud entre 4,800 y 6,746 msnm y un cielo despejado (nubosidad N = 0). Inundaciones: Precipitaciones anómalas positivas superiores al 300%, proximidad a fuentes de agua menor a 20 m y precipitaciones torrenciales mayores a 60 mm/h en una hora. Sequía: Severa, con precipitaciones anómalas negativas superiores al 300%. Sismos: Magnitud superior a 8.0, con grandes terremotos de intensidad XI y XII. Pendiente: Entre 30° y 45°.</p>	<p>0.260 ≤ R < 0.50 3</p>
ALTO	<p>El relieve de esta región es variado, compuesto principalmente por mesetas andinas y numerosas lagunas alimentadas por el deshielo,</p>	<p>0.134 ≤ R < 0.26 0</p>

donde se encuentran varios lagos y lagunas. El tipo de suelo es arena eólica y/o limo (con y sin agua), con una cobertura vegetal escasa, del 40 al 70%. El uso actual del suelo incluye terrenos cultivados permanentemente con frutales y diversos cultivos como productos alimenticios, industriales y de exportación. También hay zonas cultivables en descanso, como los barbechos que permanecen improductivos por periodos determinados. Tsunami: Grado 3, con sismos de magnitud 7 e intensidad muy grande. Vulcanismo: Piroclastos de 100,000,000 m³, con un alcance entre 500 y 1000 m y un Índice de Explosividad Volcánica (IEV) de 3. Descenso de temperatura: Entre -6 y -3°C, a una altitud de 4000 a 4800 msnm, con nubosidad entre 1/8 y 3/8, el cielo estará poco nuboso. Inundación: Precipitaciones anómalas positivas del 100% al 300%, con proximidad a fuentes de agua entre 20 y 100 m e intensidad de precipitaciones muy fuertes en una hora, entre 30 y 60 mm/h. Sequía: Moderada, con precipitaciones anómalas negativas del 100% al 300%. Sismo: Magnitud entre 6.0 y 7.9, con intensidad IX y X. Pendiente: Entre 25° y 45°, en zonas inestables, con macizos rocosos sometidos a meteorización y/o alteración de moderada a intensa, muy fracturados.

MEDIO

Terreno con una cobertura vegetal escasa, del 20 al 40%. Actualmente,

0.068≤R<0.13

4

el suelo se utiliza para plantaciones forestales, con árboles que forman una masa boscosa para cumplir objetivos como producción, fuente de energía, protección de cuerpos de agua y corrección de problemas de erosión. Tsunami: Grado 2, con sismos de magnitud 6.5 e intensidad grande. Vulcanismo: Piroclastos de 10,000,000 m³, con un alcance entre 100 y 500 m y un Índice de Explosividad Volcánica (IEV) de 2. Descenso de Temperatura: Entre -3°C y 0°C, a una altitud de 500 a 4000 msnm, con nubosidad entre 4/8 y 5/8, el cielo estará nuboso. Inundación: Precipitaciones anómalas positivas del 50% al 100%, con proximidad a fuentes de agua entre 100 y 500 m e intensidad de precipitaciones fuertes en una hora, entre 15 y 30 mm/h. Sequía: Ligera, con precipitaciones anómalas negativas del 50% al 100%. Sismo: Magnitud entre 4.5 y 5.9, puede causar daños menores en la localidad, con intensidad VI, VII y VIII. Pendiente: Entre 20° y 30°, en zonas de estabilidad marginal, con laderas que presentan erosión intensa.

El terreno es generalmente plano y ondulado, con una cobertura vegetal escasa, del 0 al 20%. El uso actual del suelo incluye pastos naturales en extensiones amplias que cubren las laderas de los cerros, adecuadas para ciertos tipos de ganado. Su vigor depende del periodo del año y de la presencia de lluvias. También hay áreas sin uso o improductivas, que no

0.035≤R<0.06

8

BAJO

pueden ser aprovechadas para ninguna actividad. Tsunami: Grado 0 o 1, con sismos de magnitud menor a 6.5 e intensidad algo grande o ligera. Vulcanismo: Piroclastos de 1,000,000 m³, con un alcance menor a 100 m y un Índice de Explosividad Volcánica (IEV) menor a 1. Descenso de Temperatura: Entre 0°C y 6°C, a una altitud menor a 3500 msnm, con nubosidad entre 6/8 y 7/8, el cielo estará muy nuboso. Inundación: Precipitaciones anómalas positivas menores al 50%, con proximidad a fuentes de agua mayor a 1000 m e intensidad de precipitaciones moderadas en una hora, menor a 15 mm/h. Sequía: Incipiente, con precipitaciones anómalas negativas menores al 50%. Sismo: Magnitud menor a 4.4, sentido por mucha gente, con intensidad menor a V. Pendiente: Menor a 20°, en laderas con materiales poco fracturados, moderadamente a poco meteorizados, parcialmente erosionadas y no saturadas.

Nota: La tabla muestra el nivel de riesgo con sus respectivas descripciones. Fuente: De Guadalupe (2015).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Amplitud:** Desastres (2015) menciona que es la longitud de la cabecera a la línea de equilibrio. La amplitud es utilizada para calcular la energía trasladada por la onda sísmica.
- **Análisis de riesgos:** CENEPRED (2014) puntualiza que es un procedimiento técnico, que permite identificar y caracterizar los peligros, analizar las vulnerabilidades, calcular, controlar, manejar y comunicar los

riesgos, para lograr un desarrollo sostenido mediante una adecuada toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres.

- **Desastres:** CENEPRED (2014) describe que es un conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales.
- **Flujo de lodo:** Oldrich, (2004) define que es un desplazamiento orientado muy veloz a demasiado rápido de lodos saturados, donde su contenido de agua es considerablemente superior ($IP > 5\%$).
- **Frecuencia:** Desastres (2015) explica que es el número de revoluciones que se dan por unidad de tiempo. La energía de la onda es directamente proporcional a la frecuencia.
- **Gestión de desastre:** MCLCP (2009) menciona que es un conjunto de conocimientos, medidas, acciones y procedimientos, que conjuntamente con el uso racional de recursos humanos y materiales, se orientan al planeamiento, organización, dirección y control de actividades relacionadas con la prevención, la respuesta y la reconstrucción.
- **Intensidad:** Oldrich, (2004) precisa que es una palabra usada para nombrar a factores como la máxima velocidad y el fondo de un flujo, área y distancia del lugar de propagación (runout), espesor del depósito de un desplazamiento en masa, etc.
- **Longitud de Honda:** Desastres (2015) detalla que es la longitud entre 02 02 valles no sucesivos. La energía trasladada por la onda es equitativo a la inversa de la longitud de onda.
- **Magnitud:** Crozier y Glade (1999) explican que es un término usualmente utilizado para referirse al volumen de un movimiento en masa. Algunos autores consideran que la magnitud debe incluir parámetros adicionales como la velocidad, distancia de viaje, la deformación del terreno, el espesor de la masa desplazada y el área afectada.
- **Mitigación:** MCLCP (2009) precisa que es la disminución de las consecuencias de un desastre, especialmente reduciendo la vulnerabilidad. La cantidad de evitar que se sujeten a nivel de ingeniería,

dictado de normas legales, la planificación y otros, están ordenados a custodiar las vidas humanas, de posesiones materiales.

- **Monitoreo:** CENEPRED (2014) indica que es una secuencia de evaluación y seguimiento del desarrollo de un evento, ya sea de manera visual o instrumental, que pueda originar una catástrofe.
- **Peligro:** MCLCP (2009) define que es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico potencialmente dañino, para un periodo específico y una localidad o zonas desconocidas.
- **Peligrosidad:** SERNAGEOMIN (2007) explica que es una amenaza por movimientos en masa.
- **Plan:** Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2014) explica que es un instrumento diseñado para alcanzar determinados objetivos, en el que se definen en espacio y tiempo los medios utilizables para lograrlos. En él se contemplan en forma ordenada y coherente las metas, estrategias, políticas, directrices y tácticas, así como los instrumentos y acciones que se utilizarán para llegar a los fines deseados.
- **Prevención:** CENEPRED (2014) explica que es una secuencia de la administración del riesgo de catástrofes, que conforma las acciones que se dedican a evitar el origen de otros riesgos en la sociedad en el fin de la gestión del desarrollo sostenible.
- **Proceso de estimación del riesgo:** Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (2014) menciona que son acciones que se hacen para originar el conocimiento de los peligros o amenazas, estudiar la vulnerabilidad y detallar los niveles de riesgo que permitan la toma de decisiones en la Gestión del Riesgo de Desastres.
- **Riesgo de desastre:** CENEPRED (2014) detalla que es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro.
- **Riesgos Naturales:** Keller (2007) define que son procesos de la Tierra como riesgos, desastres y catástrofes es un estudio de nivel universitario sobre los procesos de la superficie terrestre que tienen un impacto directo, a menudo repentino y violento, en la humanidad.

- **Sistema de alerta temprana (SAT):** MCLCP (2009) indica que es la provisión de información oportuna y eficaz a través de instituciones identificadas, que permiten a individuos expuestos a una amenaza, la toma de acciones para evitar o reducir su riesgo y su preparación para una respuesta efectiva.
- **Superficie de falla:** SERNAGEOMIN (2007) precisa que es una masa de material dado, afecta al plano más débil a lo largo del cual se quiebra el material ya que las fuerzas que actúan sobre él son mayores a la resistencia interna del material a lo largo de ese plano.
- **Velocidad de la onda (V):** Desastres (2015) define que es la magnitud de la velocidad de expansión de la onda sísmica necesita solo de las características del medio material en el que se mueve.
- **Vulnerabilidad:** CENEPRED (2014) define que es la sensibilidad de la población, la estructura física, de soportar daños por acción de un peligro. La vulnerabilidad se demuestra por tres factores: Exposición, Fragilidad y Resiliencia. Se manifiesta en valores de 0 a 1.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

H_0 : la influencia del modelado de flujo de detritos será significativa para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024.

H_a : la influencia del modelado de flujo de detritos no será significativa para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA

- La concentración volumétrica que influirá en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024, será de 55%.
- El diámetro representativo de las partículas que influirá en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024, será de 25 mm.

- El coeficiente de rugosidad que influirá en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024, será de 0.045μ .

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Nivel de peligrosidad.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Flujo de detritos.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3

Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE Flujo de detritos D. conceptual: Varnes (1978) nos dice que es un desplazamiento muy veloz a considerablemente rápido que ocurre principalmente confinado en la longitud de un canal con pendiente pronunciada. D. operacional: El modelado del flujo de detritos se realiza mediante una serie de pasos que incluyen la recopilación de datos geológicos y topográficos, la caracterización de los materiales involucrados, y la implementación de modelos matemáticos y computacionales.	Concentración volumétrica	- Estudio topográfico - Imágenes satelitales	Numérica	Equipos topográficos Software de procesamiento de datos topográficos ortofotos
	Diámetro representativo de las partículas	- Estudio de mecánica de suelos	Numérica	Fichas de estudio de suelos
	Coefficiente de rugosidad	- Coeficiente de Manning	Numérica	Tablas de laboratorio
DEPENDIENTE Nivel de peligrosidad D. conceptual: SERNAGEOMIN (2007) nos dice que es una amenaza, probabilidad o capacidad de que un fenómeno, actividad o situación cause daños a personas, propiedades o el medio ambiente. por movimientos en masa. D. operacional: La peligrosidad que enfrenta una población por el movimiento de detritos radica en la fuerza destructiva de estos eventos, que pueden causar daños significativos a viviendas, infraestructuras y vidas humanas.	Nivel de peligrosidad	Nivel muy alto Nivel alto Nivel medio Nivel bajo	Numérica	Fichas con resultados de estudios técnicos realizados Ficha estructurada según CENEPRED

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque fue cuantitativo.

Hernández et al. (2010) menciona que es, un conjunto de procedimientos y que es consecutivo y demostrativo. Los valores serán cuantitativos ya que la evaluación de los parámetros de la modelación de masas de detritos serán datos cuantitativos, así como también los datos que se obtengan de estos.

Así mismo la investigación será longitudinal ya que la modelación de flujo de detritos debe ser longitudinal porque este tipo de fenómeno cambia con el tiempo y está influenciado por múltiples factores dinámicos, como las condiciones climáticas, la acumulación de sedimentos y la erosión del terreno.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel fue correlacional.

Hernández et al. (2010) indican que una investigación correlacional es un tipo de estudio en el campo de la investigación científica que busca establecer si existe una relación entre dos o más variables. Para nuestro estudio se toma este nivel ya que se busca determinar el nivel de influencia que tiene la variable modelación del flujo de detritos con la variable nivel de peligrosidad, eso evaluado en la quebrada de Jancao.

3.1.3. DISEÑO

El diseño fue no experimental.

Hernández et al. (2010) diseño que se hacen sin utilizar deliberadamente las variables y en los que sólo se ven los eventos en origen natural para estudiarlos. Será no experimental el estudio porque para el estudio se harán estudios in situ como la topografía y la toma de muestras del estudio de mecánica de suelos para cumplir con los

parámetros establecidos para el modelamiento de masas de detritos de la rivera de Jancao, así como el de la población más cercana a esta.

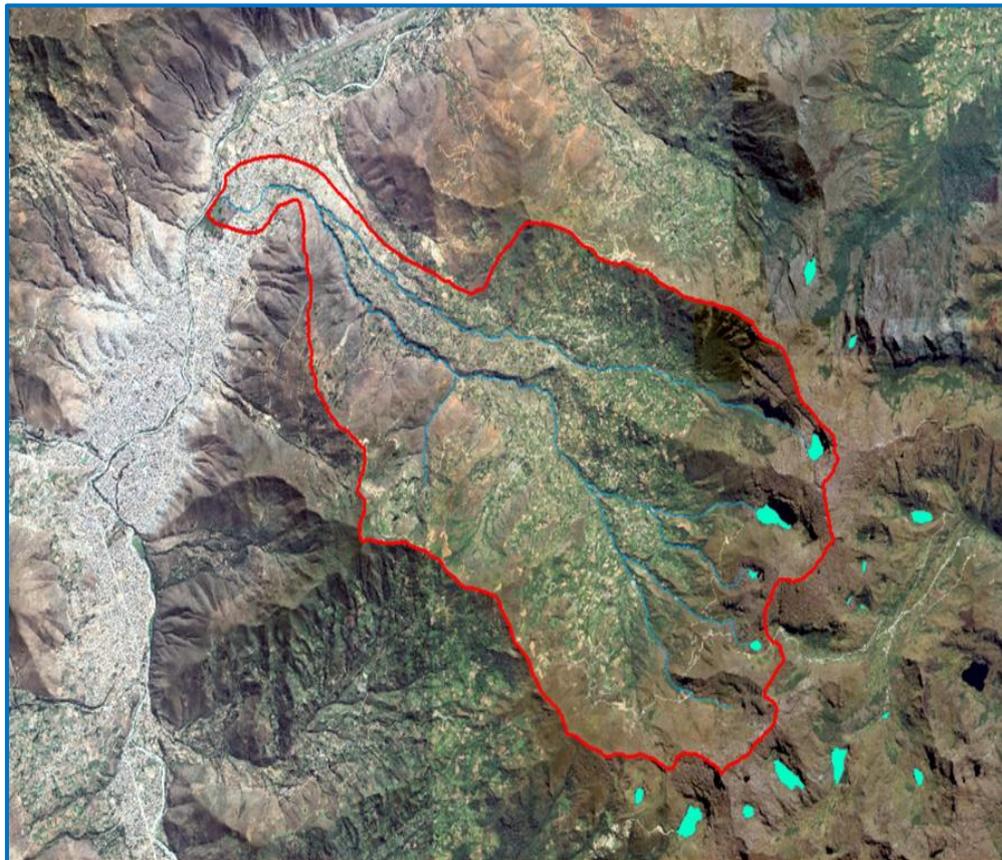
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población será finita. Ya que el área de estudio de la cuenca es de 63.60 km² (6360.62 hectáreas), y este compuesto por las quebradas que conforman la cuenca: Pumarinri, Pusacagra y Jancao.

Figura 16

Área de estudio de la cuenca



3.2.2. MUESTRA

Para el estudio será un muestro no probabilístico.

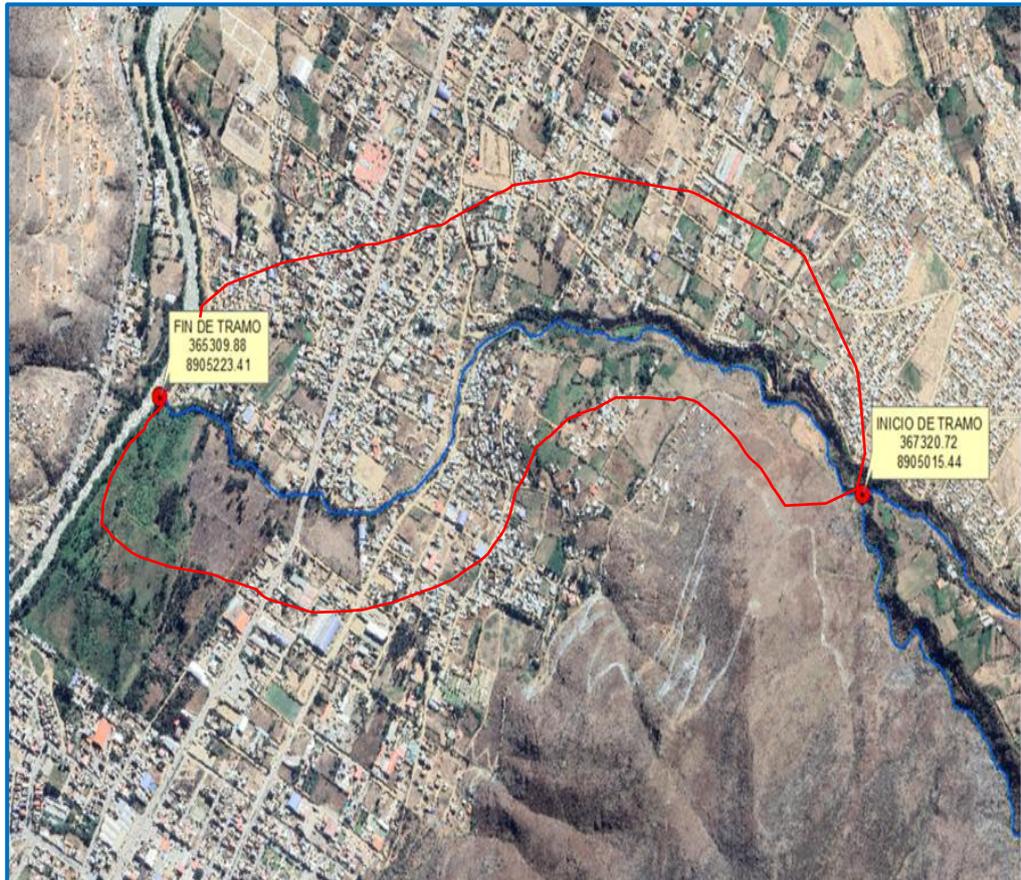
Hernández et al. (2010) menciona que es también conocidas muestras orientadas, suponen un proceso de elección dirigido por las características de la investigación, más que por una regla estadística generalizada.

- **Delimitación de la muestra**

La zona de estudio será la quebrada Jancao, ya que es una zona donde se concentra la mayor parte las viviendas expuestas al peligro, el tramo de quebrada tiene una distancia de 2.506 km, teniendo como punto de inicio las coordenadas (X: 367320.72; Y: 8905015.44) y el punto final de (X: 365309.88; Y: 8905223.41).

Figura 17

Tramo de la quebrada de Jancao



Nota. Se muestra la zona en estudio.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Las técnicas conforman un grupo de recursos orientados a tomar, guardar, evaluar los valores de los eventos estudiados (Hernández et al., 2010).

Para realizar la toma de datos se usará la técnica de observación directa en campo ya que el análisis detallado y la modelación precisa de masas de detritos en la población de Jancao son esenciales para comprender y mitigar los riesgos asociados. A través de la recopilación sistemática de datos, el procesamiento avanzado y la integración de modelos predictivos, es posible desarrollar estrategias efectivas que protejan a la población y que puedan reducir el impacto a estos peligros naturales. El procesamiento de datos mediante fichas estructuradas de verificación, donde el procedimiento se realizará de la siguiente manera:

a. Recolección de Datos Geográficos:

- **Mapeo Topográfico:** Se utilizan técnicas de topografía avanzada, como con equipos topográficos adecuados y calibrados, para obtener mapas detallados de la topografía de la región de Jancao. Estos mapas muestran las pendientes, elevaciones y características del terreno.
- **Imágenes Satelitales y Fotogrametría:** Se emplean fotografías mediante satélites de buenas resoluciones y drones para capturar fotografías aéreas de la zona. Estas imágenes ayudan a identificar áreas propensas a deslizamientos y a determinar cambios en el terreno a lo largo del tiempo.

b. Recolección de Datos Geotécnicos:

- **Estudio de mecánica de suelos:** Se toman muestras de suelos y rocas en distintas ubicaciones de Jancao para analizar sus propiedades físicas y químicas, como la granulometría, la cohesión, la porosidad y el contenido de agua.
- **Pruebas de Laboratorio:** Los suelos recolectados se someten a pruebas en laboratorio para determinar la resistencia al corte, la densidad y la capacidad de absorción de agua.

c. Datos Hidrológicos y Meteorológicos:

- **Medición de Precipitaciones:** Se recopilarán datos de las estaciones meteorológicas para medir las precipitaciones en tiempo

real. Estos datos son cruciales para entender las condiciones que pueden desencadenar flujos de detritos.

- **Registro de Flujos de Agua:** Se monitorean los caudales de ríos y arroyos en la región para evaluar cómo el agua se desplaza y se infiltra en el terreno.

3.3.1.1 INSTRUMENTOS

Los instrumentos de recolección de datos y de información utilizadas serán fichas de evaluación y observación (Hernández et al., 2010).

Los instrumentos que se utilizará son:

- Ficha de verificación según CENEPRED.
- Formato de granulometría de suelos.
- Fichas de procesamiento de datos topográficos.

3.3.2. PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Una vez completadas las fichas de verificación, después de tener los datos necesarios se procederá a realizar el procesamiento de datos para el modelamiento adecuado:

- **Sistemas de Información Geográfica (SIG):** Se utilizan SIG para integrar y visualizar los datos geográficos, geotécnicos y meteorológicos. Esto permite superponer diferentes capas de información y analizar las áreas de riesgo.
- **Modelado Digital del Terreno (MDT):** Se crea un MDT a partir de los datos topográficos recolectados, proporcionando una representación tridimensional del terreno.
- ✓ **Modelos Matemáticos y Simulaciones:**
 - **Modelos Hidrológicos:** Se implementan modelos hidrológicos para simular el comportamiento del agua durante eventos de precipitación intensa, evaluando la acumulación y el flujo de agua sobre el terreno.

- **Modelos de Flujos de Detritos:** Utilizando software especializado (Hec Ras), se simulan flujos de detritos. Estos modelos incorporan los datos del terreno, las propiedades del suelo y las condiciones hidrológicas para predecir la trayectoria, velocidad y volumen de los flujos.

CAPITULO IV

RESULTADOS

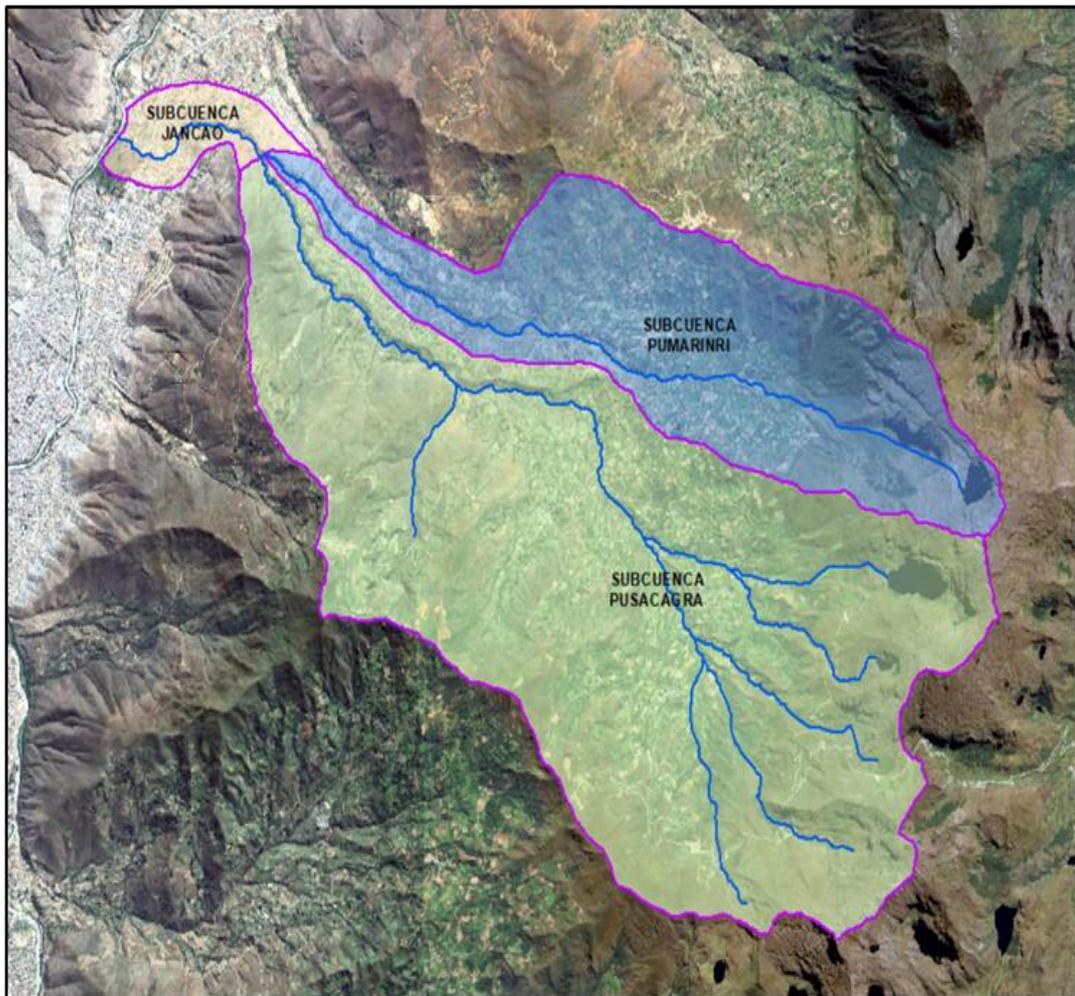
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

- **CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE LA CUENCA**

Debido a que la cuenca en estudio no tiene una forma definida y que está conformada por tres subcuencas, para el proyecto se utilizó el software Arcgis 10.8 para poder realizar los cálculos de los parámetros morfométricos. Para descargar las imágenes satelitales, se usó el software SASPlanet, lo cual nos otorga imágenes satelitales de alta calidad.

Figura 18

Delimitación del Área de las Sub cuencas



Nota. Se muestra la delimitación de las subcuencas.

Figura 19

Mapa de ubicación de la quebrada de Jancao

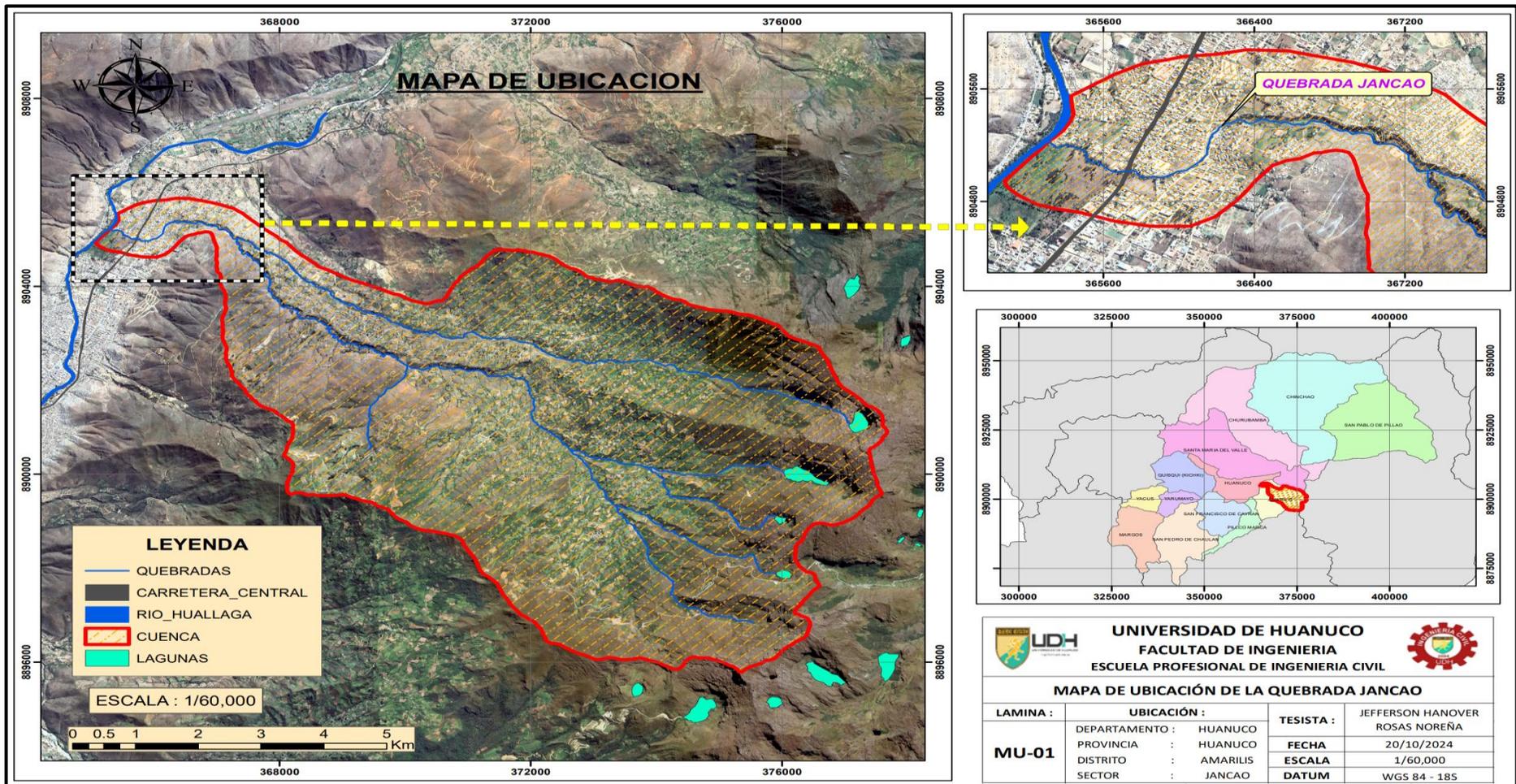


Tabla 4*Parámetros morfológicos de la subcuenca Pumarinri*

PARAMETRO	UND	VALOR
Área	km ²	17.30
Perímetro	km	25.27
Ancho	km	1.98
Longitud	km	10.99
Factor de forma	-	0.14
Coefficiente de compacidad	-	1.70
Índice de alargamiento	-	5.55
PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA		
Máxima altitud	m.s.n.m	4090.00
Mínima altitud	m.s.n.m	2020.00
Pendiente Media	%	42.05
SISTEMA DE DRENAJE		
Longitud del Cauce principal	Km	11.77
Cota de Nacimiento del Afluente	m.s.n.m	4080.00
Cota de desembocadura del Afluente	m.s.n.m	2025.00
Pendiente media del cauce	m/m	0.1746
Pendiente media del cauce	%	17.46
Longitud total de la red hídrica	Km	11.77
Densidad de drenaje	quebradas/km ²	0.68

Tabla 5*Parámetros morfológicos de la subcuenca Pusacagra*

PARAMETRO	UND	VALOR
Área	km ²	44.24
Perímetro	km	33.75
Ancho	km	3.72
Longitud	km	11.86
Factor de forma	-	0.31
Coefficiente de compacidad	-	1.42
Índice de alargamiento	-	3.19
PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA		
Máxima altitud	m.s.n.m	3890.00
Mínima altitud	m.s.n.m	2020.00
Pendiente Media	%	44.22
SISTEMA DE DRENAJE		
Longitud del Cauce principal	Km	13.64
Cota de Nacimiento del Afluente	m.s.n.m	3800
Cota de desembocadura del Afluente	m.s.n.m	2025
Pendiente media del cauce	m/m	0.1301
Pendiente media del cauce	%	13.01
Longitud total de la red hídrica	Km	29.48
Densidad de drenaje	quebradas/km ²	0.67

Tabla 6*Parámetros morfológicos de la subcuenca Jancao*

PARAMETRO	UND	VALOR
Área	km ²	2.07
Perímetro	km	7.49
Ancho	km	0.48
Longitud	km	2.08
Factor de forma	-	0.48
Coefficiente de compacidad	-	1.46
Índice de alargamiento	-	4.33
PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA		
Máxima altitud	m.s.n.m	2020.00
Mínima altitud	m.s.n.m	1870.00
Pendiente Media	%	10.62
SISTEMA DE DRENAJE		
Longitud del Cauce principal	Km	2.61
Cota de Nacimiento del Afluente	m.s.n.m	2025
Cota de desembocadura del Afluente	m.s.n.m	1875
Pendiente media del cauce	m/m	0.0575
Pendiente media del cauce	%	5.75
Longitud total de la red hídrica	Km	2.506
Densidad de drenaje	quebradas/km ²	1.26

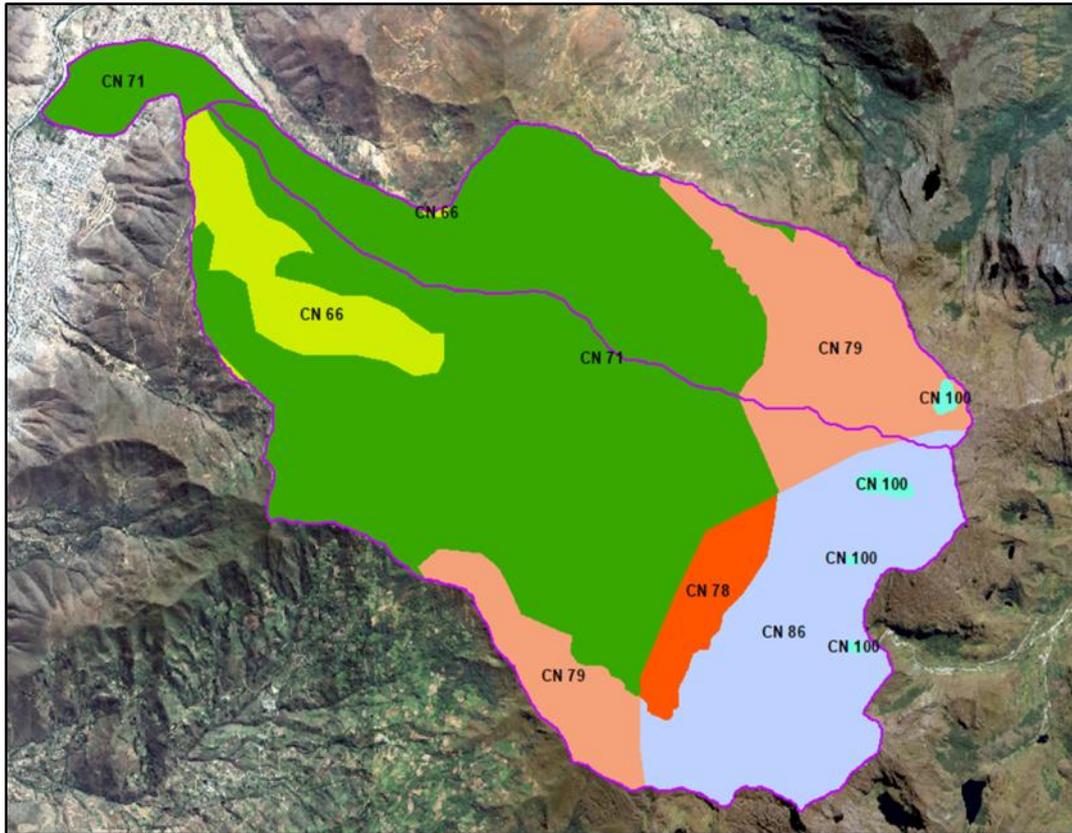
- **CÁLCULO DEL NÚMERO DE CURVA HIDROLÓGICO – CN**

La metodología del número de la curva (NC), fue desarrollado por el Soil Conservation Service de los Estados Unidos en 1950, y es la más empleada para formar la lluvia total en lluvia efectiva, dicha precipitación efectiva resulta de descontar todas aquellas pérdidas que se deben a factores tales como la infiltración, la evapotranspiración, la intercepción y el almacenamiento superficial.

Realizado el geoprocésamiento con el software Arcgis, usando los datos de las tablas y siguiendo los pasos mencionados en el manual para la generación del mapa temático de curva número (CN) del ANA. se obtuvo como resultado el Mapa de Numero de Curva para condiciones normales para la zona en estudio, tal como se muestra en la figura.

Figura 20

Curva número para la zona en estudio



Nota. Se muestra del número de curvas de estudio.

Tabla 7

Resumen de cálculo de numero de curva (CN)

CURVA NUMERO (CN)		
SUB CUENCA	AREA (Km2)	CN
Pumarinri	17.30	73.98
Pusacagra	44.24	75.45
Jancao	2.07	71.00

- **ANALISIS HIDROLOGICO EN LA ZONA DE ESTUDIO**

- ✓ **Características hidrológicas de la zona en estudio**

El lugar de estudio fue la Intercuenca del Alto Huallaga y que pertenece a la región hidrográfica del Amazonas de la vertiente del atlántico. La superficie de drenaje tiene un área de 63.60 km², se tiene dos quebradas tributarias de nombre Pumarinri cuya longitud de cauce principal es de 11.77 km, y la quebrada Pusacagra cuya longitud de cauce principal es de 13.64 km, ambas quebradas desembocan en la quebrada Jancao cuyo cauce principal

es de 2.61km y que esta descarga sus aguas en el río Huallaga, en las proximidades del centro poblado de Jancao, en el distrito de amarilis, provincia de Huánuco. Las altitudes del área en estudio varían desde los 1875 msnm hasta los 4080 msnm.

✓ **Ubicación de las estaciones Meteorológicas**

Se cuentan con 3 estaciones pluviométricas disponibles que son las más cercanas al área de estudio, las cuales son la estación Chaglla, la estación Huánuco) y la estación Canchan.

Tabla 8

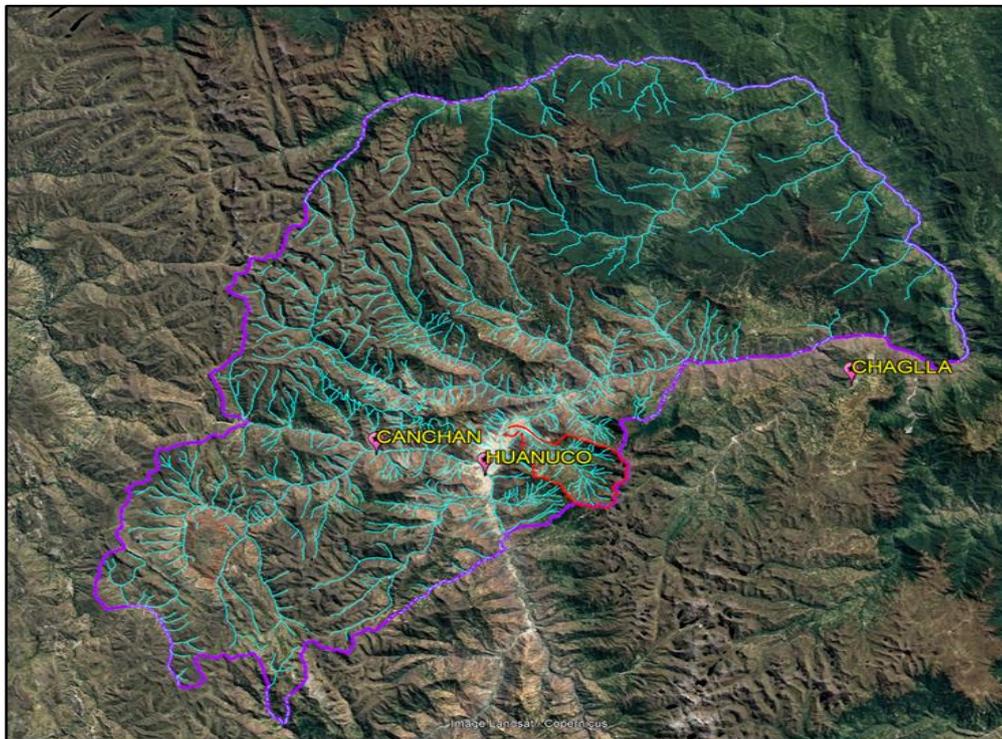
Estaciones Meteorológicas

Estación	Tipo	Entidad			
		Operador	Latitud S	Longitud W	Altitud
Chaglla	Pluviométrico	SENAMHI	-9.847222	-75.915000	3016
Huánuco	Pluviométrico	SENAMHI	-9.961011	-76.248000	1976
Canchan	Pluviométrico	SENAMHI	-9.9489	-76.2881	2204

Fuente: SENAMHI.

Figura 21

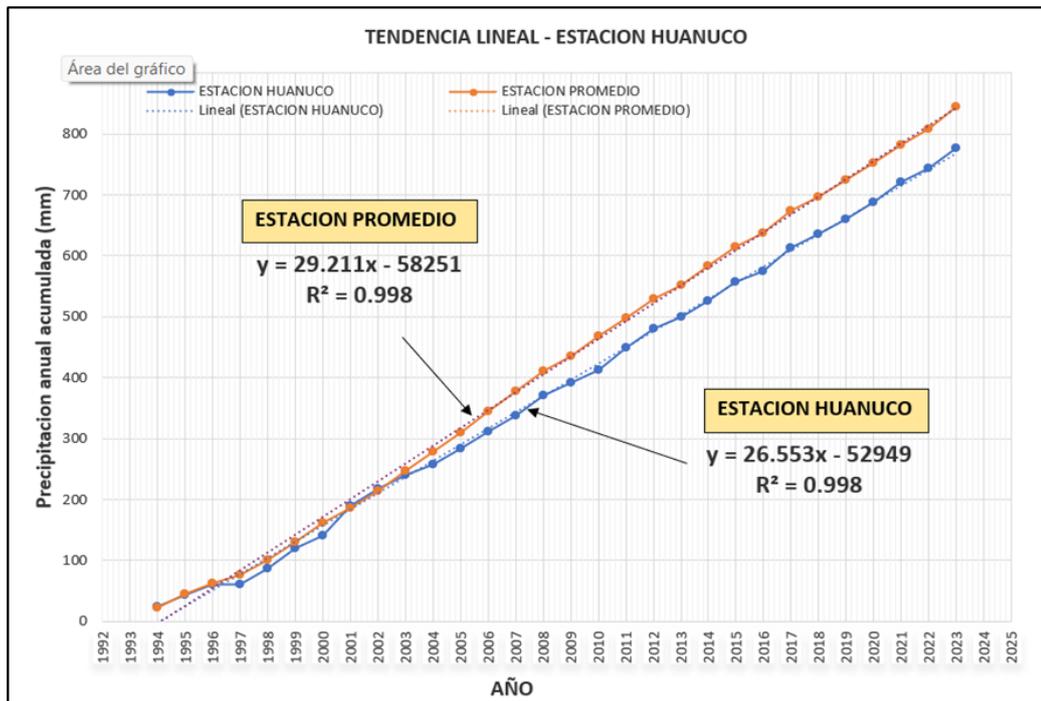
Ubicación de las estaciones Meteorológicas



Nota. Se muestra las estaciones más cercanas al área de estudio.

Figura 22

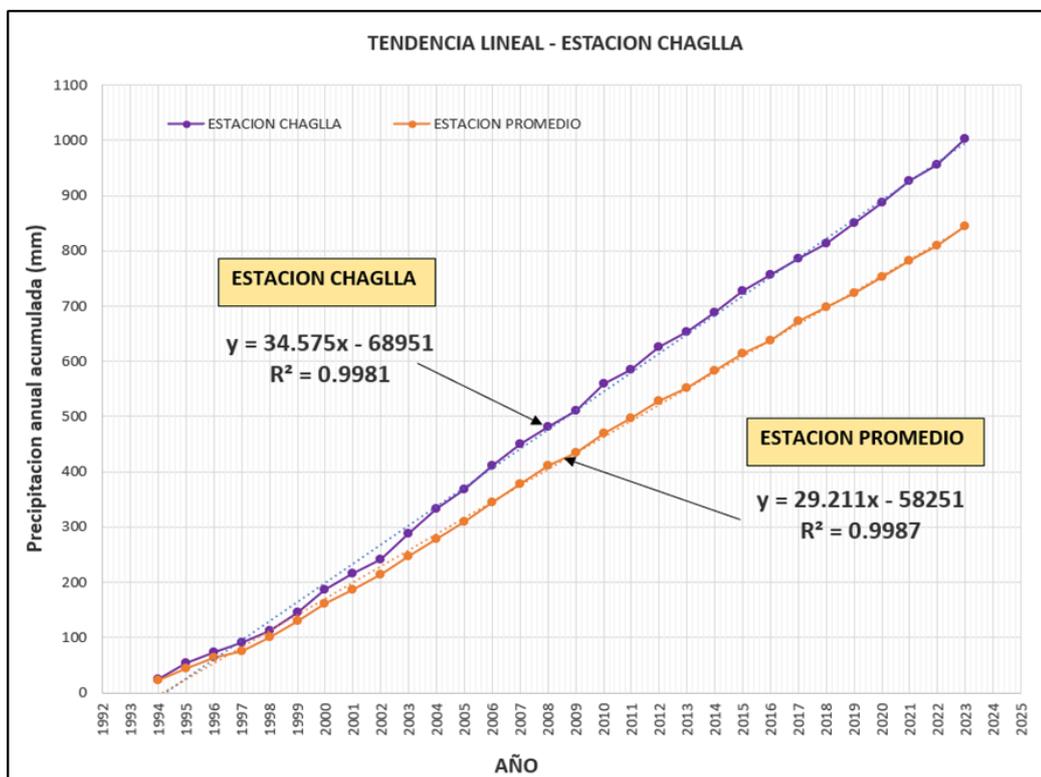
Análisis de doble masa - Tendencia lineal de la estación Huánuco



Nota. Se ve la precipitación en función del año en la estación de Huánuco.

Figura 23

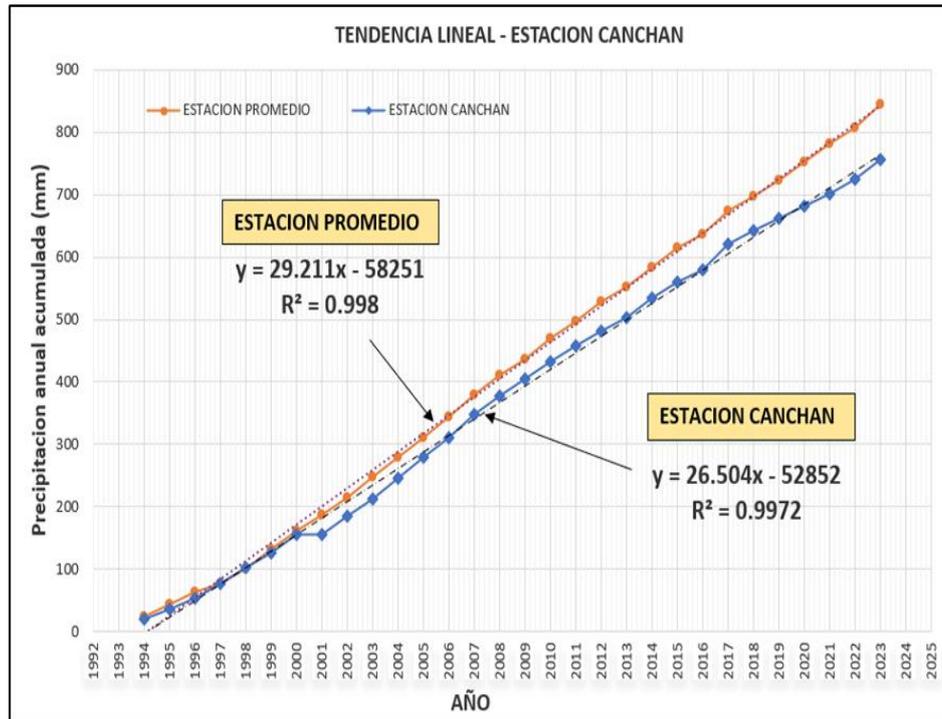
Análisis de doble masa - Tendencia lineal de la estación Chaglla



Nota. Se ve la precipitación en función del año en la estación de Chaglla.

Figura 24

Análisis de doble masa - Tendencia lineal de la estación Canchan



Nota. Se ve la precipitación en función del año en la estación de Canchan.

- **MODELAMIENTO HIDROLÓGICO CON HEC-HMS**

El modelo hidrológico del área en estudio tiene por punto de control la intersección de la quebrada Pumarinri y Pusacagra, a su vez es el punto de inicio del tramo en análisis de la quebrada Jancao. Diagrama de Flujo para el cálculo del Hidrograma de Crecida y caudal máximo en el área estudio que corresponde a la quebrada de Jancao.

- ✓ **Modelo de cuenca**

El modelado está dividido en 2 subcuencas que llevan el mismo nombre del cauce principal. Se muestran los datos de las subcuencas calculadas que serán ingresadas al software HEC-HMS 4.10

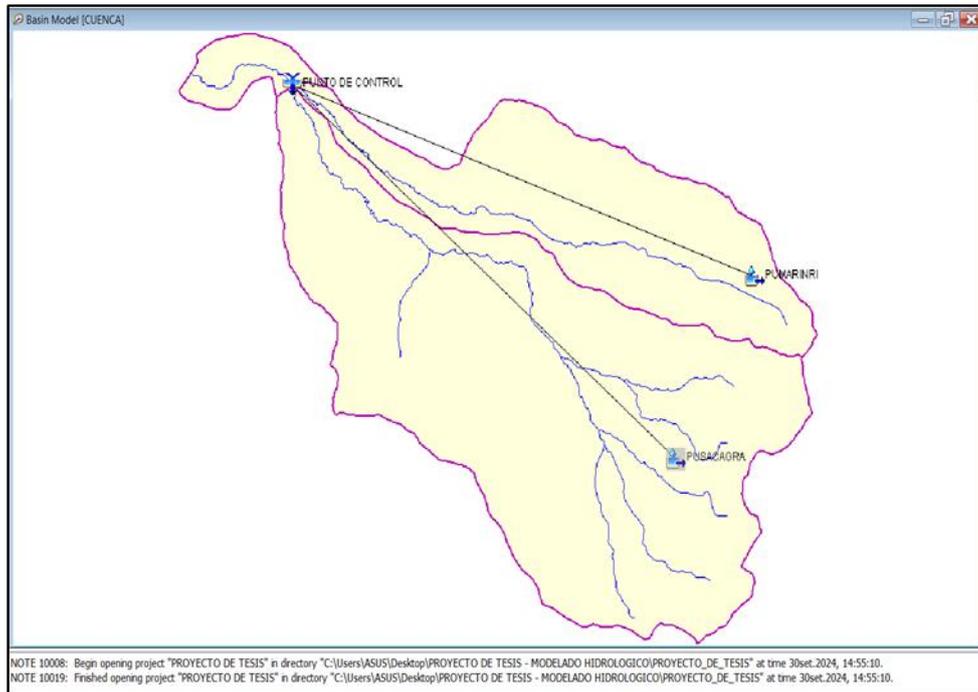
Tabla 9

Datos para el modelado Hidrológico en HEC-HMS

SUB CUENCA	Área (Km ²)	Longitud de Cauce (Km)	Pendiente del Cauce (m/m)	CN	Tc (Horas)	Lag Time (Min)
PUMARINRI	17.30	11.77	0.1746	73.98	1.35	48.52
PUSACAGRA	44.24	13.64	0.1301	75.45	1.68	60.49

Figura 25

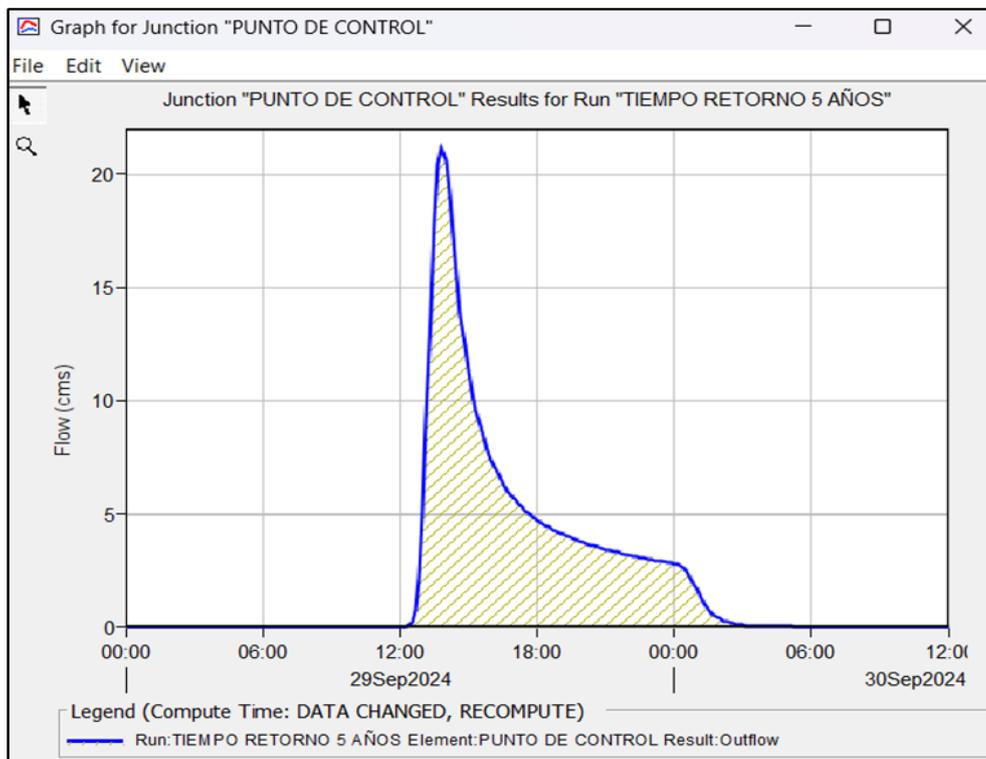
Esquema del modelo Hidrológico de la cuenca en estudio



Nota. Se muestra los valores obtenidos con Software HEC-HMS 4.10.

Figura 26

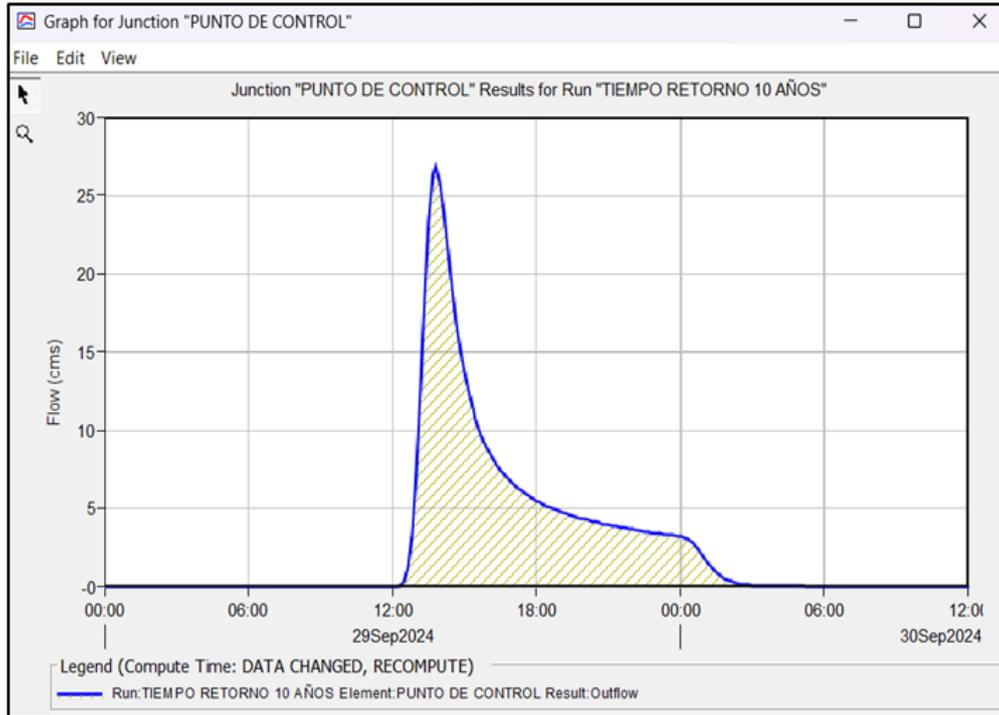
Gráfico hidrológico – $T_r = 5$ Años



Nota. Se muestra los valores obtenidos con el Software HEC-HMS 4.10.

Figura 27

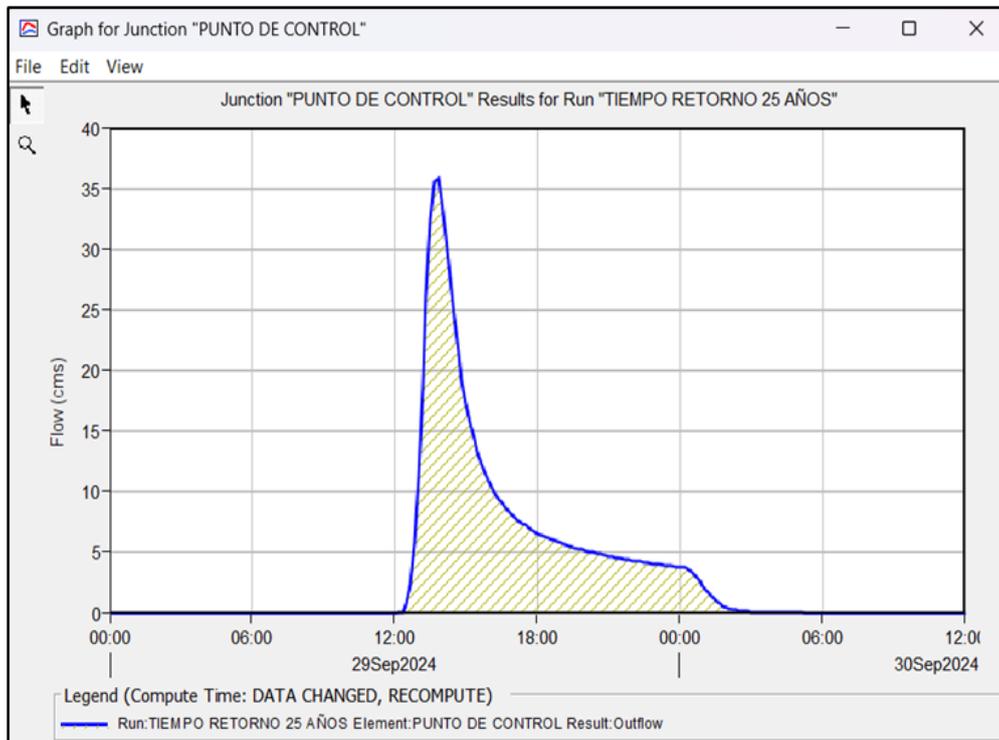
Gráfico hidrológico – $Tr = 10$ Años



Nota. Se muestra los valores obtenidos con el Software HEC-HMS 4.10.

Figura 28

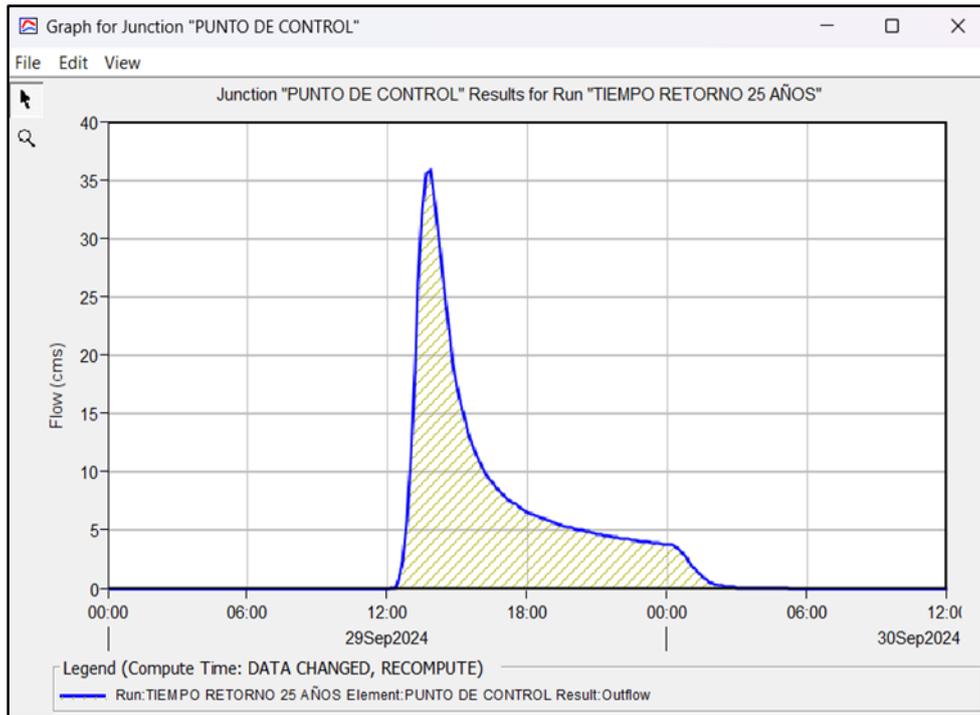
Gráfico hidrológico – $Tr = 25$ Años



Nota. Se muestra los valores obtenidos con el Software HEC-HMS 4.10.

Figura 29

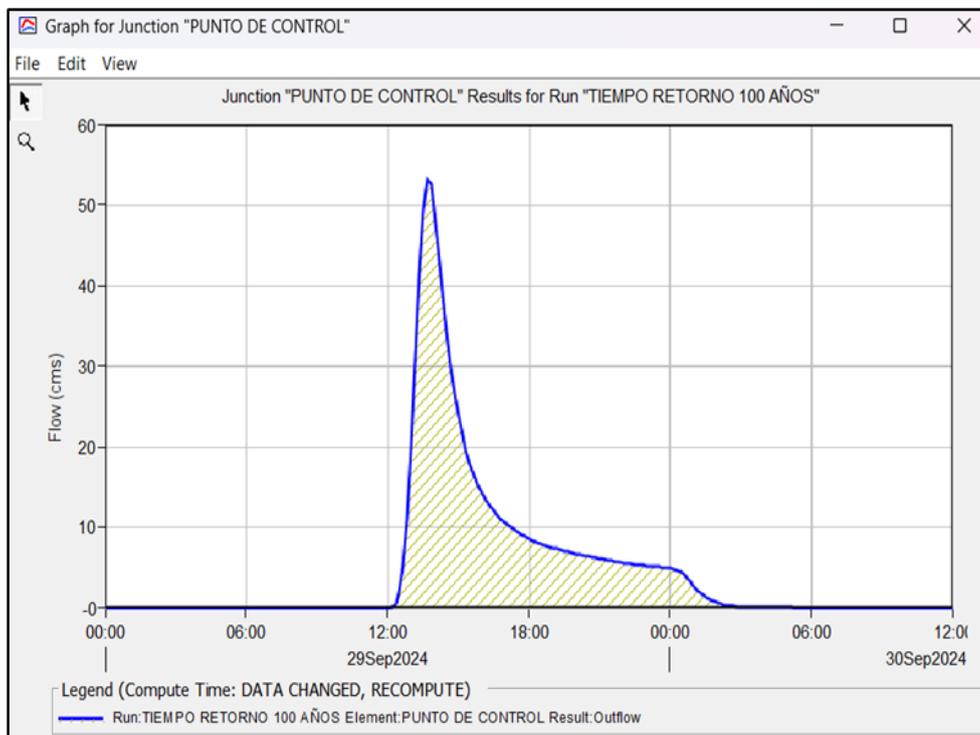
Gráfico hidrológico – $Tr = 50$ Años



Nota. Se muestra los valores obtenidos con el Software HEC-HMS 4.10.

Figura 30

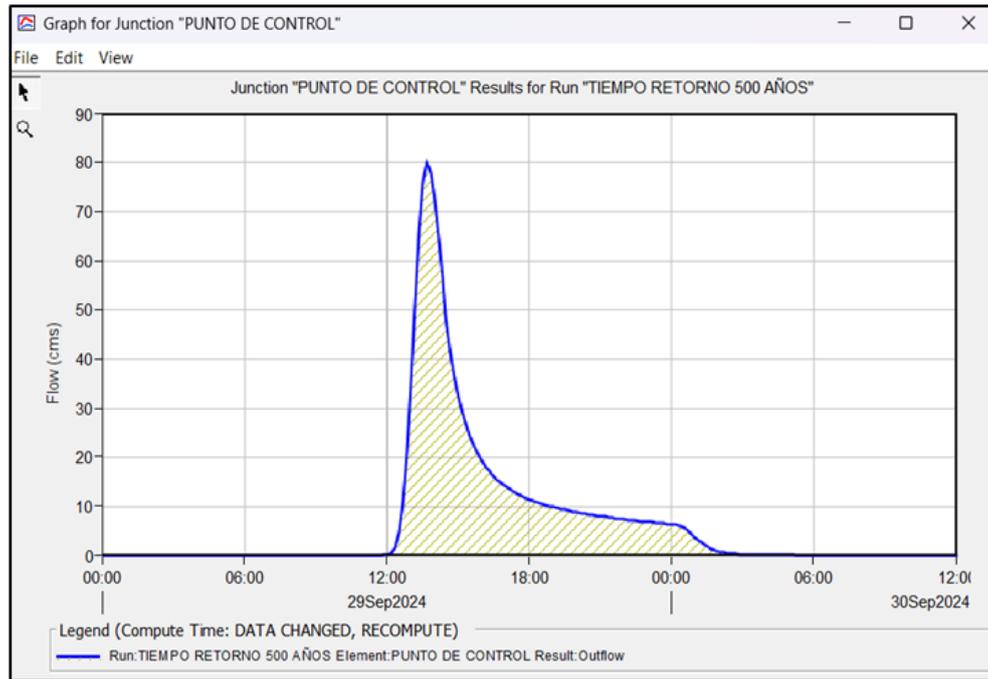
Gráfico hidrológico – $Tr = 100$ Años



Nota. Se muestra los valores obtenidos con el Software HEC-HMS 4.10.

Figura 31

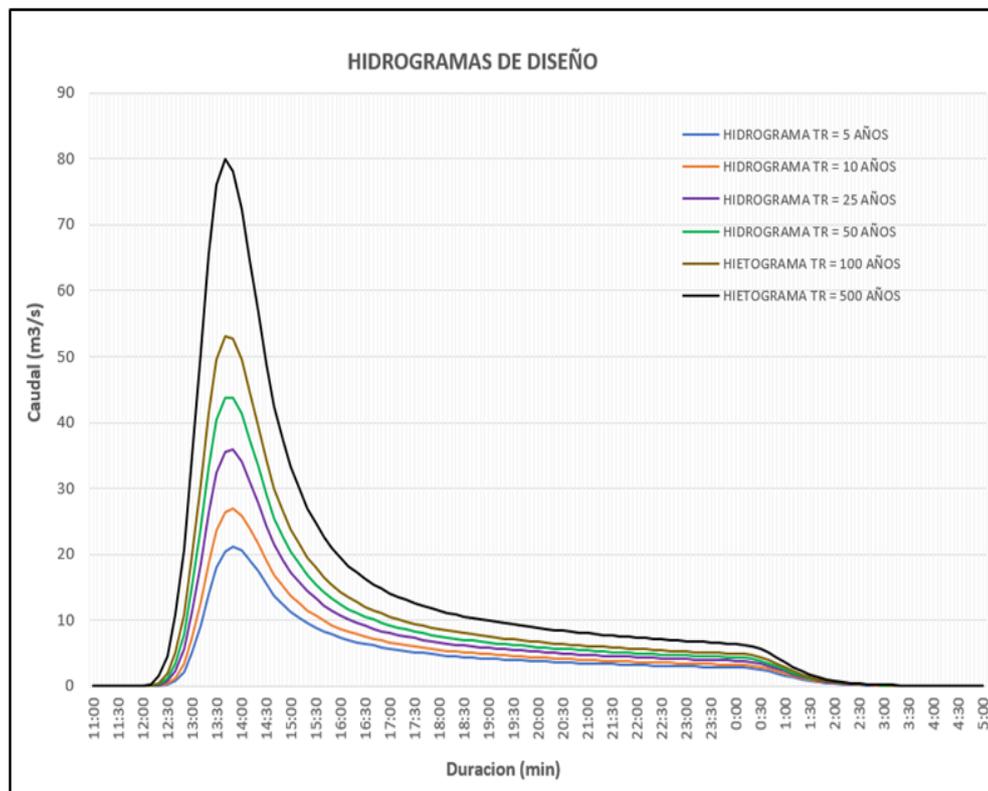
Gráfico hidrológico – $Tr = 500$ Años



Nota. Se muestra los valores obtenidos con el Software HEC-HMS 4.10.

Figura 32

Gráfico hidrológico para diferentes periodos de Retorno



Nota. Se muestra los valores obtenidos con el Software HEC-HMS 4.10

- **Análisis de sensibilidad del coeficiente de rugosidad**

Para el análisis de sensibilidad del parámetro de rugosidad, se consideró los valores de rugosidad de 0.083 μ y 0,024 μ , manteniendo un parámetro fijo de concentración volumétrica de 61%.

Tabla 10

Parámetros para el análisis de sensibilidad del coeficiente de rugosidad – Tr 500

Años

Simulación	Cv(%)	Ty (Pas)	η (Pa.s)	ds (mm)	Manning (n)
Escenario 1	61	728.96	350.70	11.21	0.024
Escenario 2	61	728.96	350.70	11.21	0.083

- **Resultados del análisis de sensibilidad del coeficiente de rugosidad**

un aumento en el valor del coeficiente de rugosidad aumenta la fricción en el fondo del cauce y por ende la resistencia al flujo se incrementa, disminuyendo en la velocidad y la altura de la masa de detritos.

Tabla 11

Resultados del Análisis de sensibilidad del coeficiente de rugosidad

Punto de control	Escenario 1		Escenario 2	
	Velocidad de flujo (m3/s)	Altura de flujo (m)	Velocidad de flujo (m3/s)	Altura de flujo (m)
PC - 1	1.02	2.10	0.83	1.26
PC - 2	0.71	1.36	0.23	0.60
PC - 3	0.31	1.37	0.01	0.60
PC - 4	0.78	1.94	0.52	1.25
PC - 5	0.55	1.59	0.23	0.95
PC - 6	0.54	1.41	0.35	0.95
PC - 7	0.32	2.57	0.16	2.28
PC - 8	0.23	1.90	0.04	1.50
PC - 9	0.26	1.78	0.19	1.58
PC - 10	0.38	2.07	0.33	1.86
PC - 11	0.23	1.61	0.14	1.42
PC - 12	0.21	1.97	0.15	1.87
PC - 13	0.25	1.81	0.23	1.65
PC - 14	0.21	2.14	0.20	1.99

PC - 15	0.33	1.89	0.38	1.80
---------	------	------	------	------

Tal como se puede apreciar en los resultados, donde para un valor de rugosidad de 0.024μ se tienen mayores alturas y velocidades en los puntos de control, mientras que para un valor de rugosidad de 0.083μ se tienen valores de velocidades y alturas de flujos menores, por lo que estos se aproximan más a los valores estimados en campo. Por lo que se concluye que el valor de rugosidad del cauce de 0.083μ es el que más influye en el modelamiento de flujo de masas en la rivera de Jancao.

- **Resultados y conclusión de la Calibración**

La calibración es muy importante en un modelado de flujo de detritos, ya que el objetivo es ajustar las características dentro de un rango de valores, para que los valores obtenidos repliquen los eventos reales que fueron dados en el pasado y a su vez también poder predecir la magnitud de un evento en el futuro.

Debido a la falta de registros de información de eventos de movimientos de detritos producidos en la rivera Jancao, se hizo una inspección de campo identificando zonas de acumulación de sedimentos y mediante herramientas GIS se estimó volumen total de sólidos de 940.23 m^3 , dando así una concentración volumétrica de 52.25%, valor con el cual se inició el modelamiento.

Para poder llevarse a cabo un control adecuado en los resultados del modelamiento y poder determinar los parámetros de ajustes más óptimos, se determinó puntos de control en campo, lo cual son zonas propensas a desbordes (Puntos críticos); para la determinación de un valor de control en la altura de flujo, se indagó y se realizó consultas a pobladores de la zona (Cercanos a los puntos críticos), la información brindada fueron analizadas haciendo uso del raciocinio y la lógica, para finalmente establecer un valor de altura de control en cada punto crítico.

Finalmente, después de realizar varias simulaciones con escenarios distintos, los parámetros más óptimos que dan resultados más cercanos a las alturas de control y que influyen en el modelamiento

de flujo de detritos en la quebrada Jancao con programa HEC RAS 6.4.1, son una concentración volumétrica (C_v) de 61%, un esfuerzo de cedencia (T_y) de 728.96 Pas, una viscosidad dinámica (η) de 350.70 Pa.s, un diámetro representativo (d_s) de 11.21 mm y un coeficiente de rugosidad del cauce de 0.083μ .

Figura 33

Modelado del Escenario 1 (CV: 61%, n: 0.024): altura de flujo de detritos en la quebrada Jancao – tr 500 años con HEC RAS 6.4.1

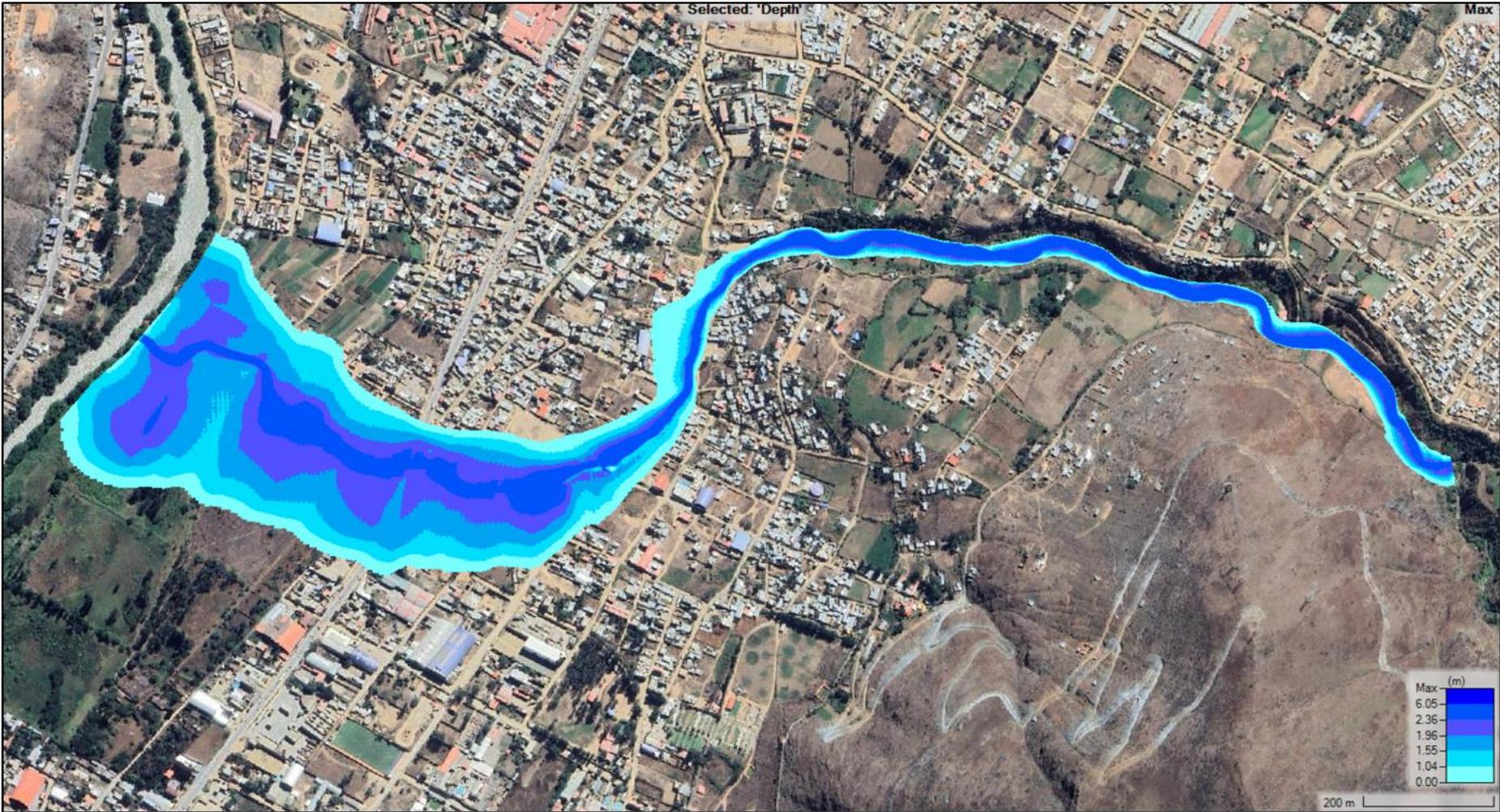


Figura 34

Modelado del Escenario 1 (CV: 61%, n: 0.024): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1

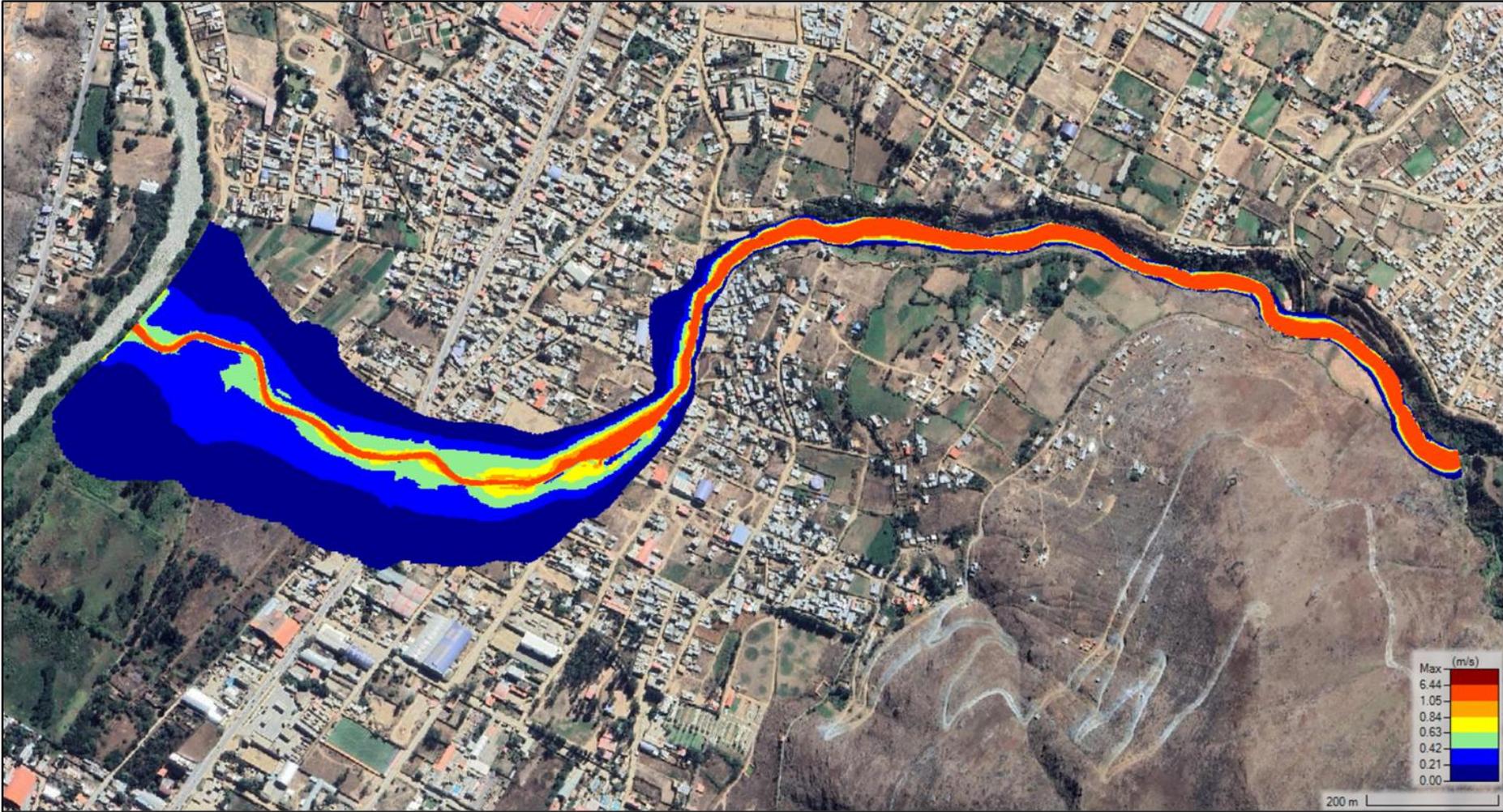


Figura 35

Modelado del Escenario 2 (CV: 61%, n: 0.083): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1

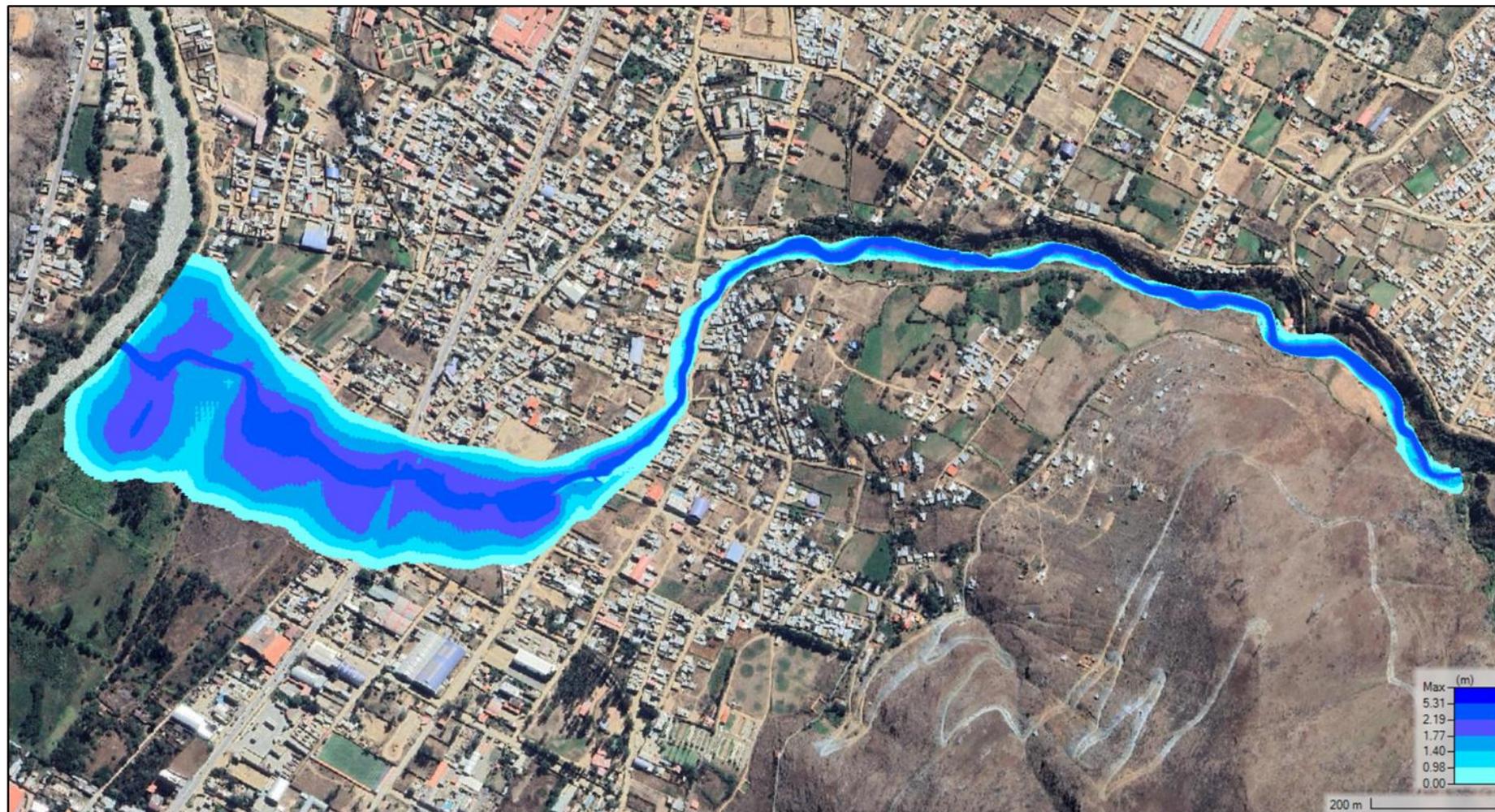


Figura 36

Modelado del Escenario 2 (CV: 61%, n: 0.083): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1

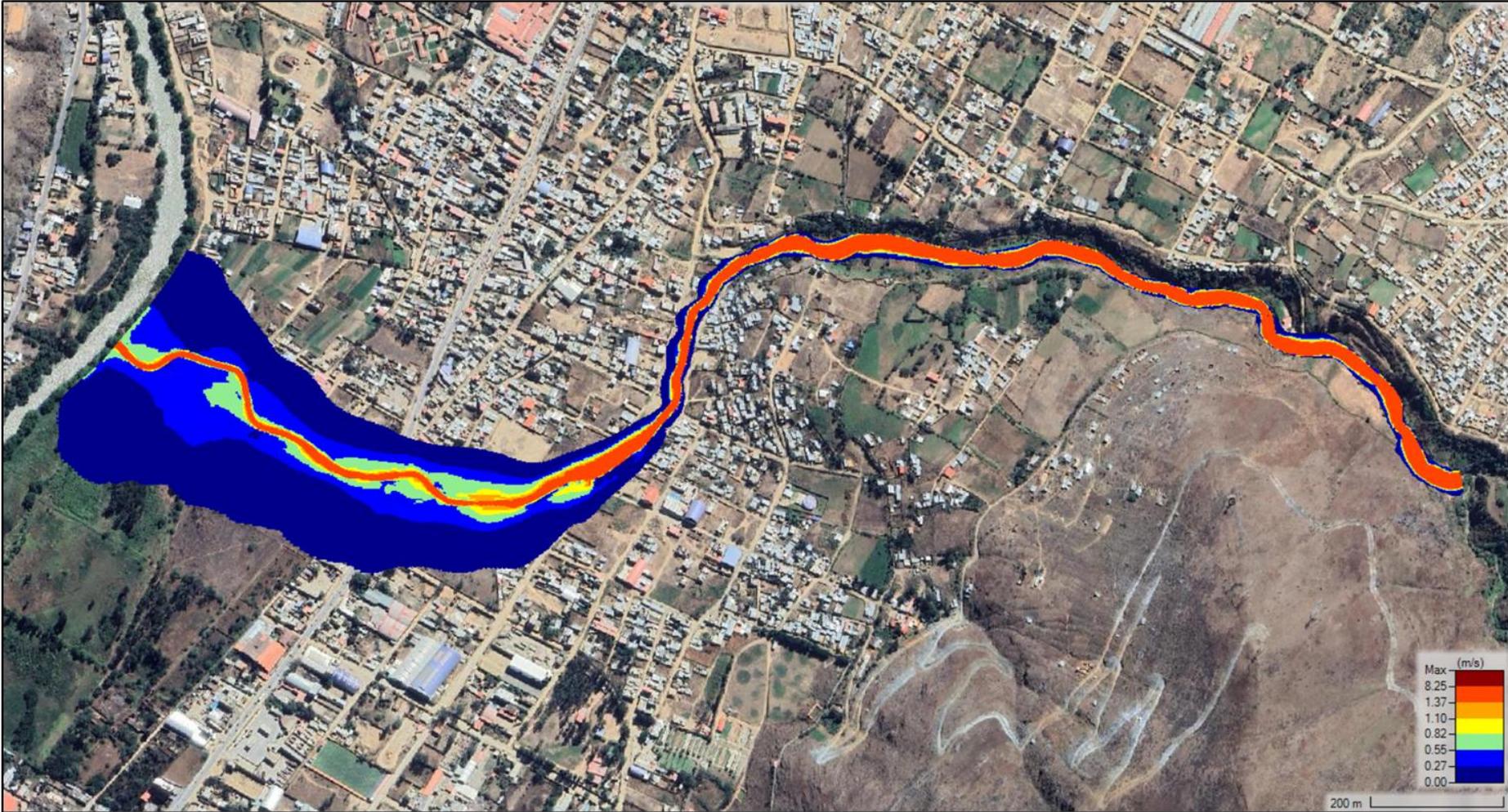


Figura 37

Mapa de altura de flujo de detritos -Tr 25 años

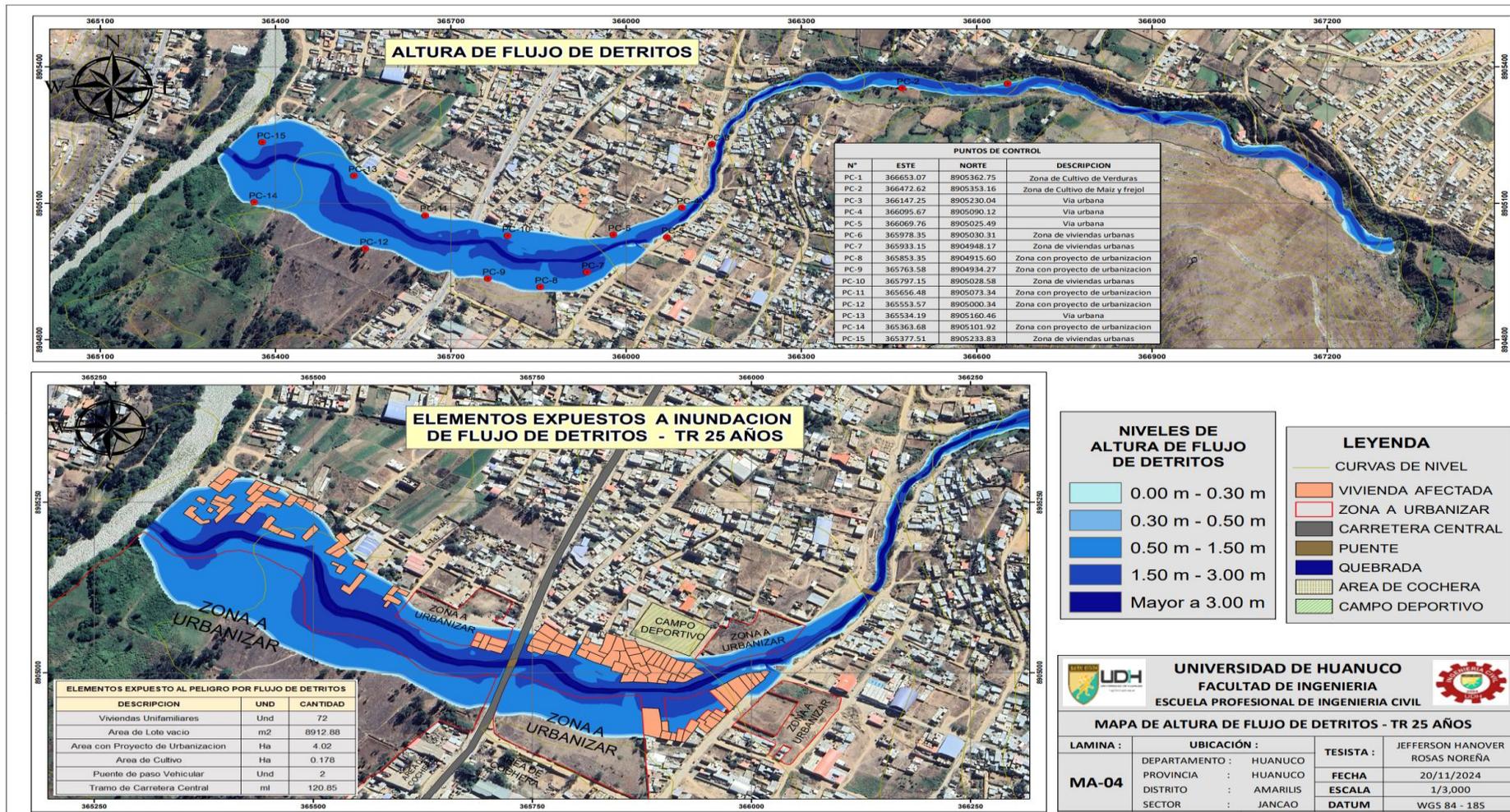


Figura 38

Mapa de altura de flujo de detritos-Tr 50 años

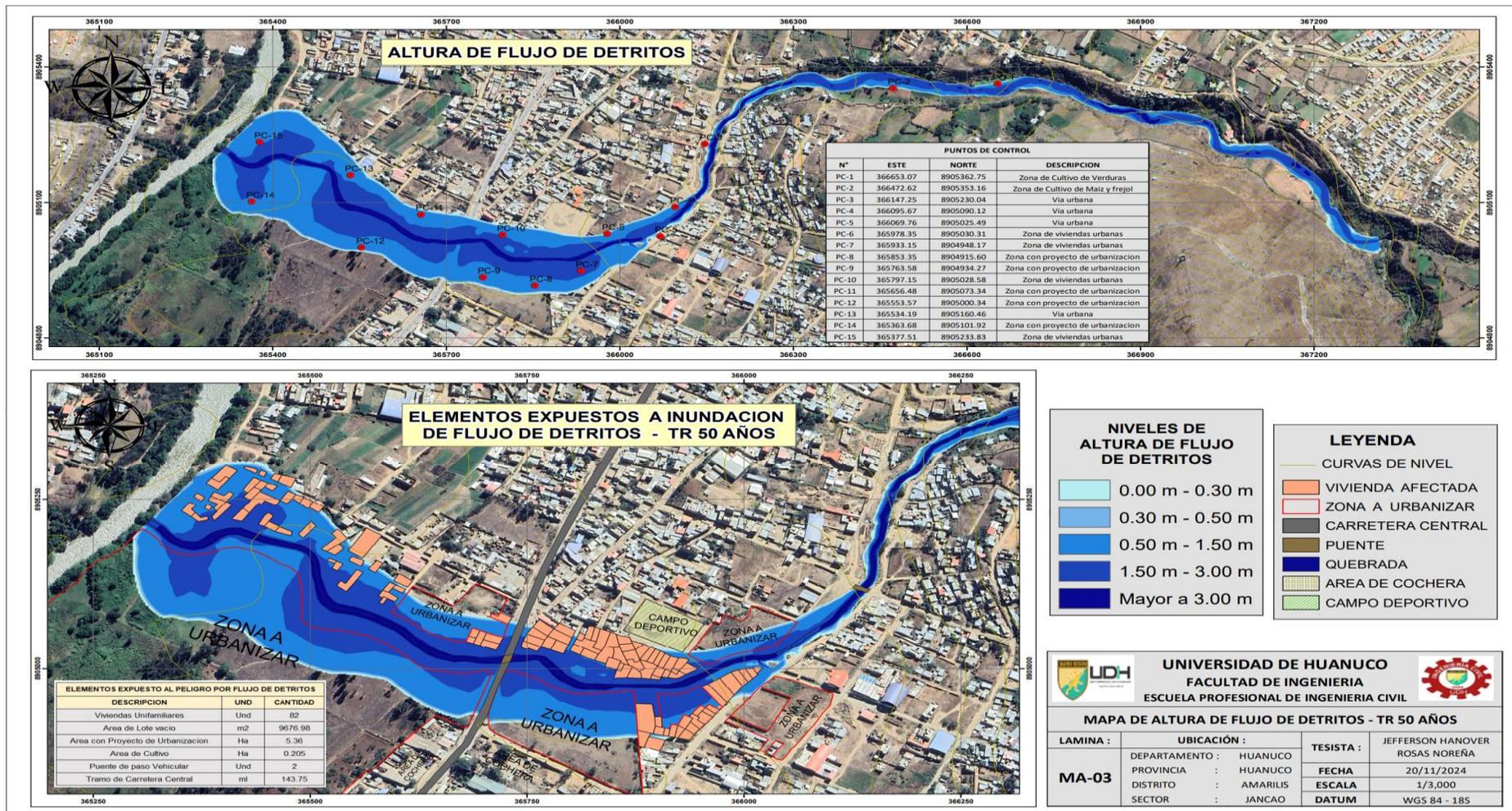


Figura 39

Mapa de altura de flujo de detritos-Tr 100 años

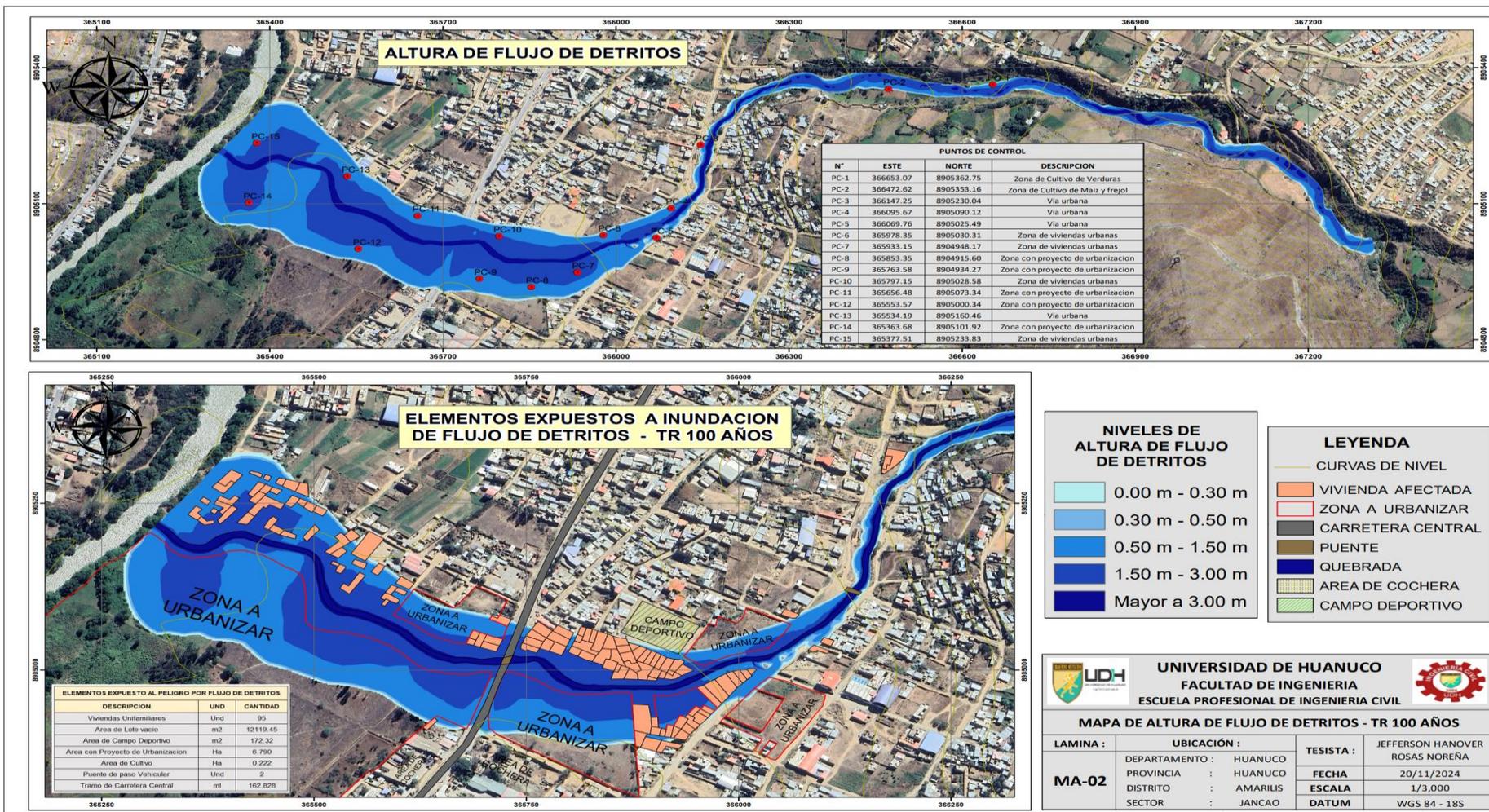


Figura 40

Mapa de altura de flujo de detritos -Tr 500 años

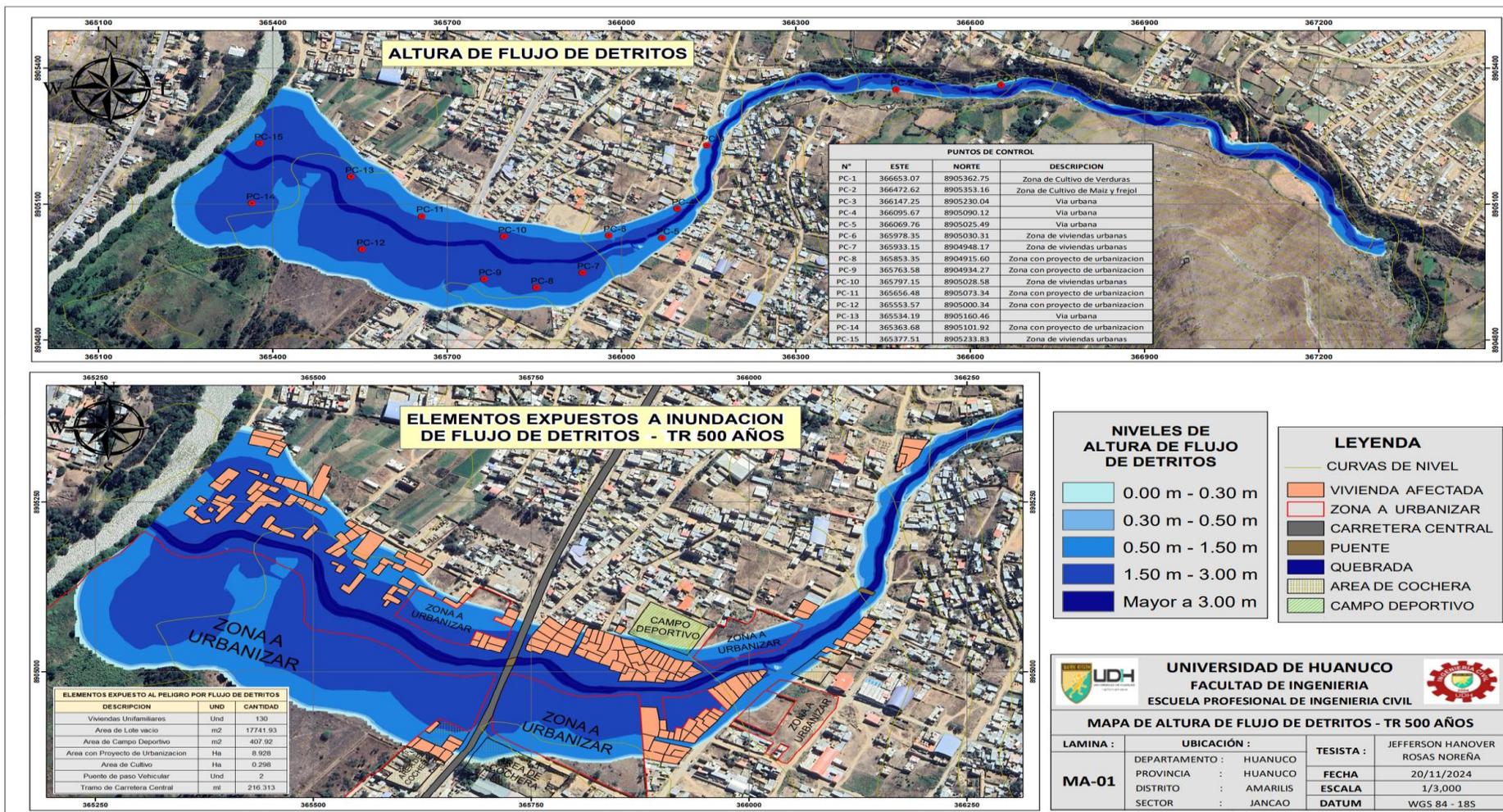


Figura 41

Mapa de velocidad de flujo de detritos -Tr 25 años

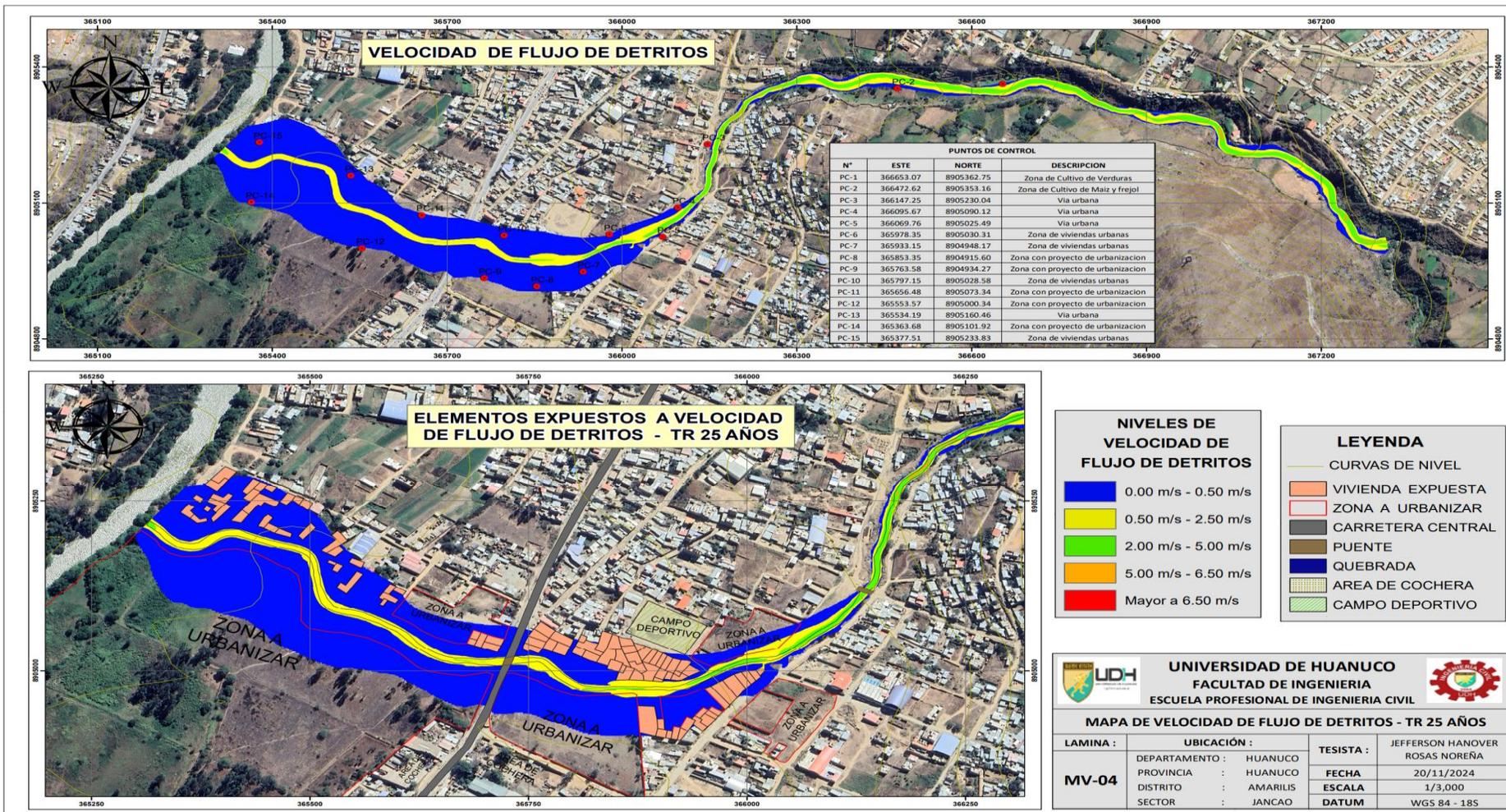


Figura 42

Mapa de velocidad de flujo de detritos -Tr 50 años

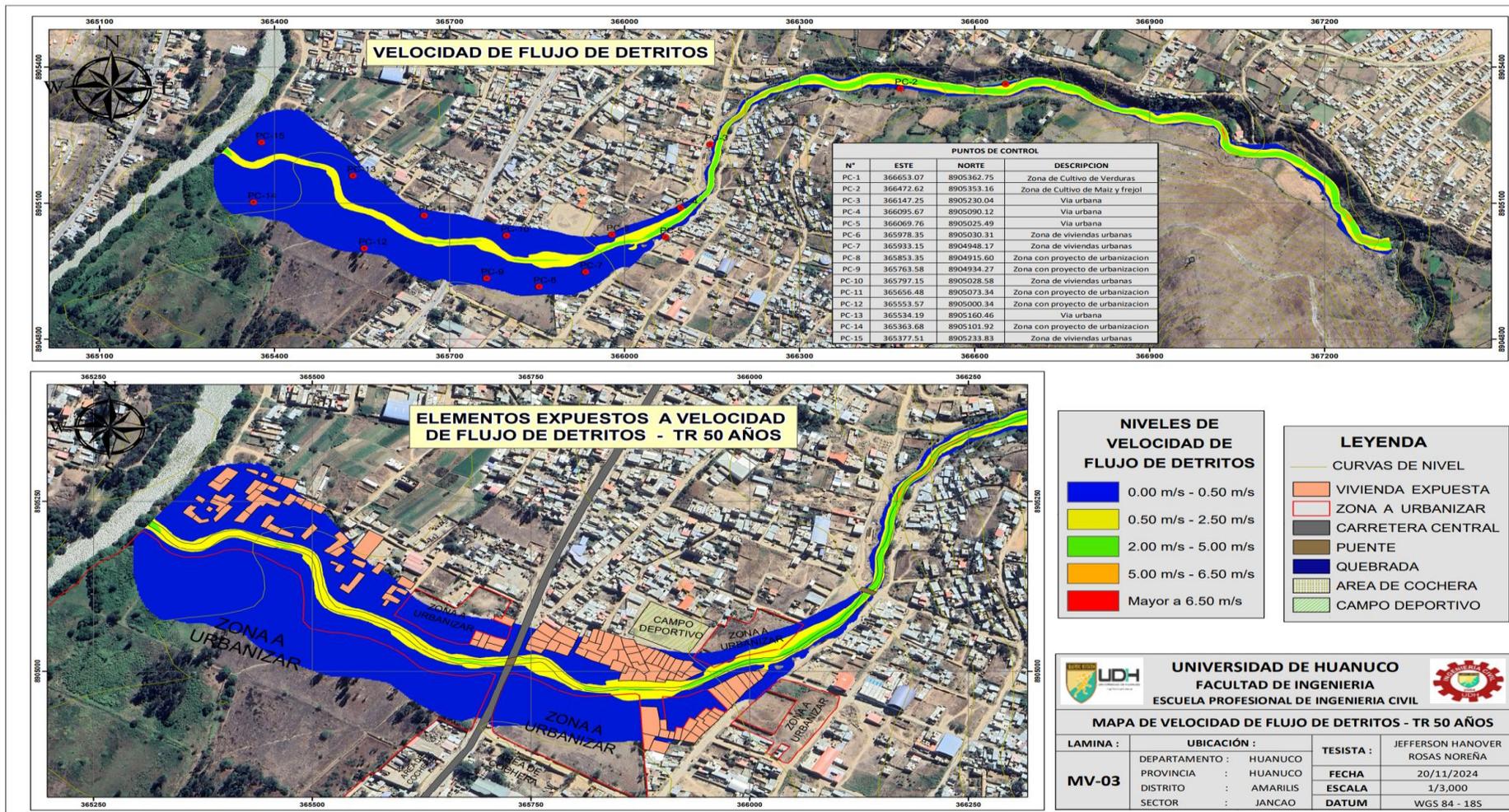


Figura 43

Mapa de velocidad de flujo de detritos -Tr 100 años

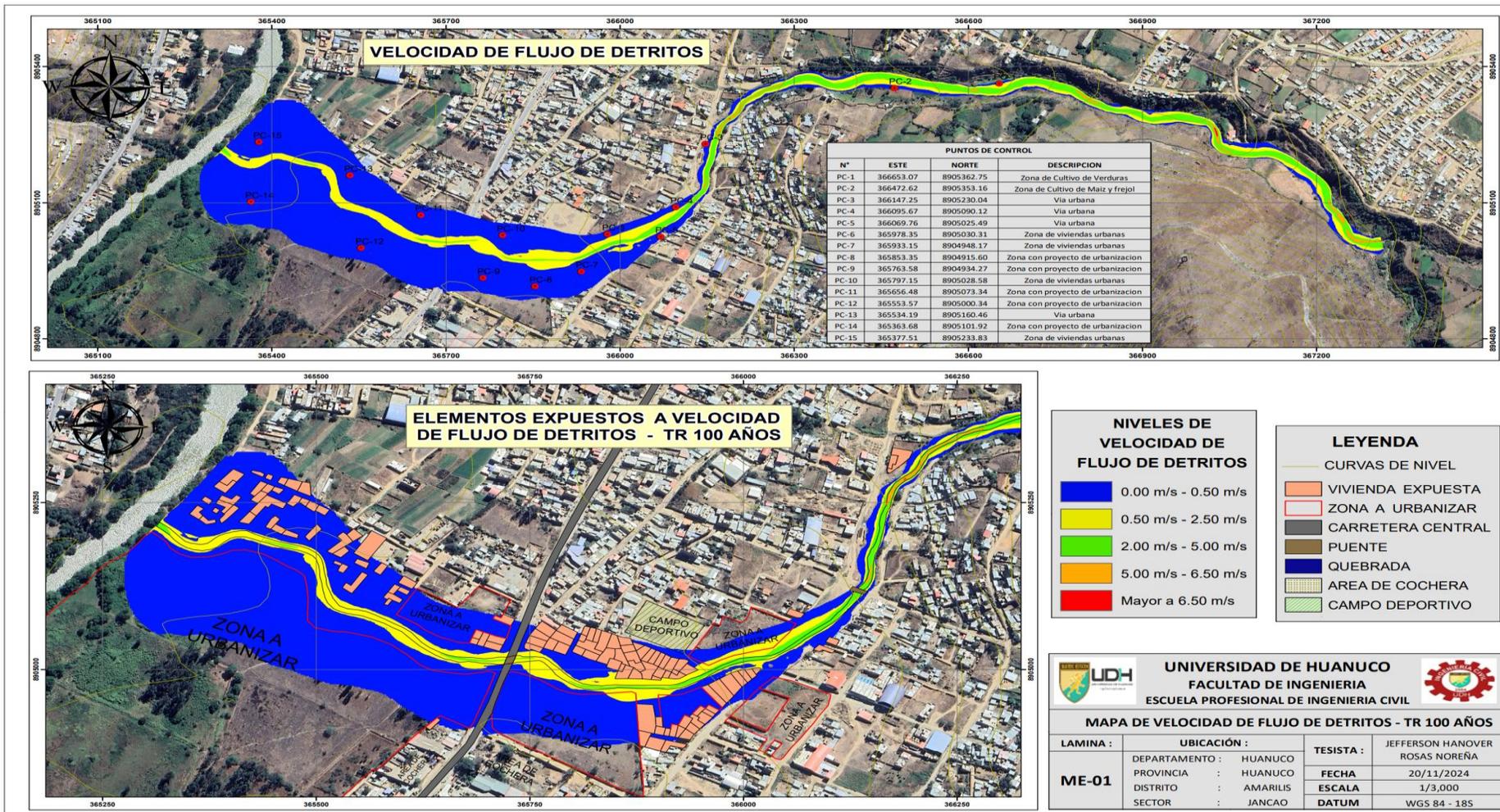
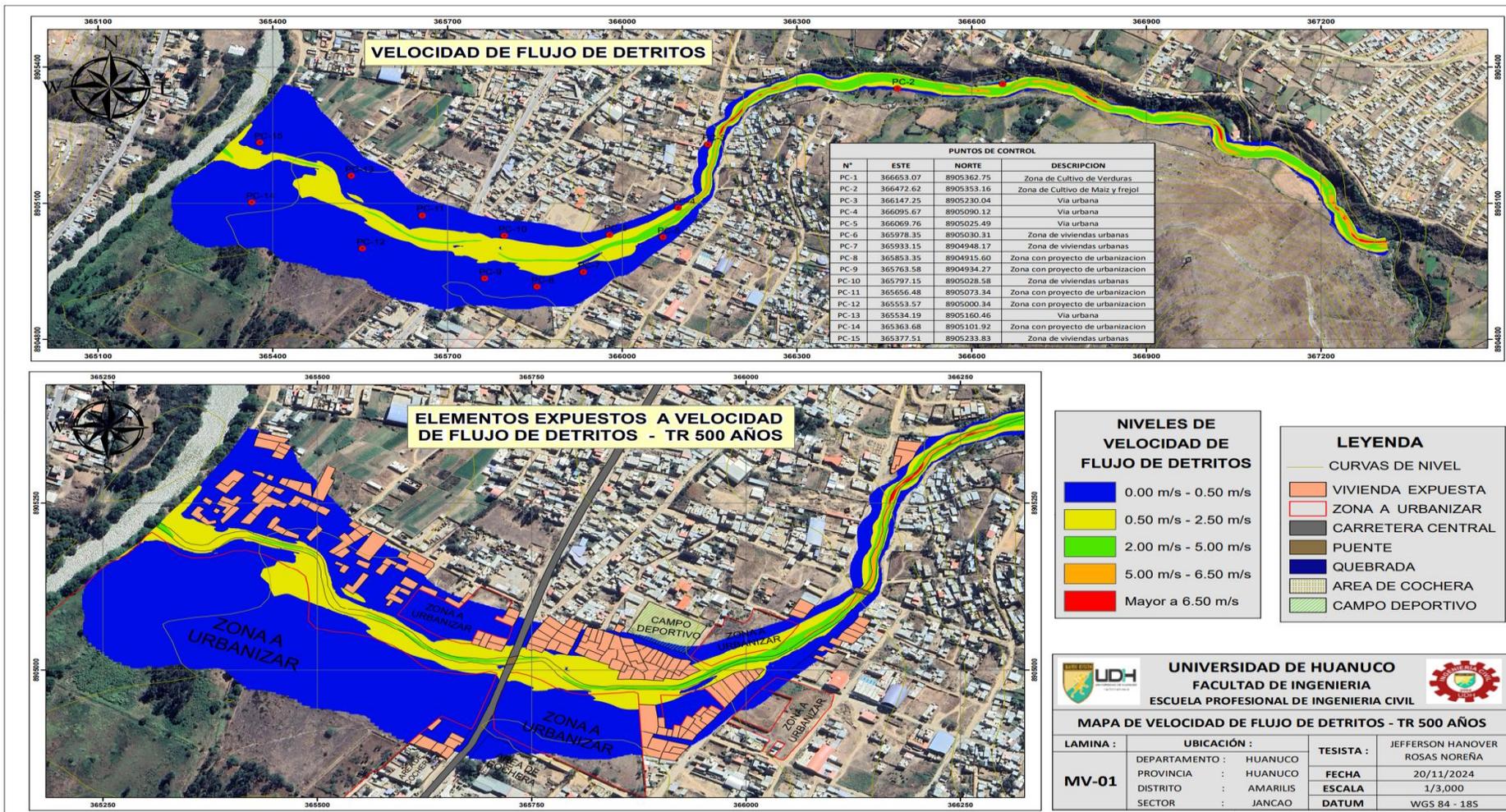


Figura 44

Mapa de velocidad de flujo de detritos -Tr 500 años



4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

H_0 : la influencia del modelado de flujo de detritos será significativa para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024.

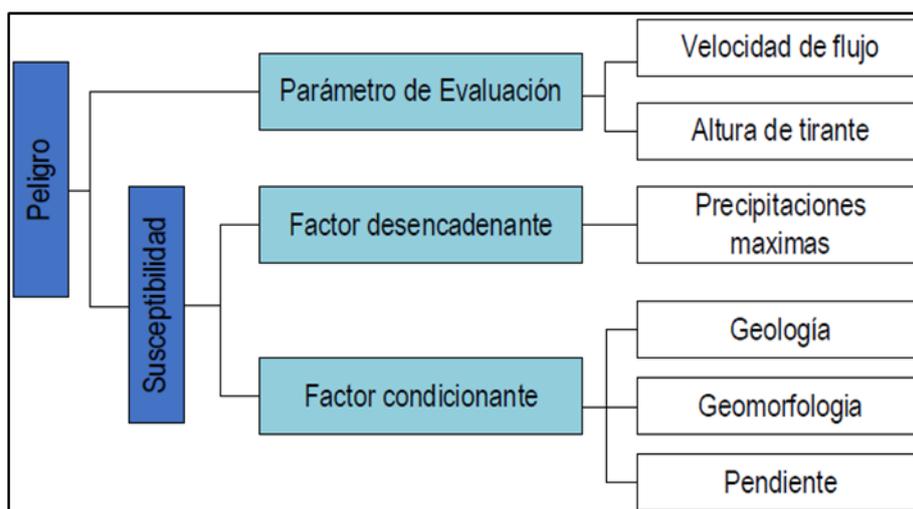
H_a : la influencia del modelado de flujo de detritos no será significativa para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024.

• DETERMINACION DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD EN LA QUEBRADA JANCAO

Para determinar el nivel de peligrosidad por flujo de detritos en la quebrada Jancao, se llevó a cabo la visita a campo, para poder realizar la descripción del tipo de geología, geomorfología y las pendientes a lo largo del cauce de la quebrada en análisis, se tomó en cuenta las precipitaciones máximas como factor desencadenante y como factor de evaluación se tomó los resultados de velocidades máximas y las alturas máximas del flujo del flujo de detritos.

Figura 45

Metodología general para determinar la peligrosidad



Nota. Se ve la metodología de análisis. Fuente: CENEPRED (2014)

• Recopilación de información y Análisis

Se ha realizado la selección de información libre de plataformas, obteniendo la geología regional y la geomorfología de la página del

INGEMMET – GEOCATMIN; así mismo los elementos peligrosos, riveras, drenajes, etc, fueron informados en la plataforma del SIGRID; los valores de las precipitaciones máximas fueron obtenidos de la página del SENAMHI. Para realizar el simulado de movimientos de detritos se usó el programa HEC RAS 6.4.1, lo cual nos permitió determinar las Velocidades máximas y Alturas máximas, en una longitud de 2.506 kilómetros de cauce natural de la quebrada Jancao

- **Susceptibilidad del ámbito de estudio**

Se refiere a la frecuencia de que un evento suceda o no sobre un lugar geográfico específico y estas dependen principalmente de los parámetros condicionantes y desencadenantes del fenómeno. Para evaluar la susceptibilidad del ámbito de impacto del peligro por flujo de masas en la quebrada Jancao, se han considerado como factores condicionantes la geología, la geomorfología y la pendiente, y como parámetro detonante las lluvias máximas en la estación Huánuco.

- **Análisis de los factores Condicionantes (FC)**

Para tener los valores promediados de los parámetros condicionantes, se usó un método numérico con los valores logrados del mapeo que se realizó en el lugar de influencia como es la geología, la geomorfología y la pendiente.

Tabla 12

Comparación de factores condicionantes

Parámetros	Pendiente	Geomorfología	Geología
Pendiente	1.00	3.00	5.00
Geomorfología	0.33	1.00	3.00
Geología	0.20	0.33	1.00

Tabla 13

Normalización de factores condicionantes

Parámetros	Pendiente	Geomorfología	Geología	Vector Priorización
Pendiente	0.652	0.692	0.556	0.633
Geomorfología	0.217	0.231	0.333	0.260
Geología	0.130	0.077	0.111	0.106

- Índice de consistencia (IC: 0.019)
- Coeficiente aleatorio (CA): 0.58
- Razón de inconsistencia (RI) :0.0334
- Se cumple que el (RI) < 0.05, la matriz es consistente

✓ **Análisis del parámetro: GEOLOGIA**

Tabla 14

Nomenclatura de parámetros de unidades litológicas

Código	Descriptor
GEO 1	Deposito aluvial (Qh/al)
GEO 2	Complejo Maraón de esquisto (Pe-cme)
GEO 3	Deposito coluvio aluvial (Qh-co/al)
GEO 4	Complejo Maraón de gneis (Pe-cmgn)

Tabla 15

Comparación de unidades litológicas

Parámetros	GEO 1	GEO 2	GEO 3	GEO 4
GEO 1	1.00	2.00	3.00	5.00
GEO 2	0.50	1.00	2.00	3.00
GEO 3	0.33	0.50	1.00	2.00
GEO 4	0.20	0.33	0.50	1.00

Tabla 16

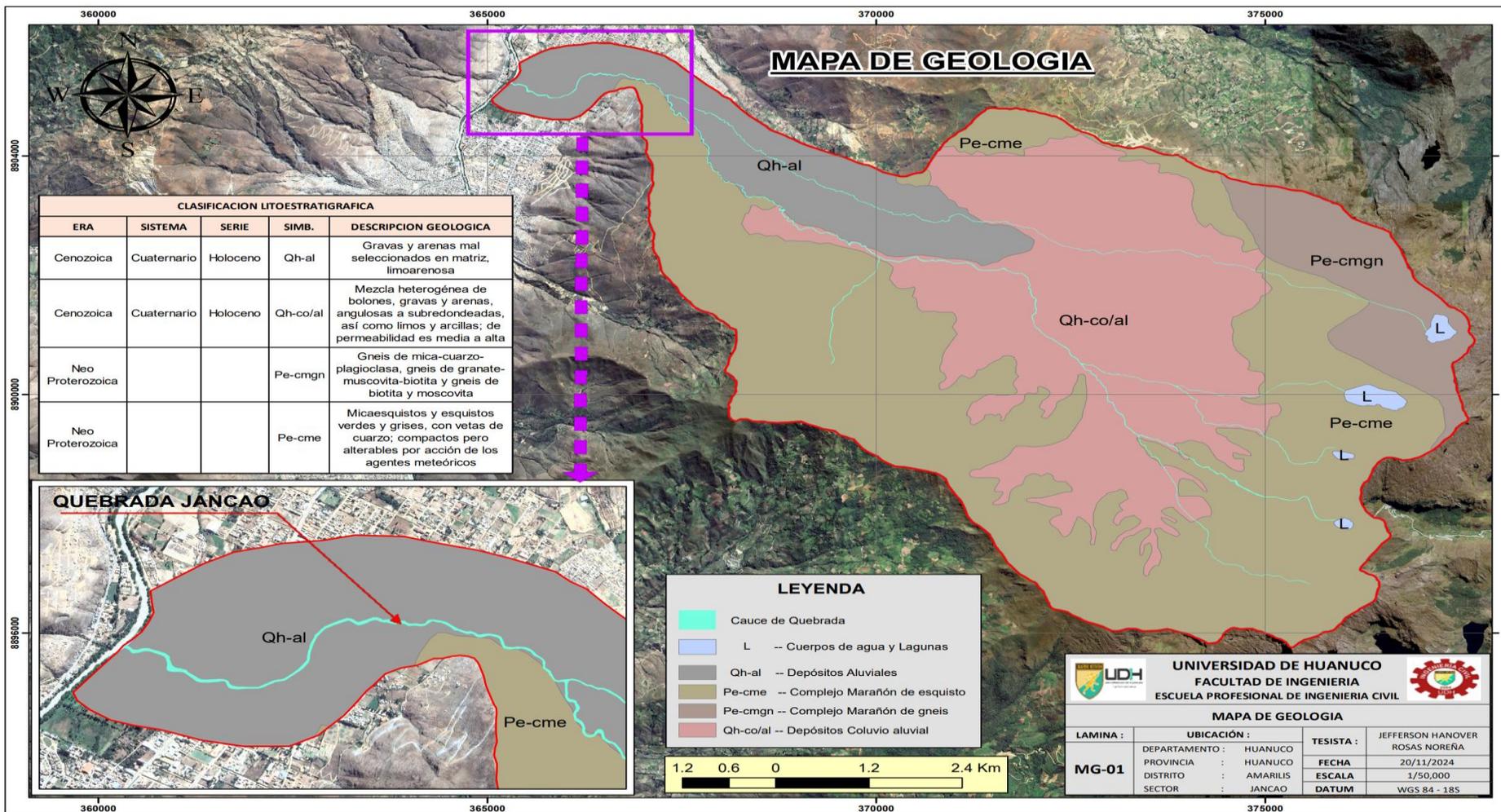
Normalización de unidades litológicas

Parámetros	GEO 1	GEO 2	GEO 3	GEO 4	Vector Priorización
GEO 1	0.492	0.522	0.462	0.455	0.482
GEO 2	0.246	0.261	0.308	0.273	0.272
GEO 3	0.164	0.130	0.154	0.182	0.158
GEO 4	0.098	0.087	0.077	0.091	0.088

- Índice de consistencia (IC: 0.005)
- Coeficiente aleatorio (CA): 0.90
- Razón de inconsistencia (RI) :0.0054
- Se cumple que el (RI) < 0.09, por lo que la Matriz es Consistente

Figura 46

Mapa geológico de la quebrada de Jancao



✓ **Análisis del parámetro: GEOMORFOLOGÍA**

Tabla 17

Nomenclatura de parámetros de unidades geomorfológicas

Código	Descriptores
GM 1	Planicie aluvial (PI-al)
GM 2	Planicie inundable (PI-i)
GM 3	Monte aluvio-torrencial (P-at)
GM 4	Monte metamórfico (RM-rm)
GM 5	Vertiente coluvial de detritos (V-d)

Tabla 18

Comparación de unidades geomorfológicas

Parámetros	GM 1	GM 2	GM 3	GM 4	GM 5
GM 1	1.00	3.00	5.00	6.00	8.00
GM 2	0.33	1.00	3.00	4.00	6.00
GM 3	0.20	0.33	1.00	2.00	4.00
GM 4	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
GM 5	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00

Tabla 19

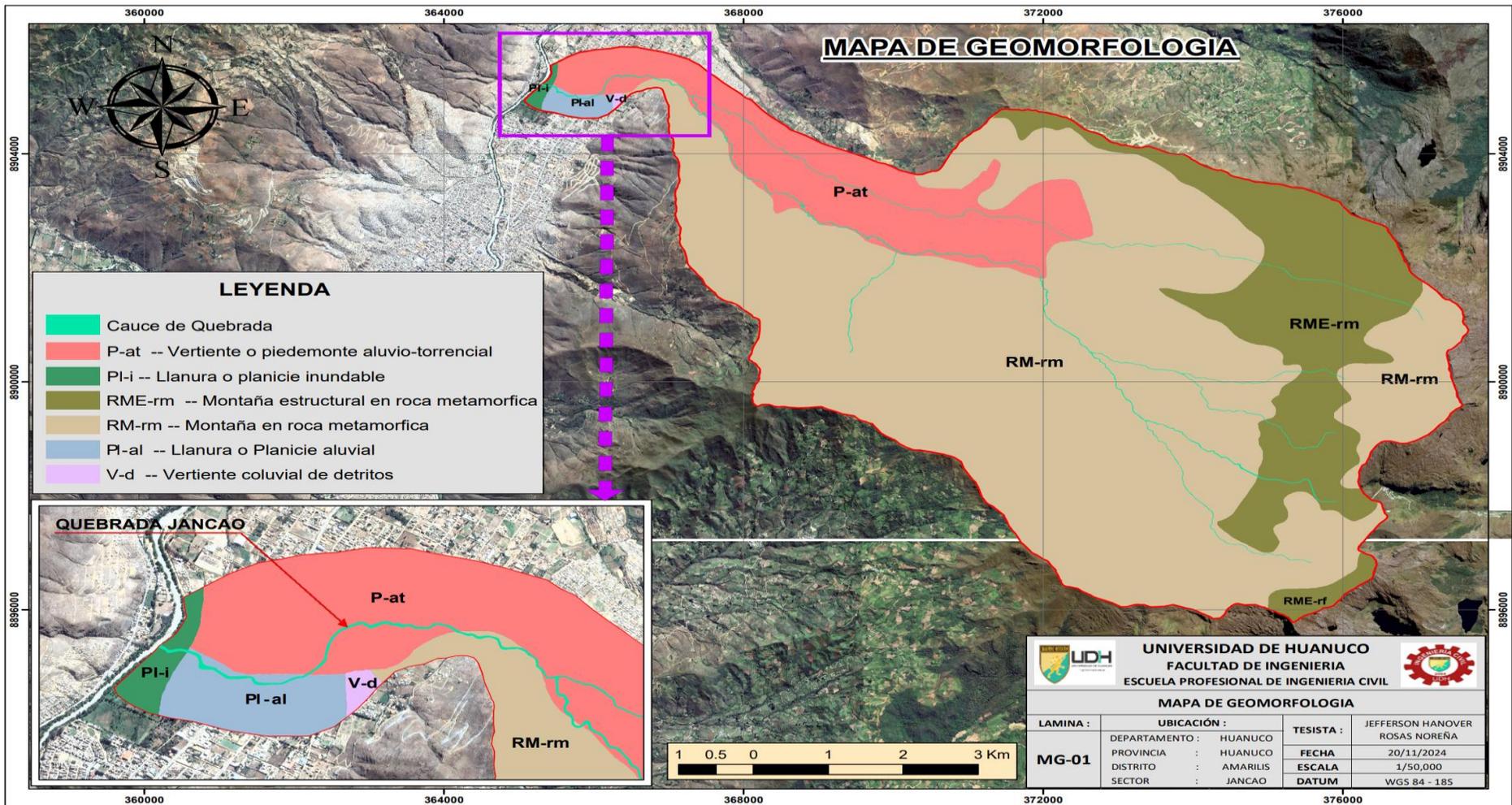
Normalización de unidades geomorfológicas

Parámetros	GM 1	GM 2	GM 3	GM 4	GM 5	Vector Priorización
GM 1	0.548	0.632	0.513	0.444	0.381	0.504
GM 2	0.183	0.211	0.308	0.296	0.286	0.257
GM 3	0.110	0.070	0.103	0.148	0.190	0.124
GM 4	0.091	0.053	0.051	0.074	0.095	0.073
GM 5	0.068	0.035	0.026	0.037	0.048	0.043

- Índice de consistencia (IC): 0.035
- Coeficiente aleatorio (CA): 1.12
- Razón de inconsistencia (RI) :0.0317
- Se cumple que el (RI) < 0.10, por lo que la Matriz es Consistente

Figura 47

Mapa geomorfológica de la quebrada de Jancao



✓ **Análisis del parámetro: PENDIENTE**

Tabla 20

Nomenclatura de parámetros de unidades de pendiente

Código	Descriptores	Características de pendiente
PE 1	0° - 3°	Terreno llano y/o con pendientes suaves
PE 2	3° - 7°	Pendiente Moderada
PE 3	7° - 15°	Pendiente Fuerte
PE 4	15° - 30°	Pendiente Muy Fuerte
PE 5	Mayor a 30°	Pendiente Escarpado

Tabla 21

Comparación de unidades de pendiente

Parámetros	PE 1	PE 2	PE 3	PE 4	PE 5
PE 1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
PE 2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
PE 3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
PE 4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
PE 5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Tabla 22

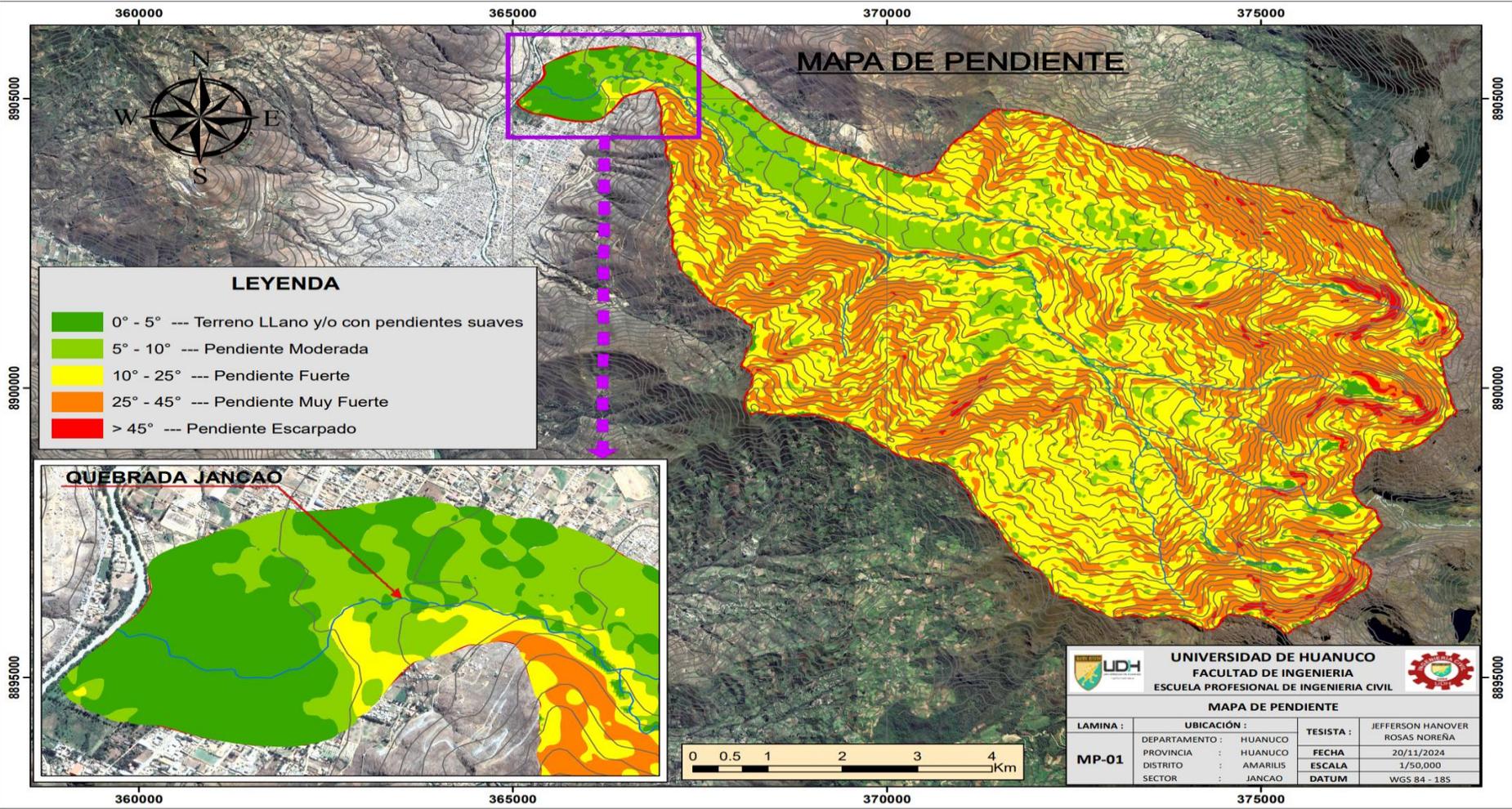
Normalización de unidades de pendiente

Parámetros	PE 1	PE 2	PE 3	PE 4	PE 5	Vector Priorización
PE 1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
PE 2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
PE 3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
PE 4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
PE 5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

- Índice de consistencia (IC): 0.061
- Coeficiente aleatorio (CA): 1.12
- Razón de inconsistencia (RI) :0.0542
- Se cumple que el (RI) < 0.10, por lo que la Matriz es Consistente

Figura 48

Mapa de la pendiente de la quebrada de Jancao



✓ **Análisis de factores Desencadenantes (FD)**

El factor desencadenante a las lluvias máximas realizada por SENAMHI, para la estación Huánuco.

✓ **Análisis de la precipitación máxima**

Tabla 23

Nomenclatura de parámetros de precipitación máxima

Código	Descriptores	Características de Precipitación
PP 1	PM > 24.7 mm	Extremadamente lluvioso
PP 2	13.1 mm < PM ≤ 24.7 mm	Muy lluvioso
PP 3	9.5 mm < PM ≤ 13.1 mm	lluvioso
PP 4	4.8 mm < PM ≤ 9.5 mm	Moderadamente lluvioso
PP 5	PM < 4.8 mm	Usualmente lluvioso

Fuente: SENAMHI

Tabla 24

Comparación de precipitación máxima

Parámetros	PP 1	PP 2	PP 3	PP 4	PP 5
PP 1	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
PP 2	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
PP 3	0.25	0.50	1.00	4.00	5.00
PP 4	0.17	0.20	0.25	1.00	2.00
PP 5	0.13	0.14	0.20	0.50	1.00

Tabla 25

Normalización de precipitación máxima

Parámetros	PP 1	PP 2	PP 3	PP 4	PP 5	Vector Priorización
PP 1	0.490	0.520	0.537	0.364	0.348	0.452
PP 2	0.245	0.260	0.268	0.303	0.304	0.276
PP 3	0.122	0.130	0.134	0.242	0.217	0.169
PP 4	0.082	0.052	0.034	0.061	0.087	0.063
PP 5	0.061	0.037	0.027	0.030	0.043	0.040

- Índice de consistencia (IC): 0.033
- Coeficiente aleatorio (CA): 1.12
- Razón de inconsistencia (RI) :0.0296
- Se cumple que el (RI) < 0.10, por lo que la Matriz es Consistente

- **Parámetro de Evaluación**

Para reconocer y calcular las características del fenómeno se realizó un modelado del flujo de detritos para así la medir la altura y velocidad del flujo.

- ✓ **Análisis del Parámetro de Tirante Máximo del Flujo de Detritos**

Tabla 26

Nomenclatura de parámetros de Tirantes máximos

Código	Descriptores	Características
TM 1	Mayor a 3.00 m	Nivel de tirante Muy Alto
TM 2	1.50 m - 3.00 m	Nivel de tirante Alto
TM 3	0.50 m - 1.50 m	Nivel de tirante Medio
TM 4	0.30 m - 0.50 m	Nivel de tirante Bajo
TM 5	0.00 m - 0.30 m	Nivel de tirante Muy Bajo

Tabla 27

Comparación de tirantes máximos

Parámetros	TM 1	TM 2	TM 3	TM 4	TM 5
TM 1	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
TM 2	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
TM 3	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
TM 4	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
TM 5	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00

Tabla 28

Normalización de tirantes máximos

Parámetros	TM 1	TM 2	TM 3	TM 4	TM 5	Vector Priorización
TM 1	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
TM 2	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
TM 3	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
TM 4	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
TM 5	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044

- Índice de consistencia (IC): 0.012
- Coeficiente aleatorio (CA): 1.12
- Razón de inconsistencia (RI) :0.0103
- Se cumple que el (RI) < 0.10, por lo que la Matriz es Consistente

✓ **Análisis del Parámetro de Velocidad Máxima del Flujo de Detritos**

Tabla 29

Nomenclatura de parámetros de velocidad máxima

Código	Descriptores	Descriptores
VM 1	Mayor a 6.50 m/s	Velocidad Muy Alto
VM 2	5.00 m/s - 6.50 m/s	Velocidad Alto
VM 3	2.50 m/s - 5.00 m/s	Velocidad Media
VM 4	0.50 m/s - 2.50 m/s	Velocidad Baja
VM 5	0.00 m/s - 0.50 m/s	Velocidad muy Baja

Tabla 30

Comparación de velocidades máximas

Parámetros	VM 1	VM 2	VM 3	VM 4	VM 5
VM 1	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
VM 2	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
VM 3	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
VM 4	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
VM 5	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00

Tabla 31

Normalización de velocidades máximas

Parámetros	VM 1	VM 2	VM 3	VM 4	VM 5	Vector Priorización
VM 1	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
VM 2	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
VM 3	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
VM 4	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
VM 5	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

- Índice de consistencia (IC): 0.061
- Coeficiente aleatorio (CA): 1.12
- Razón de inconsistencia (RI) :0.0542
- Se cumple que el (RI) < 0.10, por lo que la Matriz es Consistente

- **Niveles de Peligrosidad**

Se presentan los niveles de peligro y los rangos obtenidos a través del Proceso de Análisis Jerárquico de SAATY.

$$\text{Valor (FC)} = (\text{Ppar} * \text{Pdesc})_{\text{Geología}} + (\text{Ppar} * \text{Pdesc})_{\text{Geomorfología}} + (\text{Ppar} * \text{Pdesc})_{\text{Pendiente}}$$

$$\text{Valor (FD)} = (\text{Ppar} * \text{Pdesc})_{\text{Precipitación}}$$

Tabla 32

Resumen del cálculo del factor Condicionante (FC), Desencadenante (FD)

FACTOR CONDICIONANTE (FC)						FACTOR DESENCADENANTE (FD)					
GEOLOGIA		GEOMORFOLOGIA		PENDIENTE		VALOR (FC)	PESO	PRECIPITACION MAXIMA		VALOR (FD)	PESO
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc		
0.1062	0.482	0.2605	0.504	0.6333	0.503	0.501	0.30	1.00	0.276	0.276	0.70
0.1062	0.272	0.2605	0.257	0.6333	0.260	0.261	0.30	1.00	0.276	0.276	0.70
0.1062	0.000	0.2605	0.124	0.6333	0.134	0.117	0.30	1.00	0.276	0.276	0.70
0.1062	0.000	0.2605	0.073	0.6333	0.068	0.062	0.30	1.00	0.276	0.276	0.70
0.1062	0.000	0.2605	0.043	0.6333	0.035	0.033	0.30	1.00	0.276	0.276	0.70

$$\text{Valor (PE)} = (\text{Ppar} * \text{Pdesc})_{\text{Alt. tirante}} + (\text{Ppar} * \text{Pdesc})_{\text{Velocidad}}$$

$$\text{Valor (VS)} = \text{Valor FC} * \text{Peso} + \text{Valor FD} * \text{peso}$$

$$\text{Valor de Peligro (VP)} = \text{Valor S} * \text{Peso} + \text{Valor PE} * \text{peso}$$

Tabla 33*Resumen del cálculo del Parámetro de evaluación y valor del peligro*

SUSCEPTIBILIDAD		PARAMETRO DE EVALUACION						VALOR DEL PELIGRO
VALOR (VS)	PESO	Altura de flujo de detritos (m)		Velocidad de flujo de detritos		VALOR (PE)	PESO	
		Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			
0.344	0.40	0.80	0.468	0.20	0.503	0.475	0.60	0.423
0.271	0.40	0.80	0.268	0.20	0.260	0.266	0.60	0.268
0.229	0.40	0.80	0.144	0.20	0.134	0.142	0.60	0.176
0.212	0.40	0.80	0.076	0.20	0.068	0.074	0.60	0.129
0.203	0.40	0.80	0.044	0.20	0.035	0.042	0.60	0.107

Tabla 34*Niveles de Peligrosidad*

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	0.268 <= P <= 0.423
ALTO	0.176 <= P < 0.268
MEDIO	0.129 <= P < 0.176
BAJO	0.107 <= P < 0.129

• **Estrato del Nivel de Peligrosidad**

Tabla 35

Matriz de Nivel de Peligrosidad

NIVEL	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	Este nivel está dada por la litología de depósitos cuaternarios aluviales (Qh/al), la geomorfología está determinada por llanura o planicie aluvial (PI-al), con pendientes de 0° a 7° que corresponden a las más bajas y críticas al mismo tiempo, desencadenadas por las precipitaciones máximas con características de lluvias extremas denominadas muy lluvioso con valores de 13.1 mm a 24.7 mm.; el parámetro de evaluación está relacionada a la simulación del flujo de detritos con valores de velocidad mayor a 6.50 m/s y valores de tirante de flujo de detritos mayores a 3.00 m	0.268 <= P <= 0.423
ALTO	Este nivel está dada por la litología de depósitos cuaternarios aluviales (Qh/al), la geomorfología está determinada por Planicie aluvial (PI-al) y llanura inundable (PI-i), con pendientes de 7° a 15° que corresponden a zonas con pendientes suaves, desencadenadas por precipitaciones máximas con características de lluvias extremas denominadas muy lluvioso, con valores de 13.1 mm a 24.7 mm.; el parámetro de evaluación está relacionada a la simulación del flujo de detritos con valores de velocidad mayor a 5.00 m/s hasta 6.50 m/s y valores de tirante de flujo de detritos mayor a 1.50 m hasta 3.00 m.	0.176 <= P < 0.268
MEDIO	Este nivel de peligrosidad está determinado por la litología de complejo Marañón de esquistos (Pe-cme), la geomorfología está determinada por Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at), con pendientes de 15° a 30° que corresponden a zonas con pendientes de moderadas a fuertes, desencadenadas por precipitaciones máximas con características de lluvias extremas denominada lluvioso con valores de 9.5 mm a 13.1 mm.; el parámetro de evaluación está relacionada a la simulación del flujo de detritos con valores de velocidad mayores a 2.50 m/s hasta 5.00 m/s y valores de tirante de flujo de detritos mayor a 0.50 m hasta 1.50 m.	0.129 <= P < 0.176
BAJO	Este nivel de peligrosidad está determinado por la litología de complejo Marañón de gneis (Pe-cmgn), la geomorfología está determinada por montaña rocosas metamórficas (RM-rm), donde sus pendientes son mayores a 30°, desencadenadas por precipitaciones máximas con características de lluvias extremas denominada Moderadamente lluvioso con valores de 4.80 mm a 9.50 mm y menores a 4.80 mm.; el parámetro de evaluación está relacionada a la simulación del flujo de detritos con valores de velocidad menores a 2.50 m/s y valores de tirante de flujo de detritos menores a 0.50 m.	0.107 <= P < 0.129

- **Resultados del Análisis de peligrosidad por flujo de detritos**

- ✓ **Para un periodo de retorno de 500 Años**

Según los resultados del análisis del modelamiento de flujo de detritos en la quebrada Jancao, para un tiempo de retorno de 500 años se tienen los siguientes elementos que serán expuestos al peligro durante el evento.

Tabla 36

Elementos expuestos al peligro para un Tr 500 Años

ELEMENTOS EXPUESTO AL PELIGRO POR FLUJO DE DETRITOS		
DESCRIPCION	UND	CANTIDAD
Viviendas Unifamiliares	Und	130
Área de Lote vacío	m2	17741.93
Área de Campo Deportivo	m2	407.92
Área con Proyecto de Urbanización	Ha	8.928
Área de Cultivo	Ha	0.298
Puente de paso Vehicular	Und	2
Tramo de Carretera Central	ml	216.313

Según el análisis de peligrosidad y los resultados del mapa de zonificación del peligro ante flujo de detritos, indican que 10.306 hectáreas, posicionadas en la zona de las riberas (Zonas de faja marginal), presentan un peligro muy alto. Además, 7.217 hectáreas que abarca las zonas donde se encuentran las viviendas presentan un peligro alto, mientras que 5.269 hectáreas en el área de estudio presentan un peligro moderado o medio y 1.910 hectáreas un peligro bajo. En resumen, el área de estudio muestra predominantemente niveles de peligro Muy alto y Alto para un periodo de retorno de 500 Años.

Tabla 37*Resultados del análisis de peligrosidad para un Tr 500 Años*

Nivel de peligro	Área (m2)	Área (ha)	Porcentaje (%)
Muy Alto	103058.75	10.306	41.72%
Alto	72174.46	7.217	29.22%
Medio	52686.68	5.269	21.33%
Bajo	19103.89	1.910	7.73%
	247023.78	24.702	100.00%

✓ **Para un periodo de retorno de 100 Años**

Según los resultados del análisis del modelamiento de flujo de detritos en la quebrada Jancao, para un tiempo de retorno de 100 años se tienen los siguientes elementos que serán expuestos al peligro durante el evento.

Tabla 38*Elementos expuestos al peligro para un Tr 100 Años*

ELEMENTOS EXPUESTO AL PELIGRO POR FLUJO DE DETRITOS		
DESCRIPCION	UND	CANTIDAD
Viviendas Unifamiliares	Und	95
Área de Lote vacío	m2	12119.45
Área de Campo Deportivo	m2	172.32
Área con Proyecto de Urbanización	Ha	6.79
Área de Cultivo	Ha	0.222
Puente de paso Vehicular	Und	2
Tramo de Carretera Central	ml	162.828

Según el análisis de peligrosidad y los resultados del mapa de zonificación del peligro ante flujo de detritos, indican que 7.141 hectáreas, posicionadas en la zona de las riberas (Zonas de faja marginal), presentan un peligro muy alto. Además, 7.447 hectáreas que abarca las zonas donde se encuentran las viviendas presentan un peligro alto, mientras que 3.672 hectáreas en el área de estudio presentan un peligro moderado o medio y 1.509 hectáreas un peligro bajo. En resumen, el área de estudio muestra predominantemente niveles de peligro Muy alto y Alto para este periodo de análisis.

Tabla 39*Análisis de peligrosidad de Tr 100 Años*

Nivel de peligro	Área (m2)	Área (ha)	Porcentaje (%)
Muy Alto	71407.61	7.141	36.12%
Alto	74474.95	7.447	37.67%
Medio	36718.14	3.672	18.57%
Bajo	15090.62	1.509	7.63%
	197691.32	19.769	100.00%

✓ **Para un periodo de retorno de 50 Años**

Según los resultados del análisis del modelamiento de flujo de detritos en la quebrada Jancao, para un tiempo de retorno de 50 años se tienen los siguientes elementos que serán expuestos al peligro durante el evento.

Tabla 40*Elementos expuestos al peligro para un Tr 50 Años*

ELEMENTOS EXPUESTO AL PELIGRO POR FLUJO DE DETRITOS		
DESCRIPCION	UND	CANTIDAD
Viviendas Unifamiliares	Und	82
Área de Lote vacío	m2	9676.98
Área con Proyecto de Urbanización	Ha	5.36
Área de Cultivo	Ha	0.205
Puente de paso Vehicular	Und	2
Tramo de Carretera Central	ml	143.75

Según el análisis de peligrosidad y los resultados del mapa de zonificación del peligro ante flujo de detritos, indican que 4.896 hectáreas, posicionadas en la zona de las riberas (Zonas de faja marginal), presentan un peligro muy alto. Además, 8.261 hectáreas que abarca las zonas donde se encuentran las viviendas presentan un peligro alto, mientras que 3.037 hectáreas en el área de estudio presentan un peligro moderado o medio y 1.736 hectáreas un peligro bajo. En resumen, el área de estudio muestra predominantemente niveles de peligro Muy alto y Alto para este periodo de análisis.

Tabla 41*Análisis de peligrosidad de Tr 50 Años*

Nivel de peligro	Área (m2)	Área (ha)	Porcentaje (%)
Muy Alto	48956.08	4.896	27.31%
Alto	82605.39	8.261	46.08%
Medio	30366.39	3.037	16.94%
Bajo	17355.00	1.736	9.68%
	179282.87	17.928	100.00%

✓ **Para un periodo de retorno de 25 Años**

Según los resultados del análisis del modelamiento de flujo de detritos en la quebrada Jancao, para un tiempo de retorno de 25 años se tienen los siguientes elementos que serán expuestos al peligro durante el evento.

Tabla 42*Elementos expuestos al peligro para un Tr 25 Años*

ELEMENTOS EXPUESTO AL PELIGRO POR FLUJO DE DETRITOS		
DESCRIPCION	UND	CANTIDAD
Viviendas Unifamiliares	Und	72
Área de Lote vacío	m2	8912.88
Área con Proyecto de Urbanización	Ha	4.02
Área de Cultivo	Ha	0.178
Puente de paso Vehicular	Und	2
Tramo de Carretera Central	ml	120.85

Según el análisis de peligrosidad y los resultados del mapa de zonificación del peligro ante flujo de detritos, indican que 2.846 hectáreas, posicionadas en la zona de las riberas (Zonas de faja marginal), presentan un peligro muy alto. Además, 6.603 hectáreas que abarca las zonas donde se encuentran las viviendas presentan un peligro alto, mientras que 4.405 hectáreas en el área de estudio presentan un peligro moderado o medio y 0.827 hectáreas un peligro bajo. En resumen, el área de estudio muestra predominantemente niveles de peligro Muy alto y Alto para este periodo de análisis.

Tabla 43*Análisis de peligrosidad de Tr 25 Años*

Nivel de peligro	Área (m2)	Área (ha)	Porcentaje (%)
Muy Alto	28463.12	2.846	19.39%
Alto	66027.18	6.603	44.97%
Medio	44048.49	4.405	30.00%
Bajo	8272.77	0.827	5.63%
	146811.56	14.681	100.00%

Tabla 44*Porcentaje de elementos expuestos según el nivel de peligro para un Tr 500 años*

DESCRIPCION	NIVEL DE PELIGRO							
	MUY ALTO		ALTO		MEDIO		BAJO	
Unidad de Viviendas Unifamiliares	32	24.62%	52	40.00%	32	24.62%	14	10.77%
Área de Lote vacío (m2)	6406.28	36.11%	5159.19	29.08%	4495.80	25.34%	1680.65	9.47%
Área con proyecto de lotización (Ha)	5.11	57.25%	3.14	35.12%	0.66	7.43%	0.02	0.20%
Área de Cultivo (Ha)	0.015	5.04%	0.060	19.98%	0.153	51.38%	0.070	23.60%
Área de Campo deportivo (m2)	-	-	-	-	303.23	74.34%	104.69	25.66%

Tabla 45*Porcentaje de elementos expuestos según el nivel de peligro para un Tr 100 años*

DESCRIPCION	NIVEL DE PELIGRO							
	MUY ALTO		ALTO		MEDIO		BAJO	
Unidad de Viviendas Unifamiliares	26	27.37%	42	44.21%	21	22.11%	6	6.32%
Área de Lote vacío (m2)	2432.69	20.07%	6188.99	51.07%	2254.33	18.60%	1243.43	10.26%
Área con proyecto de lotización (Ha)	1.91	28.13%	3.52	51.84%	0.97	14.29%	0.39	5.74%
Área de Cultivo (Ha)	-	-	0.089	39.86%	0.083	37.39%	0.051	22.75%
Área de Campo deportivo (m2)	-	-	-	-	102.45	59.45%	69.87	40.55%

Tabla 46*Porcentaje de elementos expuestos según el nivel de peligro para un Tr 50 años*

DESCRIPCION	NIVEL DE PELIGRO							
	MUY ALTO		ALTO		MEDIO		BAJO	
Unidad de Viviendas Unifamiliares	15	18.29%	45	54.88%	18	21.95%	4	4.88%
Área de Lote vacío (m2)	2123.46	21.94%	3923.84	40.55%	3186.84	32.93%	442.84	4.58%
Área con proyecto de lotización (Ha)	0.91	17.05%	2.76	51.49%	1.21	22.57%	0.48	8.88%
Área de Cultivo (Ha)	-	-	0.06	28.78%	0.108	56.68%	0.038	18.54%

Tabla 47*Porcentaje de elementos expuestos según el nivel de peligro para un Tr 25 años*

DESCRIPCION	NIVEL DE PELIGRO							
	MUY ALTO		ALTO		MEDIO		BAJO	
Unidad de Viviendas Unifamiliares	8	11.11%	32	44.44%	28	38.89%	4	5.56%
Área de Lote vacío (m2)	286.36	3.21%	4523.34	50.75%	3773.33	42.34%	329.85	3.70%
Área con proyecto de lotización (Ha)	0.18	4.40%	2.38	59.20%	1.14	28.36%	0.32	8.03%
Área de Cultivo (Ha)	-	-	0.037	20.62%	0.110	61.91%	0.031	17.47%

Figura 49

Nivel de peligrosidad de un periodo de 25 años

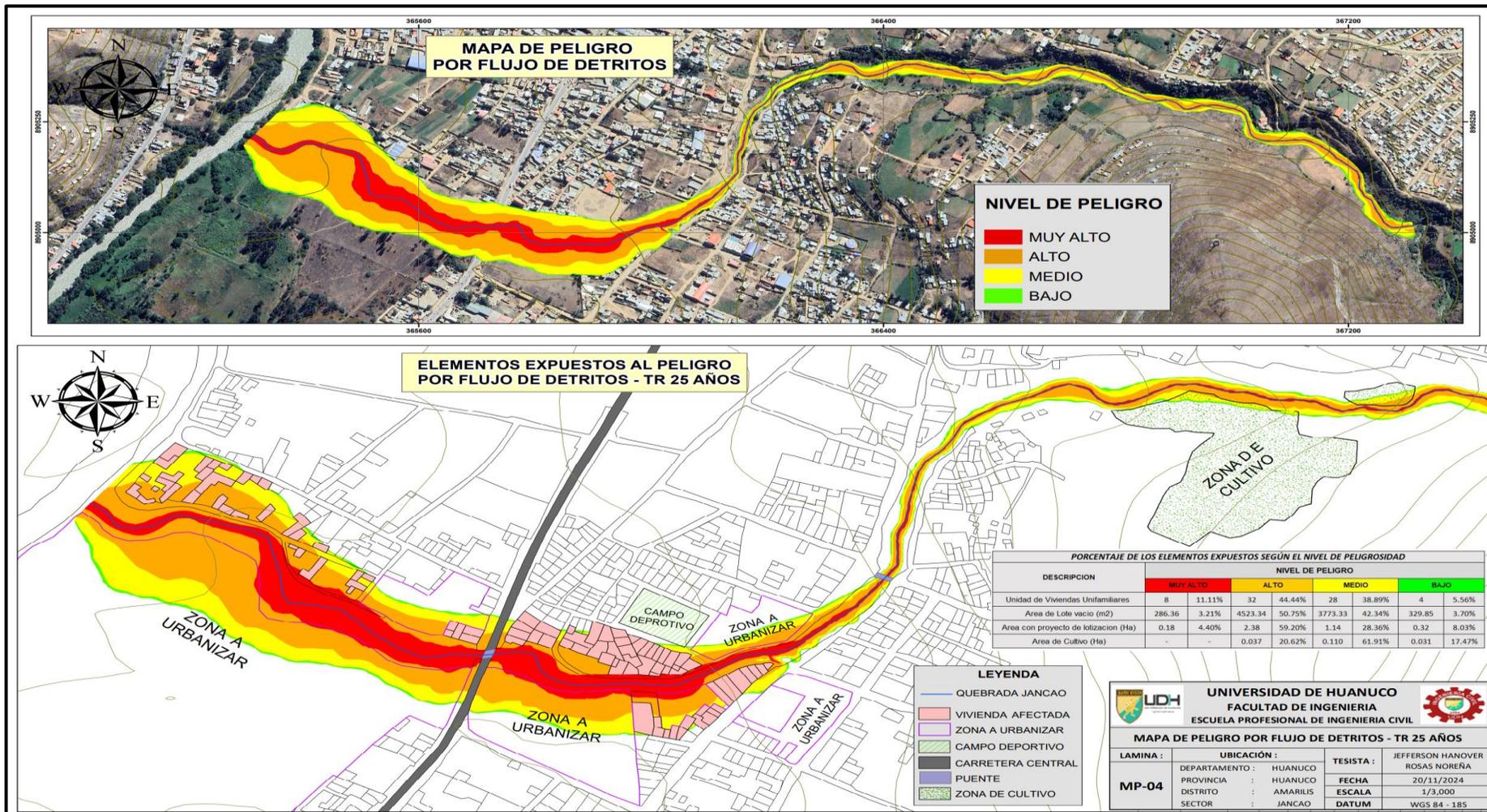


Figura 50

Nivel de peligrosidad para un periodo de 50 años

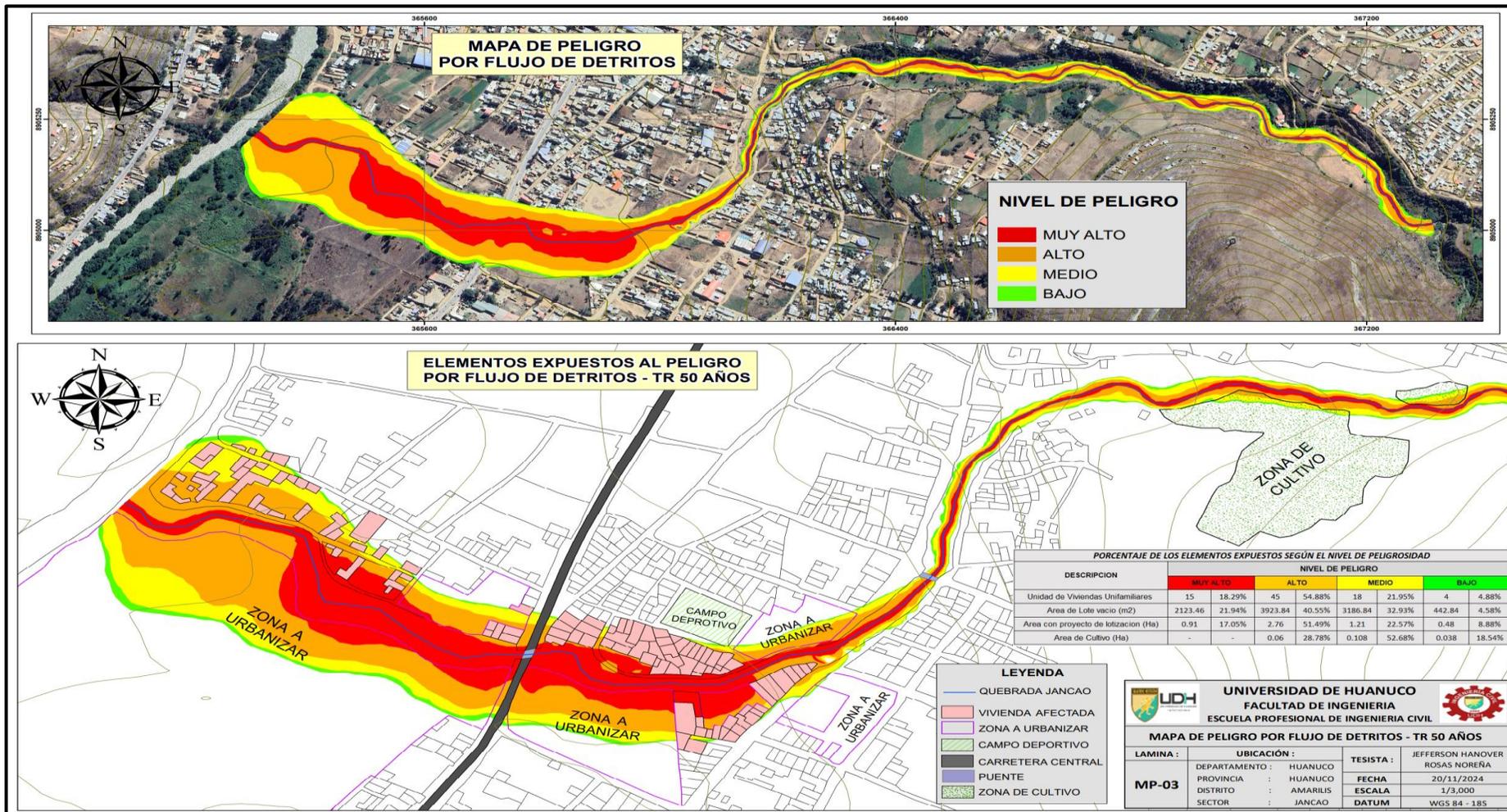


Figura 51

Nivel de peligrosidad para un periodo de 100 años

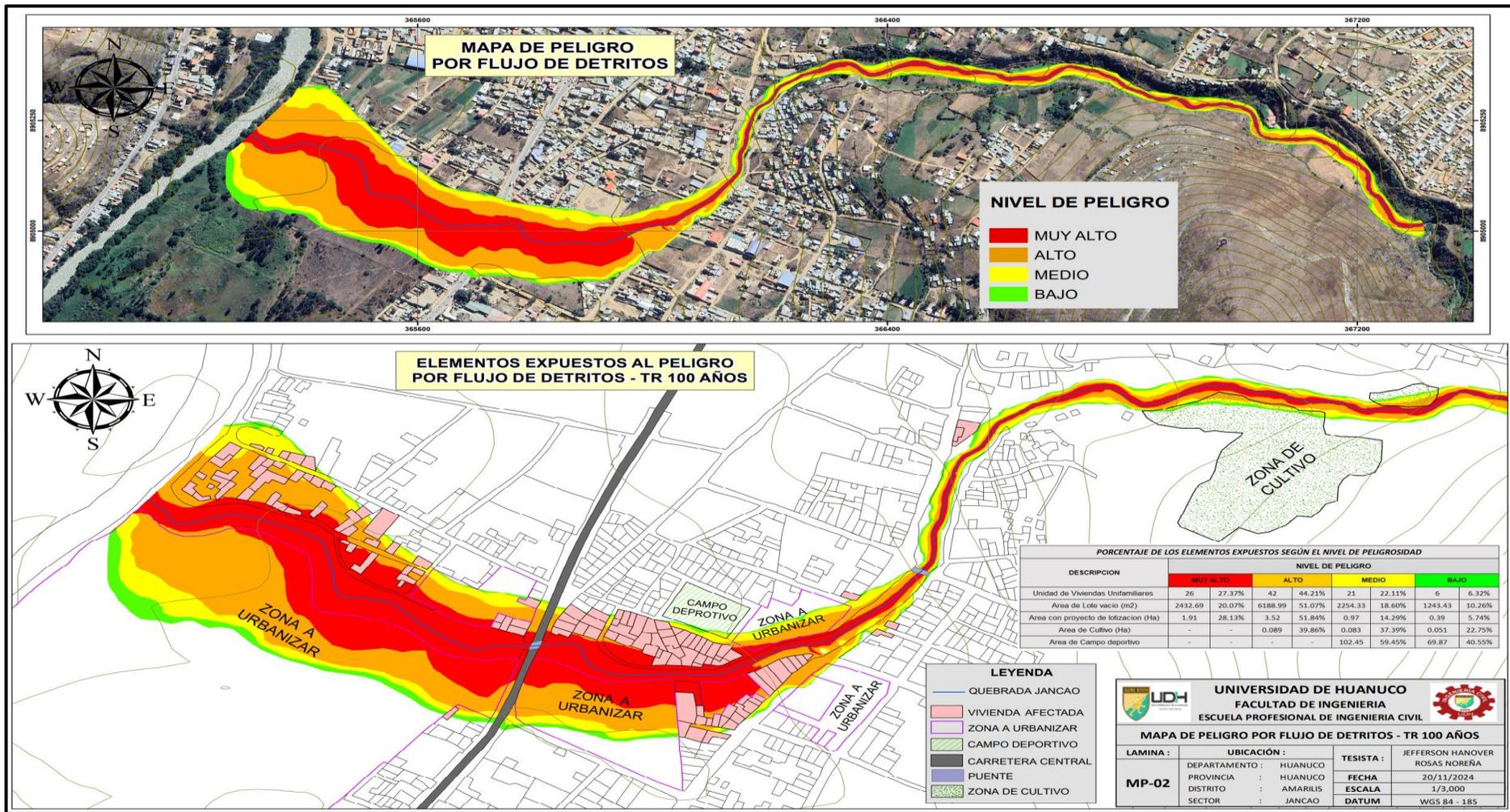


Figura 52

Nivel de peligrosidad para un periodo de 500 años

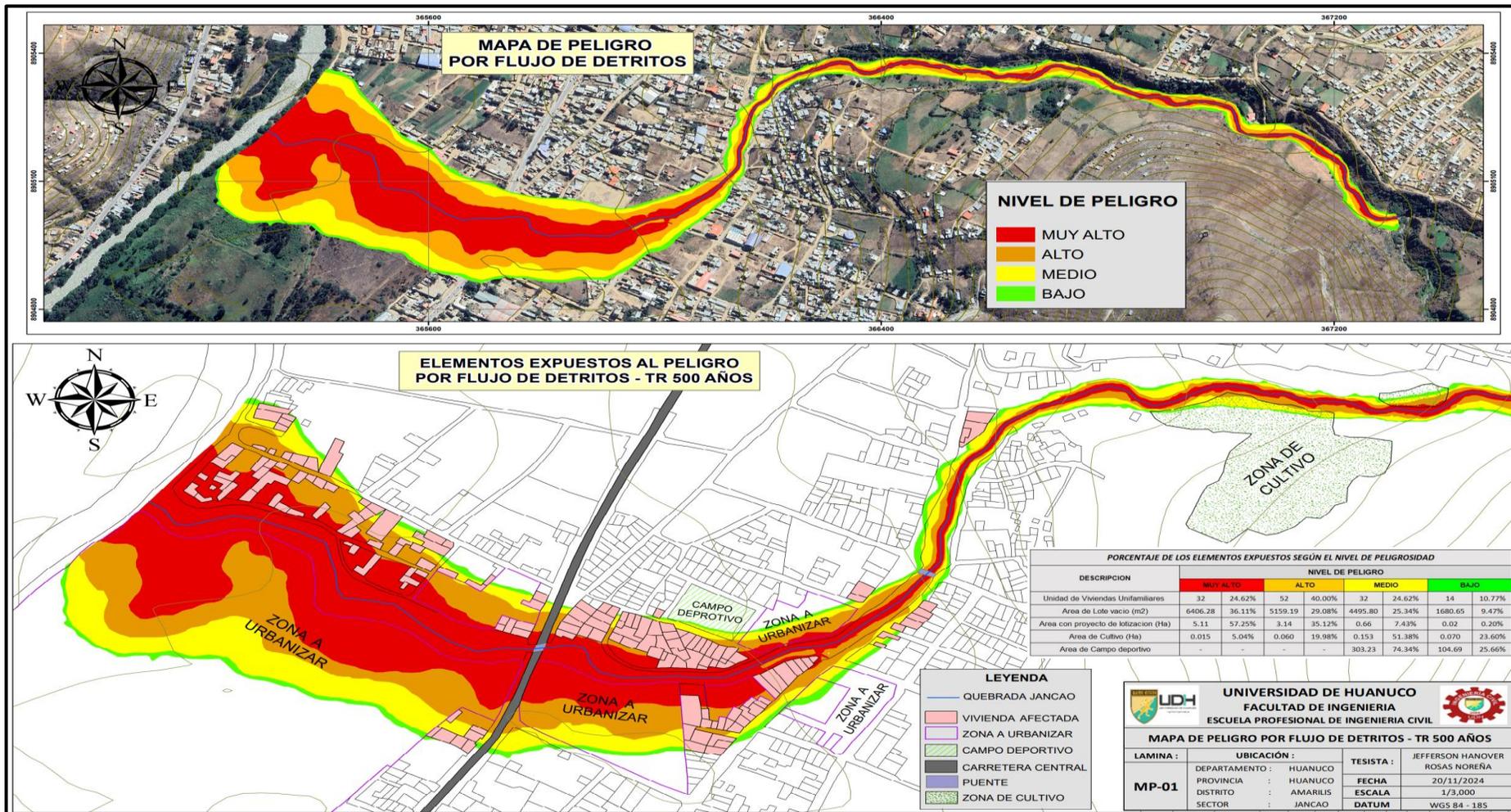


Tabla 48*Análisis de datos cruzados HG*

		Nivel de peligrosidad en la quebrada de Jancao			
		Muy alto	Alto	Media	Bajo
Modelado de flujo de detritos	Si	8	32	28	4
	No	0	0	0	0
Total		8	32	28	4

Tabla 49*Relación de Pearson HG*

	Valor	Significación asintótica (bilateral)
Razón de Pearson	,310 ^a	,032
Asociación lineal por lineal	,178	,495
N de casos válidos	72	

Interpretación

Evaluando el resultado se demuestra que la significancia es inferior a 0.05 ($0.032 < 0.05$); por lo tanto, se toma la hipótesis nula y descartamos la hipótesis alterna, concluyendo que la influencia del modelado de flujo de detritos será significativa para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024.

4.2.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA 1

H₀: La concentración volumétrica que influirá en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024, será de 55%.

H_a: La concentración volumétrica que no influirá en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024, será de 55%.

- **Cálculo de los parámetros reológicos**
- **Concentración volumétrica (Cv)**

La estimación del volumen de sólidos (depósitos de sedimentos) se realizó de manera directa, donde se realizó observaciones a lo largo de la quebrada en estudio, determinando así las posiciones de depósitos y su profundidad de acumulación de forma aproximada y por medio de imágenes satelitales y con la ayuda del Software Arcgis se determinó las áreas de las zonas identificadas.

Tabla 50

Área y volumen de depósitos de detritos

Descripción	Longitud de depósito (m)	Área de depósito (m ²)	Profundidad de depósito (m)	Volumen de depósito (m ³)
Zona Baja	252.70	677.19	0.50	338.59
Zona Media	506.25	851..76	0.50	425.88
Zona Alta	325.80	439.40	0.40	175.76

$$V_s = 940.23 \text{ m}^3$$

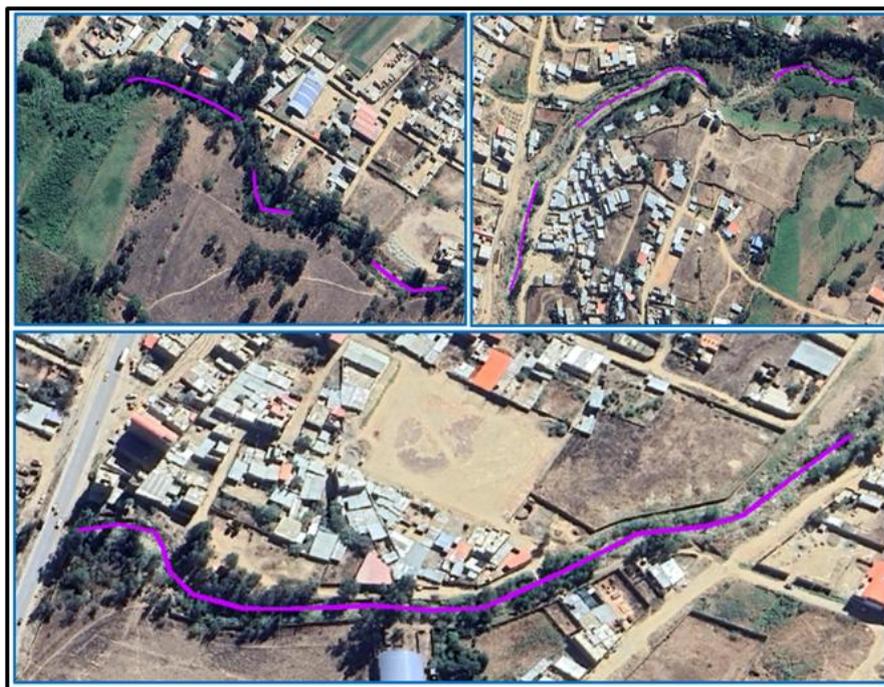
$$V_l = 859.09 \text{ m}^3$$

$$C_v = \frac{940.23}{940.23 + 859.09} = 0.5225$$

La concentración volumétrica inicial estimada es de 52.25 %, valor con el cual se inició el modelado de movimiento de detritos.

Figura 53

Zonas de acumulación



Nota. Se evidencia las zonas donde existen deposición de detritos en la quebrada Jancao.

- **Esfuerzo de Cedencia (T_y) y Viscosidad dinámica (η)**

Según los resultados del análisis de laboratorio de Mecánica de suelos se tuvo los porcentajes de material fino (Arcillas + Limos).

Tabla 51

Resultados del porcentaje de material fino

Porcentaje de la Matriz fina (Arcillas + Limo)					
C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5	C - 6
5.59	6.17	8.18	7.66	4.93	8.39

Fuente: EMS

Al promediar los diferentes resultados, se obtiene un 6.82 % que representa la matriz fina (Arcillas + Limos).

Para determinar el tipo de fuente y los valores de los coeficientes empíricos α_1 , α_2 , β_1 y β_2 , se usó la tabla de las Propiedades de las matrices de flujos de masas (Arcillas + Limos) desarrollado por: O'Brien y Julien (1988), obteniendo los siguientes valores:

Tabla 52*Valores de coeficientes para el cálculo del esfuerzo de cedencia y Viscosidad*

Tipo de fuente	α_1	α_2	β_1	β_2
Glenwood sample 1	0.00283	0.0345	23	20.1

Para calcular el esfuerzo de cedencia inicial y la viscosidad dinámica inicial, con el cual se va iniciar el modelado y posteriormente realizar la calibración, se hará uso de la formula desarrollado por O'Brien y Julien (1988).

$$\tau_y = \alpha_2 e^{\beta_2 C_v}$$

$$\tau_y = 0.0345 * e^{(20.1)*(0.5525)}$$

$$\tau_y = 1255.7070 \text{ Dinas/cm}^2$$

$$\tau_y = 125.57 \text{ Pas ... (Esfuerzo de cedencia Inicial)}$$

$$\eta = \alpha_1 e^{\beta_1 C_v}$$

$$\eta = 0.00283 * e^{(23)*(0.5525)}$$

$$\eta = 468.727 \text{ poises}$$

$$\eta = 46.87 \text{ Pa.s ... (Viscosidad Dinamica inicial)}$$

Tabla 53*Parámetros reológicos iniciales para el modelado*

Descripción	Cv (%)	τ_y (Pas)	η (Pas)
Escenario inicial	55.25	125.57	46.87

- **Estimación de los caudales del flujo de detritos**

Para estimar los caudales del modelado de flujo de detrito se usó la metodología propuesta por O'Brien (2000), donde el hidrograma de flujo de detritos se estima a partir del hidrograma de flujo de agua multiplicado por un factor que está en función de la concentración

volumétrica de detritos; cuyo factor es calculado por la siguiente ecuación:

$$Q_t = BF * Q_l$$

$$BF = \frac{1}{1 - Cv}$$

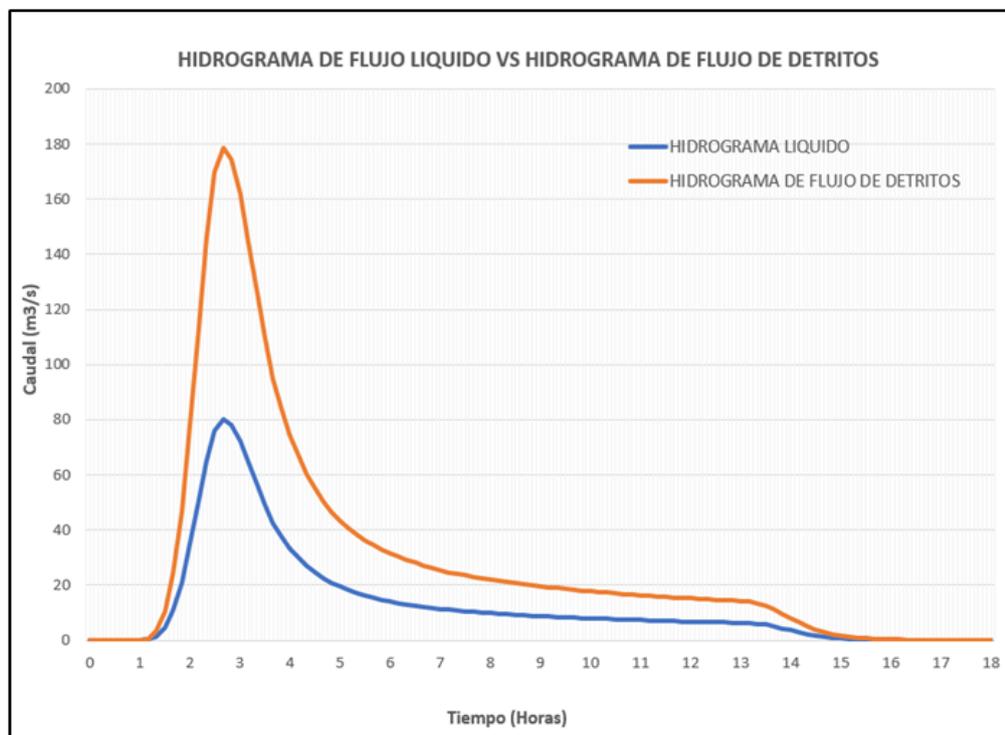
Donde:

- Q_t : Caudal total de flujo de detritos
- Q_l : Caudal de flujo líquido
- BF : Factor (Bulking Factor)
- Cv : Concentración volumétrica

Para un Cv calculado inicialmente de 52.25% se tiene un factor de 2.235 y valores de caudales totales de movimiento de detritos.

Figura 54

Hidrograma de Flujo líquido vs flujo de detritos – T_r : 500 Años



Nota. Se evidencia hidrograma de flujo.

Se tiene un caudal máximo de flujo de detritos de 178.75 m³/s

- **Puntos de control**

Los puntos de control son una forma más práctica y usados para poder calibrar un modelamiento del flujo de lodos, detritos, huaycos, etc., por medio de estos puntos de control se puede ajustar el modelo a lo más cercano a la realidad; por ello en la zona en estudio se estableció 15 puntos de control lo cual fueron ubicados en las zonas críticas a lo largo de la quebrada Jancao.

Tabla 54

Puntos de control establecidos para la calibración del modelo

Puntos de control	Coordenadas UTM-WGS84		Descripción	Altura de flujo establecido
	ESTE (m)	NORTE (m)		
PC - 1	366653.07	8905362.75	Zona de Cultivo de Verduras	0.80
PC - 2	366472.62	8905353.16	Zona de Cultivo de Maíz y frejol	0.60
PC - 3	366147.25	8905230.04	Vía urbana	0.50
PC - 4	366095.67	8905090.12	Vía urbana	0.90
PC - 5	366069.76	8905025.49	Vía urbana	0.80
PC - 6	365978.35	8905030.31	Zona de viviendas urbanas	0.80
PC - 7	365933.15	8904948.17	Zona de viviendas urbanas	1.80
PC - 8	365853.35	8904915.60	Zona con proyecto de urbanización	1.50
PC - 9	365763.58	8904934.27	Zona con proyecto de urbanización	1.50
PC - 10	365797.15	8905028.58	Zona de viviendas urbanas	1.50
PC - 11	365656.48	8905073.34	Zona con proyecto de urbanización	1.40
PC - 12	365553.57	8905000.34	Zona con proyecto de urbanización	1.60
PC - 13	365534.19	8905160.46	Vía urbana	1.40
PC - 14	365363.68	8905101.92	Zona con proyecto de urbanización	1.80
PC - 15	365377.51	8905233.83	Zona de viviendas urbanas	1.50

Figura 55

Ubicación de los puntos de control en la zona de estudio



Nota. Se ve los puntos de control

• **Resultados del Modelamiento de flujo de detritos**

Los resultados de Tirante y velocidad de flujo obtenidos para un Cv calculado inicialmente de 52.25%

Tabla 55

Resultados del modelamiento del escenario inicial – Tr 500 años

Parámetros Reológicos del Escenario inicial - Tr: 500 Años				
Cv (%)	τ_y (Pas)	η (Pa.s)	ds (mm)	Rugosidad (n)
52.25	125.57	46.87	11.21	0.083
Resultados del escenario inicial - Tr: 500 Años				
Punto de control	Velocidad de flujo (m3/s)	Altura de flujo del modelado (m) – “A”	Altura de flujo establecido en campo (m) – “B”	Verificación (A >= B)
PC - 1	0.57	0.39	0.80	No Cumple
PC - 2	0.00	0.00	0.60	No Cumple
PC - 3	0.00	0.00	0.50	No Cumple
PC - 4	0.27	0.34	0.90	No Cumple
PC - 5	0.30	0.29	0.80	No Cumple
PC - 6	0.11	0.17	0.80	No Cumple
PC - 7	0.31	0.91	1.80	No Cumple
PC - 8	0.26	0.48	1.50	No Cumple
PC - 9	0.57	0.58	1.50	No Cumple

PC - 10	0.32	0.57	1.50	No Cumple
PC - 11	0.01	0.19	1.40	No Cumple
PC - 12	0.48	0.55	1.60	No Cumple
PC - 13	0.37	0.51	1.40	No Cumple
PC - 14	0.64	0.71	1.80	No Cumple
PC - 15	0.55	0.81	1.50	No Cumple

CONCLUSION: Las alturas de flujo de detritos obtenidos del modelamiento del escenario inicial ($C_v = 52.25\%$), en todos los puntos de control no cumplen con las alturas de flujo establecidos en campo por observación directa, por lo que se realizó una calibración del modelo mediante análisis de los parámetros de concentración volumétrica y coeficiente de rugosidad del cauce hasta encontrar valores cercanos a los establecidos en campo.

Figura 56

Modelado del Escenario Inicial (CV: 52.25%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años

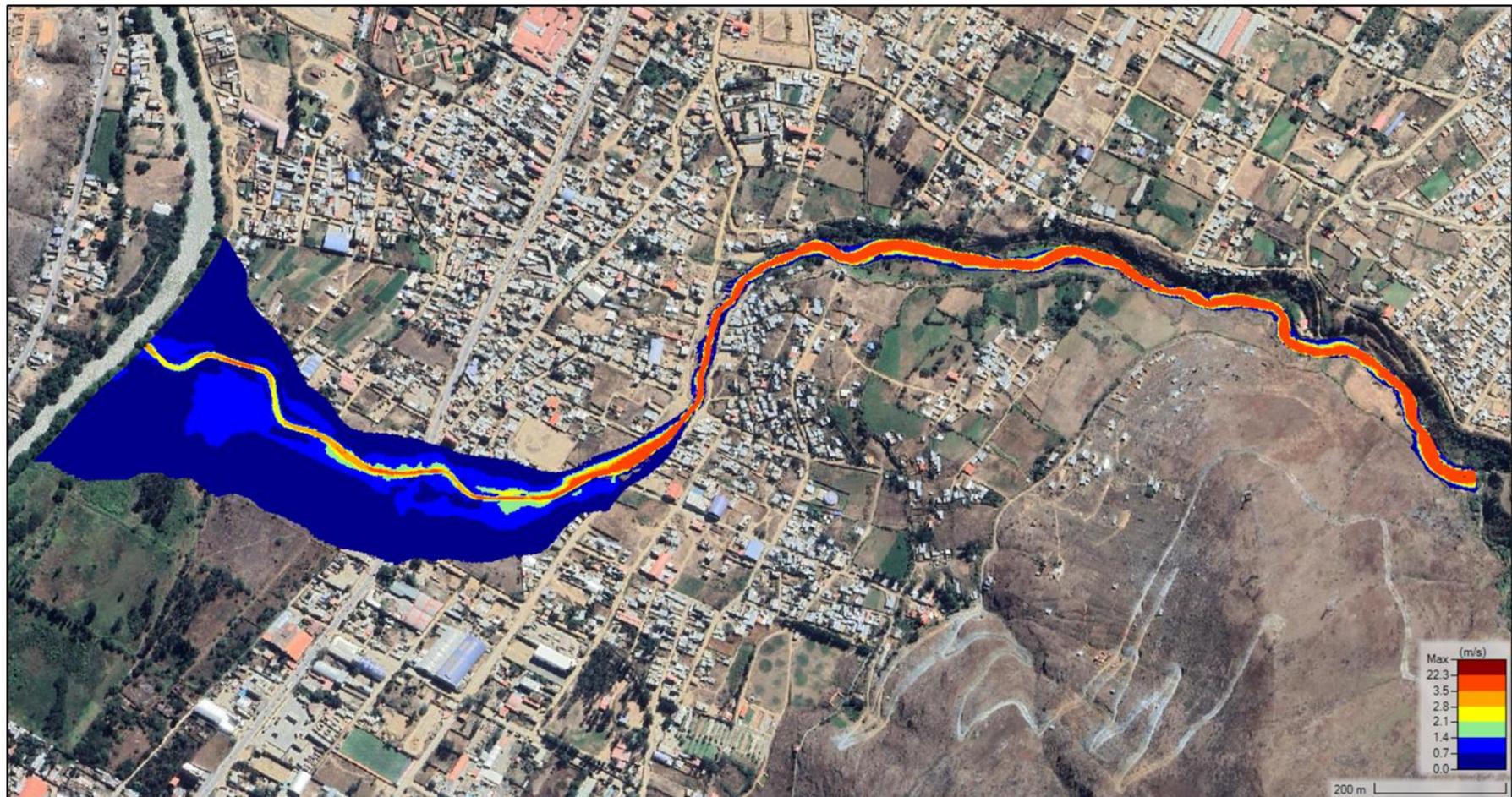
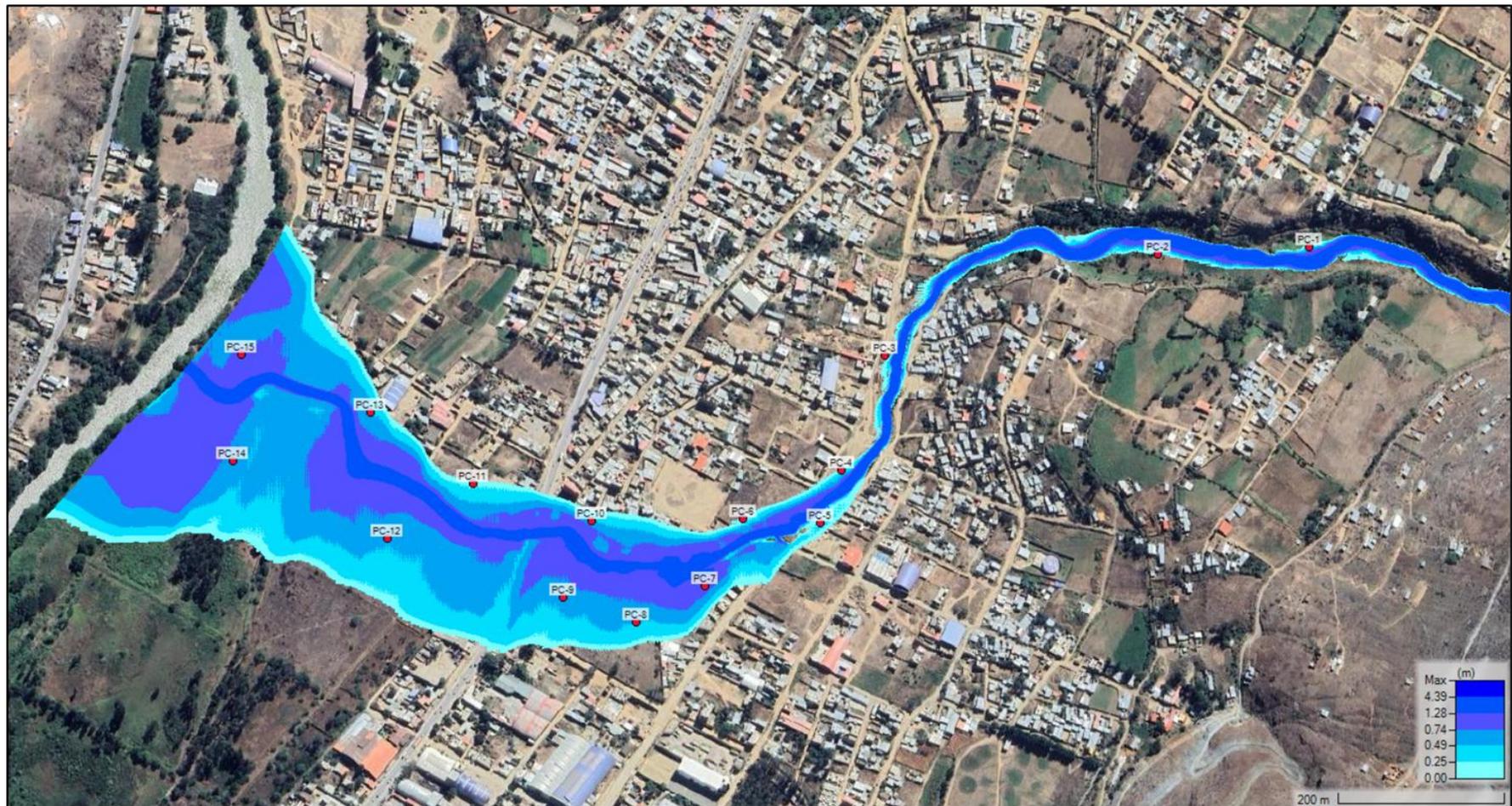


Figura 57

Modelado del Escenario Inicial (CV: 52.25%): Puntos de control para la verificación de altura de flujo de detritos – Tr 500 Años



- **CALIBRACIÓN DEL MODELAMIENTO DE FLUJO DE DETRITOS**

- ✓ **Análisis de sensibilidad en el modelamiento**

Para poder realizar una calibración de un modelamiento de flujo es necesario realizar un análisis de sensibilidad lo cual consiste en cuantificar la variación de resultados de salida del modelo debido a las variaciones de los parámetros en las entradas del modelo. En el análisis de sensibilidad dentro de un modelo de flujo de detritos en el programa HEC RAS 6.4.1 es llevado a cabo en los parámetros de concentración volumétrica (C_v), viscosidad Dinámica (η), esfuerzo de cedencia (T_y), diámetro representativo (d_s) y coeficiente de rugosidad del cauce; y cada parámetro descrito es aumentado o disminuido su valor según los resultados obtenidos, hasta poder encontrar valores que se asemejen a la realidad. Sin embargo, el parámetro de entrada de diámetro representativo (d_s) se mantuvo constantes a lo largo de la investigación debido a que fue determinado mediante análisis de mecánica de suelos y no existe la necesidad de realizar la sensibilidad del parámetro.

- ✓ **Análisis de sensibilidad de la concentración volumétrica**

La concentración volumétrica es un factor básico importante cuando se analizan simulaciones de flujo de detritos, ya que la mayoría de los estudios de flujo de detritos requieren la estimación de la concentración de sedimentos por volumen, para así poder describir la magnitud de un evento. Costa (1988) indica la clasificación de un flujo canalizado con arrastre de detritos según concentración volumétrica.

Tabla 56

Clasificación de flujo

Tipo de flujo	Concentración volumétrica
Crecida de agua o inundación	< 20%
flujos hiperconcentrados	20% - 50%
Flujo de detritos	50% - 80%

Fuente: Costa (1988)

Por esta razón, se probó la concentración volumétrica para los siguientes valores 55%, 58%, 59%, 60%, 61%, 62%, 63%, 65% y 70%, para un $T_r = 500$ Años.

Tabla 57

Parámetros para el análisis de sensibilidad de concentración volumétrica – Tr 500 Años

Simulación	Cv(%)	Ty (Pas)	η (Pas)	ds (mm)	Manning (n)
Escenario 1	55	218.25	88.23	11.21	0.083
Escenario 2	58	398.86	175.90	11.21	0.083
Escenario 3	59	487.66	221.39	11.21	0.083
Escenario 4	60	596.23	278.64	11.21	0.083
Escenario 5	61	728.96	350.70	11.21	0.083
Escenario 6	62	891.24	441.39	11.21	0.083
Escenario 7	63	1089.66	555.54	11.21	0.083
Escenario 8	65	1628.83	880.01	11.21	0.083
Escenario 9	70	4449.82	2779.25	11.21	0.083

✓ **Resultados de sensibilidad de la concentración volumétrica**

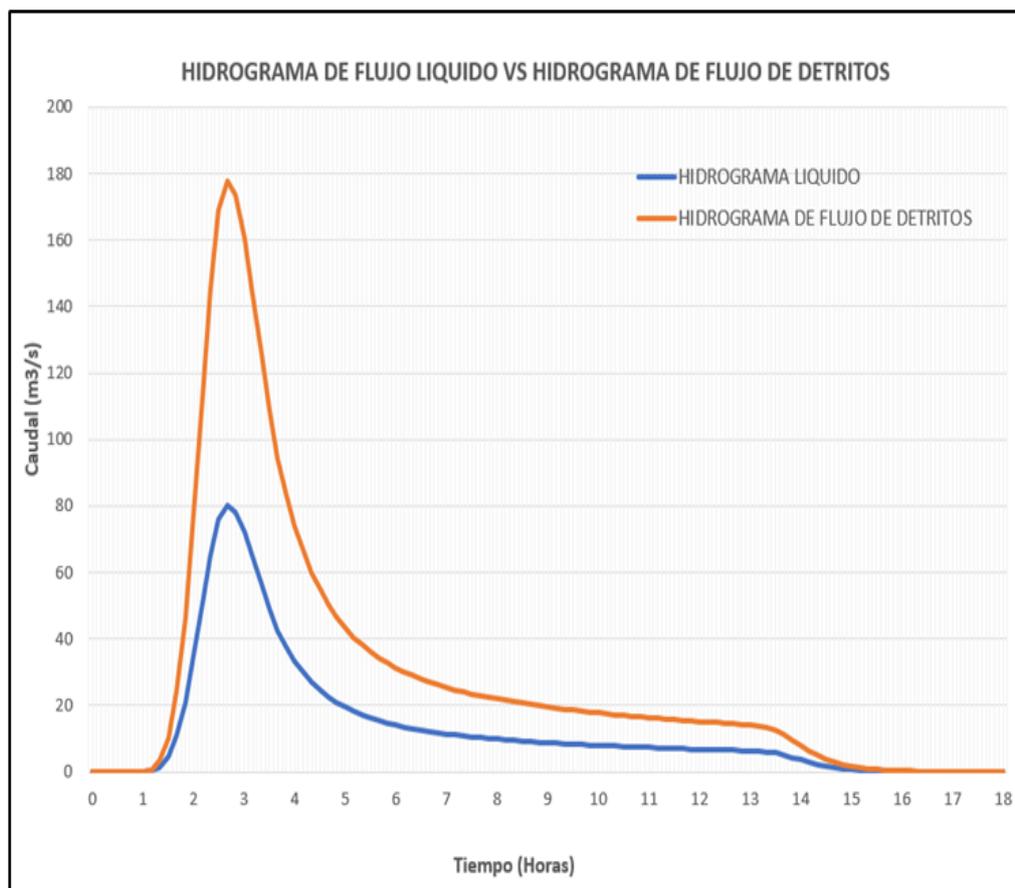
Tabla 58

Resultados del modelamiento del escenario 1 – Tr 500 Años

Parámetros Reológicos del Escenario 1 - Tr 500 Años				
Cv (%)	Ty (Pas)	η (Pa.s)	ds (mm)	Rugosidad (n)
55.00	218.25	88.23	11.21	0.083
Resultados del Escenario 1 - Tr 500 Años				
Punto de control	Velocidad de flujo (m3/s)	Altura de flujo del modelado (m) – “A”	Altura de flujo establecido en campo (m) – “B”	Verificación (A >= B)
PC - 1	0.61	0.52	0.80	No Cumple
PC - 2	0.04	0.03	0.60	No Cumple
PC - 3	0.00	0.00	0.50	No Cumple
PC - 4	0.31	0.52	0.90	No Cumple
PC - 5	0.33	0.43	0.80	No Cumple
PC - 6	0.23	0.33	0.80	No Cumple
PC - 7	0.25	1.19	1.80	No Cumple
PC - 8	0.17	0.66	1.50	No Cumple
PC - 9	0.46	0.75	1.50	No Cumple
PC - 10	0.34	0.82	1.50	No Cumple
PC - 11	0.06	0.40	1.40	No Cumple
PC - 12	0.37	0.77	1.60	No Cumple
PC - 13	0.34	0.73	1.40	No Cumple
PC - 14	0.48	0.95	1.80	No Cumple
PC - 15	0.50	1.04	1.50	No Cumple

Figura 58

Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años



Se tiene un Q máximo de flujo de detritos de 177.76 m3/s

Tabla 59

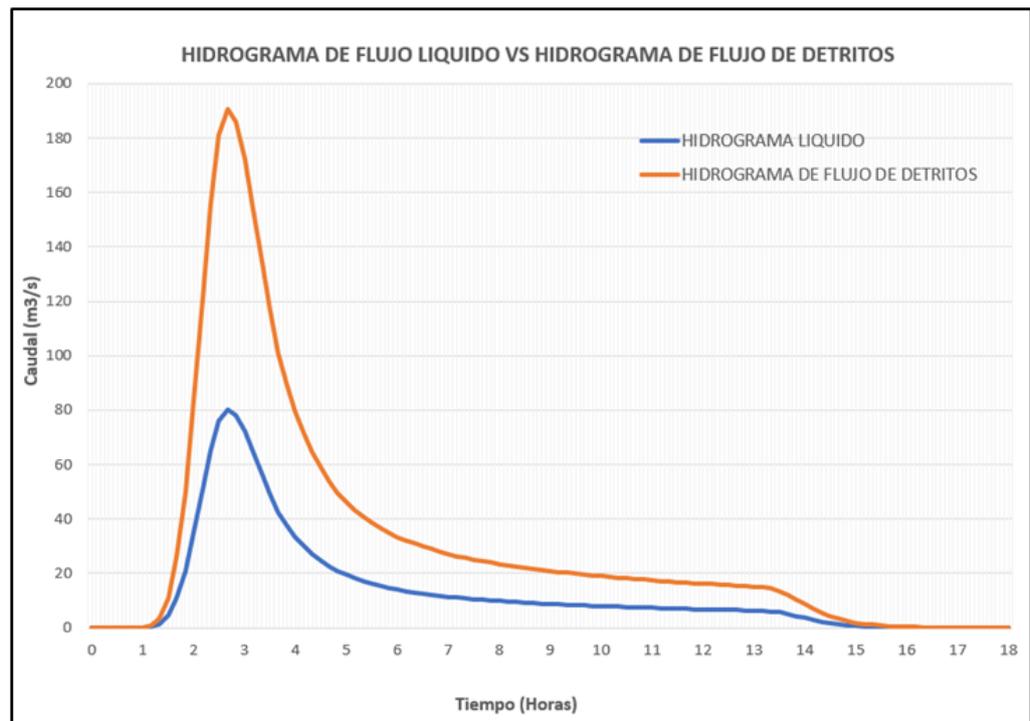
Resultados del modelamiento del escenario 2 – Tr 500 Años

Parámetros Reológicos del Escenario 2 - Tr 500 Años				
Cv (%)	Ty (Pas)	η (Pa.s)	ds (mm)	Rugosidad (n)
58.00	398.86	175.90	11.21	0.083
Resultados del Escenario 2 - Tr 500 Años				
Punto de control	Velocidad de flujo (m3/s)	Altura de flujo del modelado (m) – “A”	Altura de flujo establecido en campo (m) – “B”	Verificación (A >= B)
PC - 1	0.67	0.84	0.80	Cumple
PC - 2	0.15	0.32	0.60	No Cumple
PC - 3	0.01	0.15	0.50	No Cumple
PC - 4	0.46	0.85	0.90	No Cumple
PC - 5	0.30	0.64	0.80	No Cumple
PC - 6	0.36	0.58	0.80	No Cumple
PC - 7	0.22	1.63	1.80	No Cumple
PC - 8	0.07	0.99	1.50	No Cumple

PC – 9	0.33	1.06	1.50	No Cumple
PC - 10	0.36	1.23	1.50	No Cumple
PC – 11	0.12	0.78	1.40	No Cumple
PC – 12	0.26	1.20	1.60	No Cumple
PC – 13	0.29	1.09	1.40	No Cumple
PC – 14	0.33	1.38	1.80	No Cumple
PC - 15	0.44	1.36	1.50	No Cumple

Figura 59

Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años



Se tiene un Q máximo de flujo de detritos de 190.45 m3/s.

Tabla 60

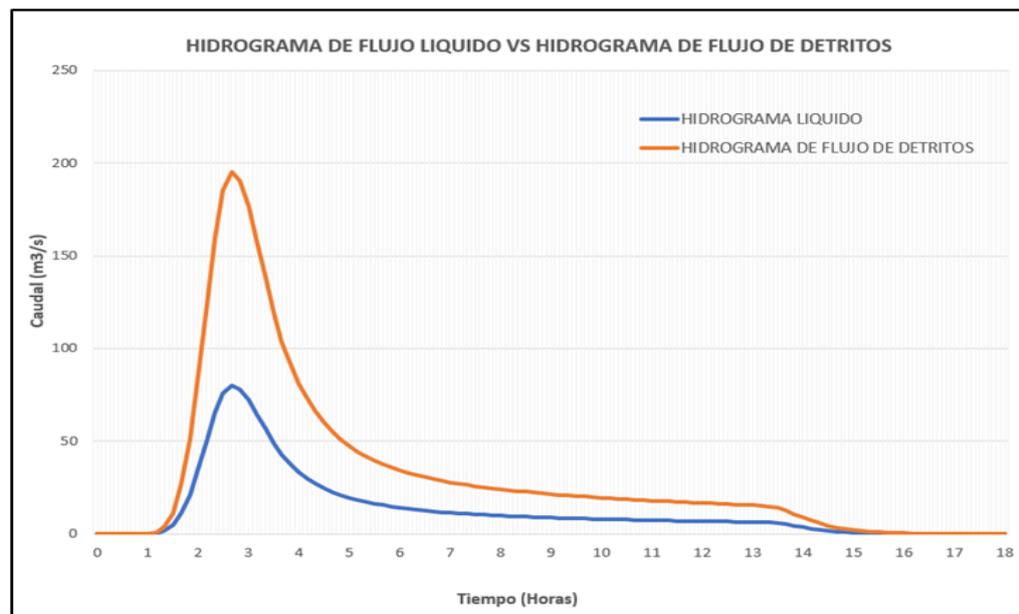
Resultados del modelamiento del escenario 3 – Tr 500 Años

Parámetros Reológicos del Escenario 3 - Tr 500 Años				
Cv (%)	Ty (Pas)	η (Pa.s)	ds (mm)	Rugosidad (n)
59.00	487.66	221.39	11.21	0.083
Resultados del Escenario 3 - Tr 500 Años				
Punto de control	Velocidad de flujo (m3/s)	Altura de flujo del modelado (m) – “A”	Altura de flujo establecido en campo (m) – “B”	Verificación (A >= B)
PC - 1	0.79	0.95	0.80	Cumple
PC - 2	0.24	0.48	0.60	No Cumple
PC - 3	0.01	0.34	0.50	No Cumple

PC - 4	0.53	1.04	0.90	Cumple
PC - 5	0.32	0.77	0.80	No Cumple
PC - 6	0.40	0.70	0.80	No Cumple
PC - 7	0.22	1.84	1.80	Cumple
PC - 8	0.05	1.16	1.50	No Cumple
PC - 9	0.29	1.20	1.50	No Cumple
PC - 10	0.36	1.41	1.50	No Cumple
PC - 11	0.14	0.97	1.40	No Cumple
PC - 12	0.23	1.40	1.60	No Cumple
PC - 13	0.28	1.26	1.40	No Cumple
PC - 14	0.29	1.57	1.80	No Cumple
PC - 15	0.42	1.50	1.50	Cumple

Figura 60

Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años



Se tiene un Q máximo de flujo de detritos de 195.10 m³/s

Tabla 61

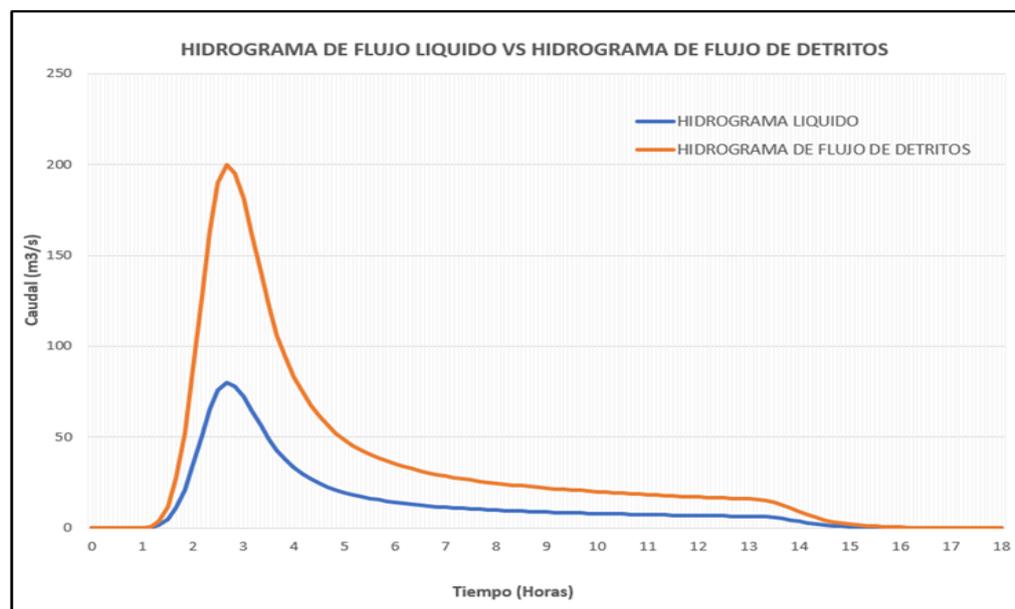
Resultados del modelamiento del escenario 4 – Tr 500 Años

Parámetros Reológicos del Escenario 4 - Tr 500 Años				
Cv (%)	Ty (Pas)	η (Pa.s)	ds (mm)	Rugosidad (n)
60.00	596.23	278.64	11.21	0.083
Resultados del Escenario 4 - Tr 500 Años				
Punto de control	Velocidad de flujo (m ³ /s)	Altura de flujo del modelado (m) – “A”	Altura de flujo establecido en campo (m) – “B”	Verificación (A >= B)
PC - 1	0.84	1.28	0.80	Cumple
PC - 2	0.42	0.68	0.60	Cumple
PC - 3	0.01	0.66	0.50	Cumple

PC - 4	0.63	1.26	0.90	Cumple
PC - 5	0.38	0.98	0.80	Cumple
PC - 6	0.47	0.92	0.80	Cumple
PC - 7	0.24	2.10	1.80	Cumple
PC - 8	0.05	1.37	1.50	No Cumple
PC - 9	0.26	1.40	1.50	No Cumple
PC - 10	0.37	1.64	1.50	Cumple
PC - 11	0.17	1.21	1.40	No Cumple
PC - 12	0.21	1.65	1.60	Cumple
PC - 13	0.26	1.47	1.40	Cumple
PC - 14	0.25	1.79	1.80	No Cumple
PC - 15	0.39	1.66	1.50	Cumple

Figura 61

Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años



Se tiene un Q máximo de flujo de detritos de 199.98 m³/s

Tabla 62

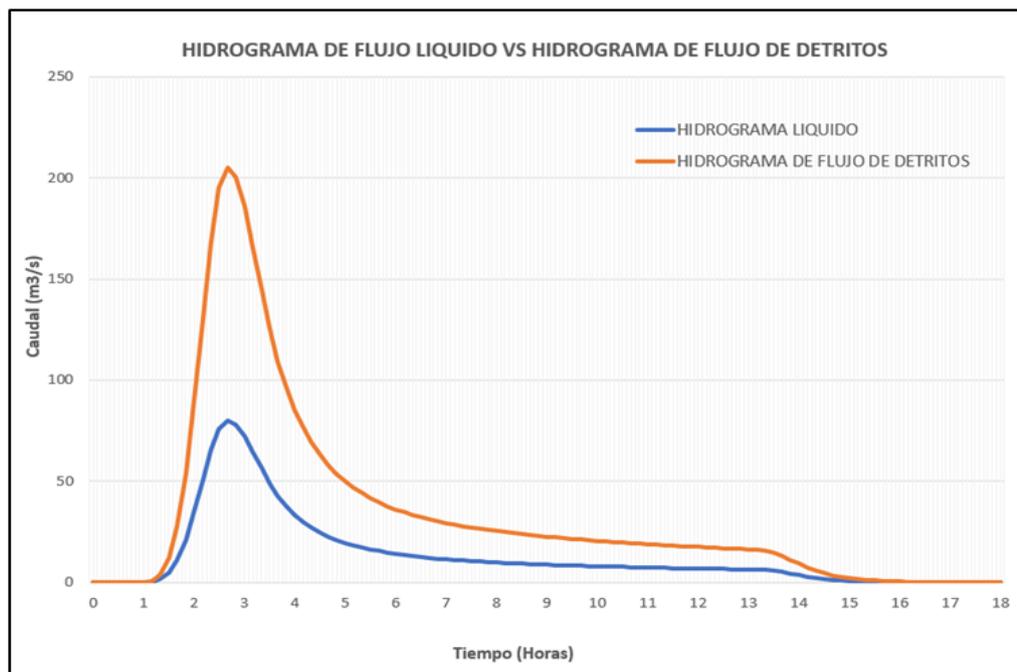
Resultados del modelamiento del escenario 5 – Tr 500 Años

Parámetros Reológicos del Escenario 5 - Tr 500 Años				
Cv (%)	Ty (Pas)	η (Pa.s)	ds (mm)	Rugosidad (n)
61.00	728.96	350.70	11.21	0.083
Resultados del Escenario 5 - Tr 500 Años				
Punto de control	Velocidad de flujo (m ³ /s)	Altura de flujo del modelado (m) – “A”	Altura de flujo establecido en campo (m) – “B”	Verificación (A >= B)
PC - 1	0.83	1.26	0.80	Cumple
PC - 2	0.38	0.60	0.60	Cumple
PC - 3	0.01	0.60	0.50	Cumple
PC - 4	0.52	1.25	0.90	Cumple

PC – 5	0.23	0.95	0.80	Cumple
PC – 6	0.35	0.95	0.80	Cumple
PC – 7	0.16	2.28	1.80	Cumple
PC – 8	0.04	1.50	1.50	Cumple
PC – 9	0.19	1.58	1.50	Cumple
PC - 10	0.33	1.86	1.50	Cumple
PC – 11	0.14	1.42	1.40	Cumple
PC – 12	0.15	1.87	1.60	Cumple
PC – 13	0.23	1.65	1.40	Cumple
PC – 14	0.20	1.99	1.80	Cumple
PC - 15	0.38	1.80	1.50	Cumple

Figura 62

Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años



Se tiene un Q máximo de flujo de detritos de 205.10 m³/s

Tabla 63

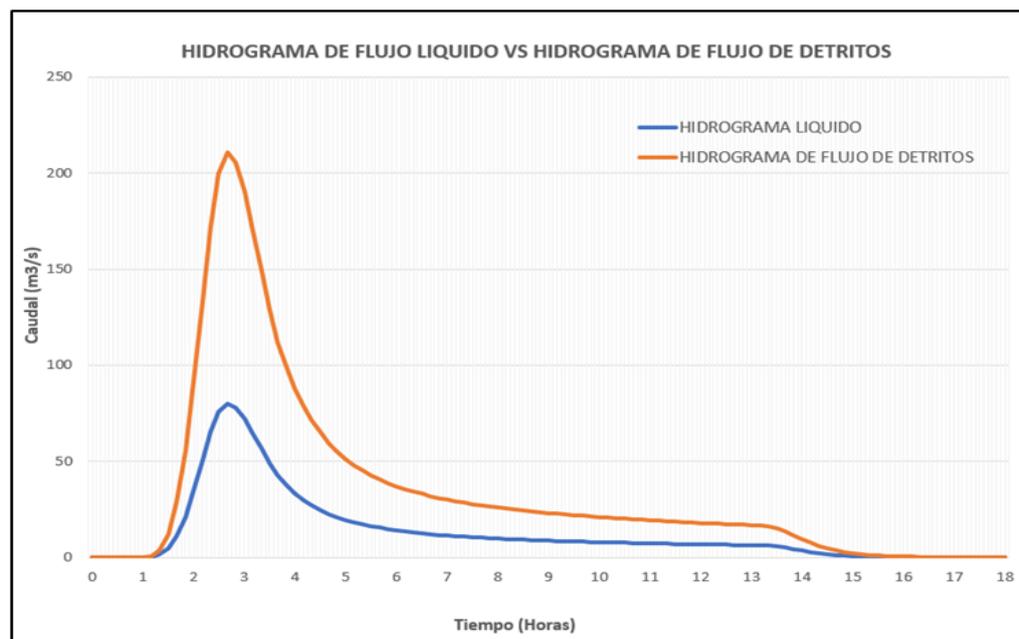
Resultados del modelamiento del escenario 6 – Tr 500 Años

Parámetros Reológicos del Escenario 6 - Tr 500 Años				
Cv (%)	Ty (Pas)	η (Pa.s)	ds (mm)	Rugosidad (n)
62.00	891.24	441.39	11.21	0.083
Resultados del Escenario 6 - Tr 500 Años				

Punto de control	Velocidad de flujo (m ³ /s)	Altura de flujo del modelado (m) – “A”	Altura de flujo establecido en campo (m) – “B”	Verificación (A >= B)
PC - 1	0.87	1.43	0.80	Cumple
PC - 2	0.32	0.77	0.60	Cumple
PC - 3	0.01	0.85	0.50	Cumple
PC - 4	0.53	1.44	0.90	Cumple
PC - 5	0.24	1.14	0.80	Cumple
PC - 6	0.36	1.17	0.80	Cumple
PC - 7	0.15	2.59	1.80	Cumple
PC - 8	0.04	1.73	1.50	Cumple
PC - 9	0.15	1.85	1.50	Cumple
PC - 10	0.33	2.14	1.50	Cumple
PC - 11	0.15	1.72	1.40	Cumple
PC - 12	0.12	2.16	1.60	Cumple
PC - 13	0.20	1.92	1.40	Cumple
PC - 14	0.17	2.25	1.80	Cumple
PC - 15	0.36	1.98	1.50	Cumple

Figura 63

Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años



Se tiene un Q máximo de masa de detritos de 210.50 m³/s

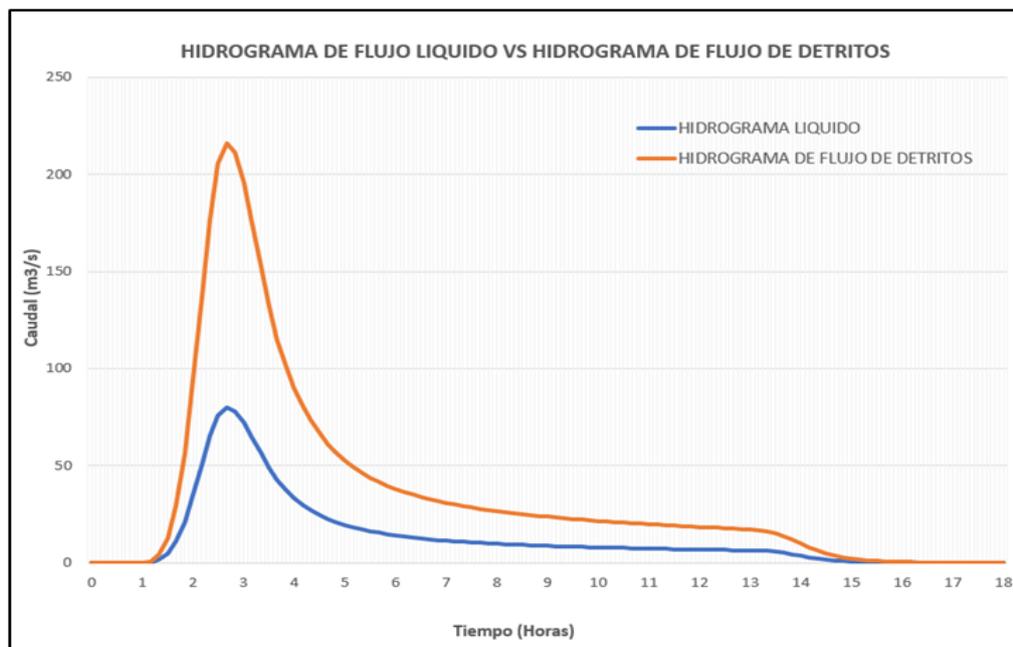
Tabla 64

Resultados del modelamiento del escenario 7 – Tr 500 Años

Parámetros Reológicos del Escenario 7 - Tr 500 Años				
Cv (%)	Ty (Pas)	η (Pa.s)	ds (mm)	Rugosidad (n)
63.00	1089.66	555.54	11.21	0.083
Resultados del Escenario 7 - Tr 500 Años				
Punto de control	Velocidad de flujo (m3/s)	Altura de flujo del modelado (m) – “A”	Altura de flujo establecido en campo (m) – “B”	Verificación (A >= B)
PC - 1	0.91	1.67	0.80	Cumple
PC - 2	0.33	0.94	0.60	Cumple
PC - 3	0.01	1.14	0.50	Cumple
PC - 4	0.56	1.67	0.90	Cumple
PC - 5	0.25	1.37	0.80	Cumple
PC - 6	0.36	1.46	0.80	Cumple
PC - 7	0.13	2.94	1.80	Cumple
PC - 8	0.04	2.02	1.50	Cumple
PC - 9	0.11	2.18	1.50	Cumple
PC - 10	0.33	2.50	1.50	Cumple
PC - 11	0.15	2.08	1.40	Cumple
PC - 12	0.10	2.51	1.60	Cumple
PC - 13	0.17	2.23	1.40	Cumple
PC - 14	0.14	2.53	1.80	Cumple
PC - 15	0.34	2.17	1.50	Cumple

Figura 64

Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años



Nota. Se muestra los valores obtenidos

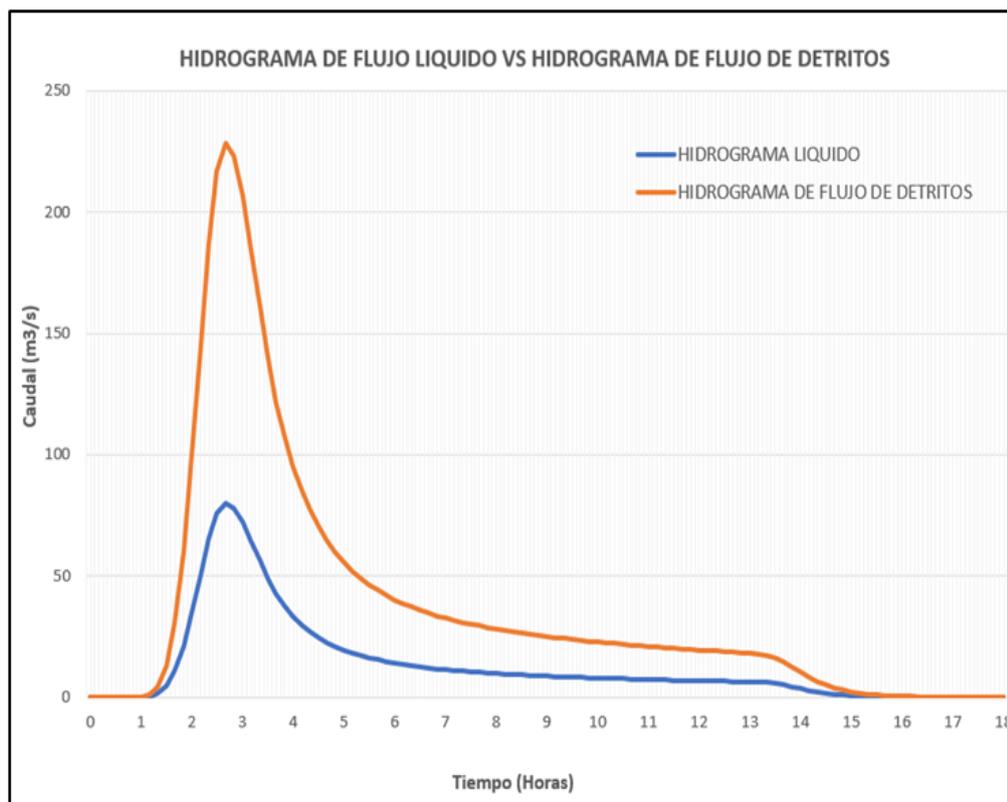
Se tiene un Q máximo de flujo de detritos de 216.19 m3/s.

Tabla 65*Resultados del modelamiento del escenario 8 – Tr 500 Años*

Parámetros Reológicos del Escenario 8 - Tr 500 Años				
Cv (%)	Ty (Pas)	η (Pa.s)	ds (mm)	Rugosidad (n)
65.00	1628.83	880.01	11.21	0.083
Resultados del Escenario 8 - Tr 500 Años				
Punto de control	Velocidad de flujo (m3/s)	Altura de flujo del modelado (m) – “A”	Altura de flujo establecido en campo (m) – “B”	Verificación (A >= B)
PC - 1	0.94	2.17	0.80	Cumple
PC - 2	0.41	1.40	0.60	Cumple
PC - 3	0.11	1.78	0.50	Cumple
PC - 4	0.60	2.24	0.90	Cumple
PC - 5	0.24	2.00	0.80	Cumple
PC - 6	0.35	2.28	0.80	Cumple
PC - 7	0.10	3.87	1.80	Cumple
PC - 8	0.05	2.79	1.50	Cumple
PC - 9	0.09	3.05	1.50	Cumple
PC - 10	0.31	3.45	1.50	Cumple
PC - 11	0.14	3.00	1.40	Cumple
PC - 12	0.09	3.34	1.60	Cumple
PC - 13	0.12	3.00	1.40	Cumple
PC - 14	0.12	3.16	1.80	Cumple
PC - 15	0.31	2.61	1.50	Cumple

Figura 65

Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años



Se tiene un Q máximo de flujo de detritos de 228.54 m3/s

Tabla 66

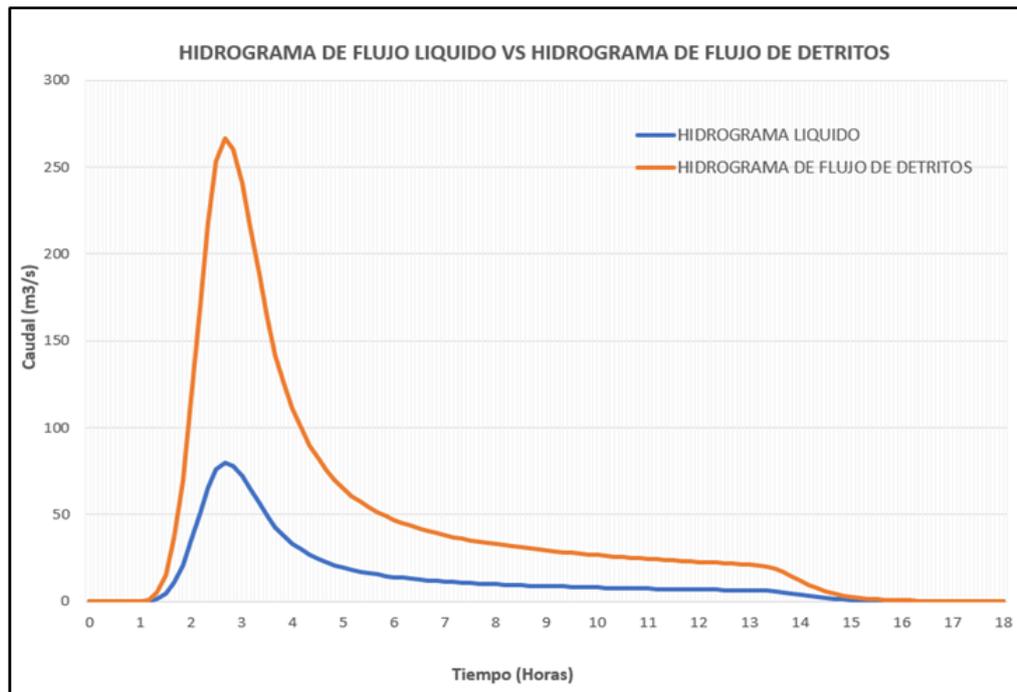
Resultados del modelamiento del escenario 9 – Tr 500 Años

Parámetros Reológicos del Escenario 9 - Tr 500 Años				
Cv (%)	Ty (Pas)	η (Pa.s)	ds (mm)	Rugosidad (n)
70.00	4449.82	2779.25	11.21	0.083
Resultados del Escenario 9 - Tr 500 Años				
Punto de control	Velocidad de flujo (m3/s)	Altura de flujo del modelado (m) – “A”	Altura de flujo establecido en campo (m) – “B”	Verificación (A >= B)
PC - 1	0.98	4.12	0.80	Cumple
PC - 2	0.51	3.44	0.60	Cumple
PC - 3	0.30	4.37	0.50	Cumple
PC - 4	0.57	5.14	0.90	Cumple
PC - 5	0.14	5.35	0.80	Cumple
PC - 6	0.28	6.20	0.80	Cumple
PC - 7	0.13	7.77	1.80	Cumple
PC - 8	0.07	6.18	1.50	Cumple
PC - 9	0.08	6.47	1.50	Cumple

PC - 10	0.18	7.41	1.50	Cumple
PC - 11	0.09	6.49	1.40	Cumple
PC - 12	0.07	6.08	1.60	Cumple
PC - 13	0.08	5.48	1.40	Cumple
PC - 14	0.05	3.91	1.80	Cumple
PC - 15	0.05	3.77	1.50	Cumple

Figura 66

Hidrograma de Flujo liquido vs flujo de detritos – Tr :500 Años



Nota. Se muestra los valores obtenidos

Se tiene un Q máximo de flujo de detritos de 266.63 m3/s

Figura 67

Modelado del Escenario 1 (CV: 55%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1



Figura 68

Modelado del Escenario 1 (CV: 55%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1

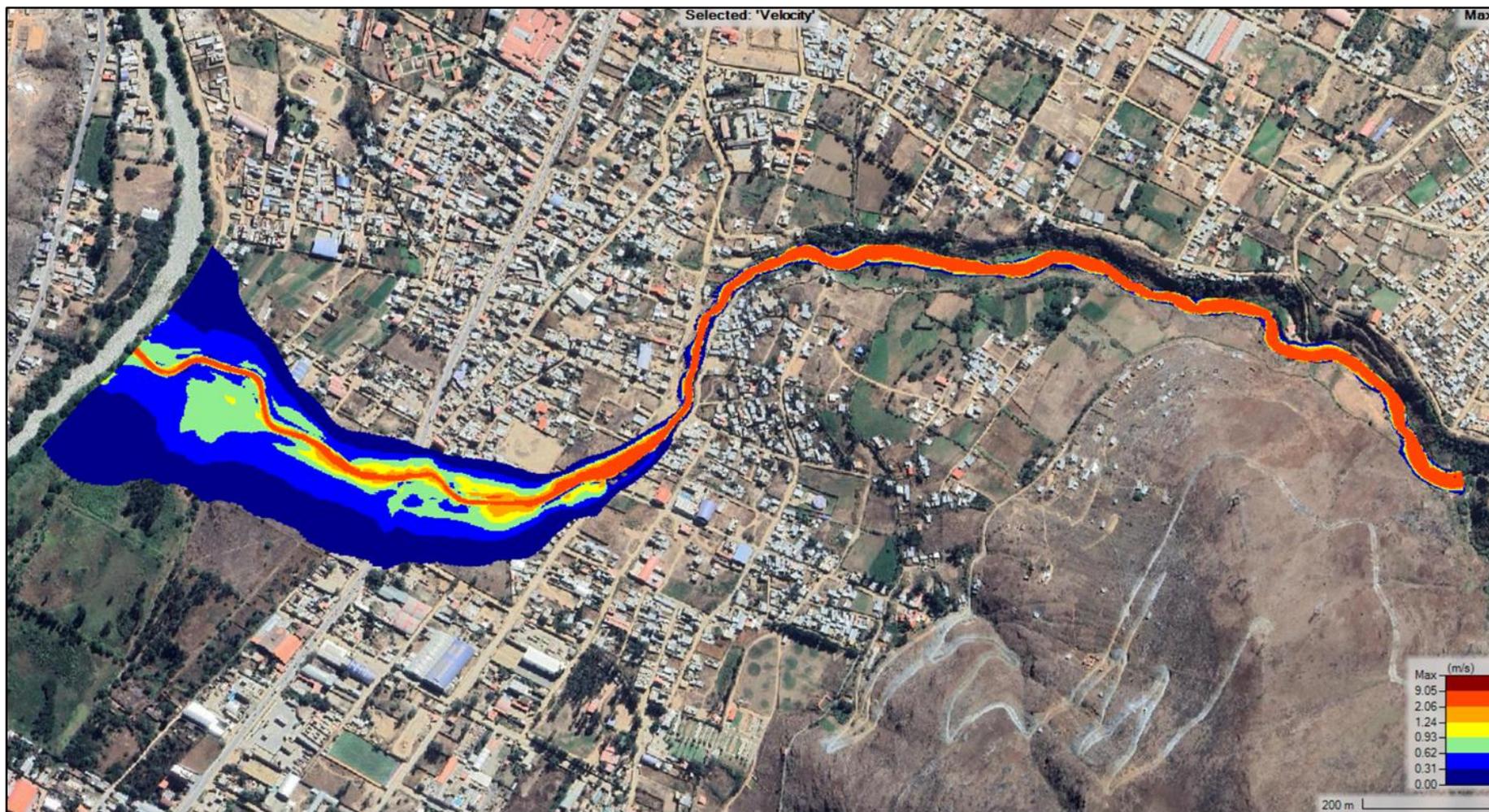


Figura 69

Modelado del Escenario 2 (CV: 58%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1



Figura 70

Modelado del Escenario 2 (CV: 58%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1

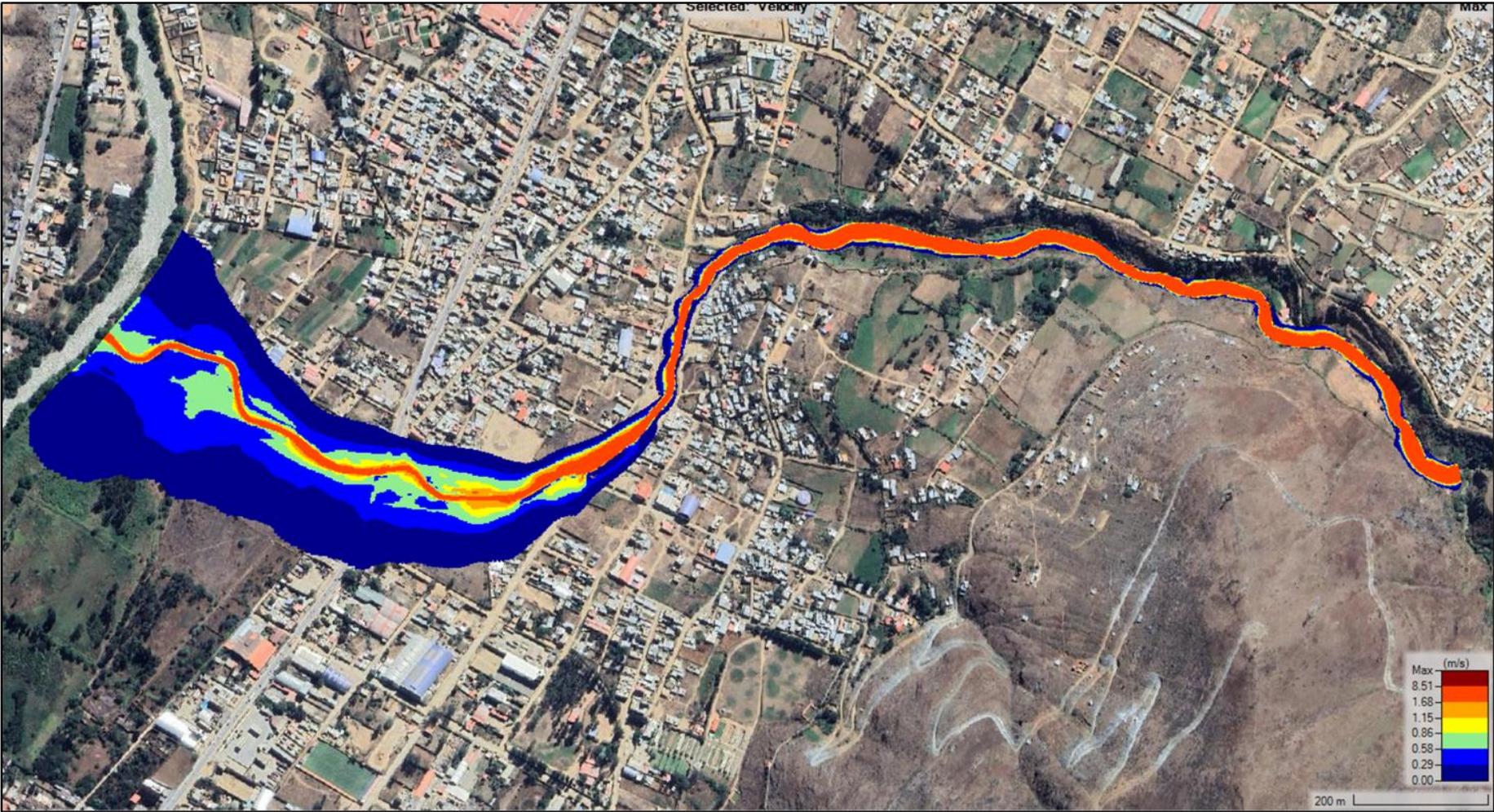


Figura 71

Modelado del Escenario 3 (CV: 59%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1

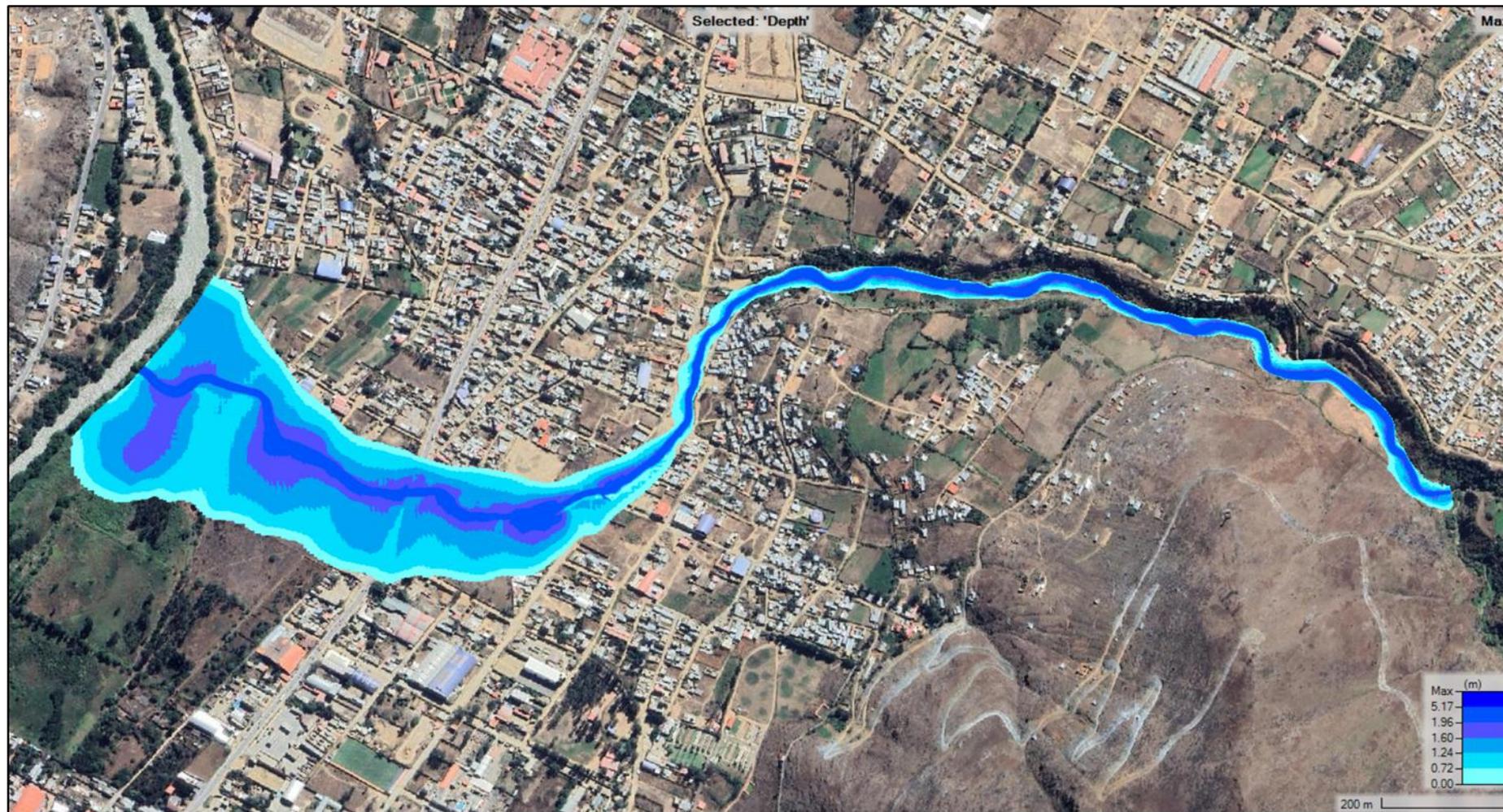


Figura 72

Modelado del Escenario 3 (CV: 59%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1

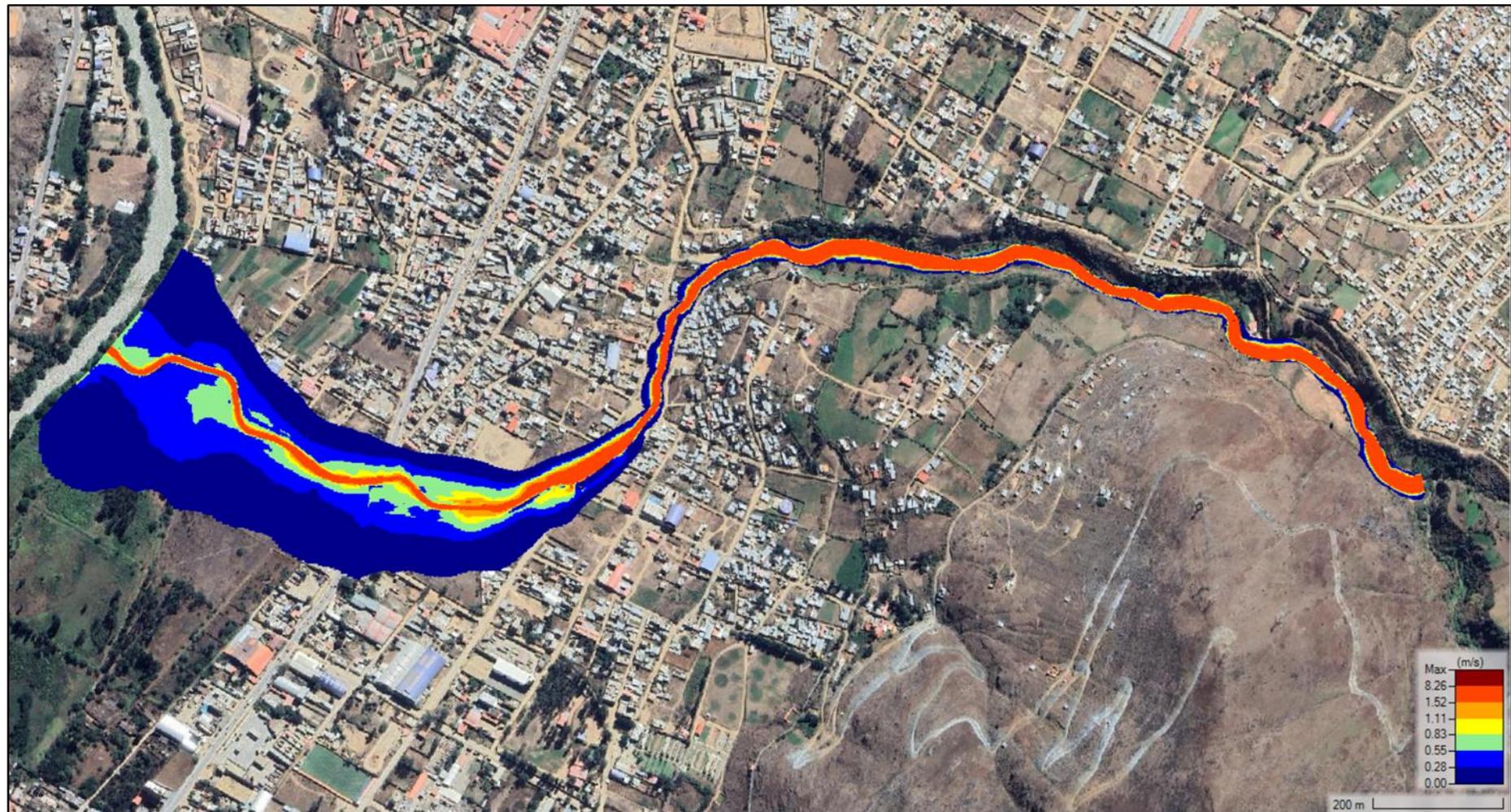


Figura 73

Modelado del Escenario 4 (CV: 60%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1

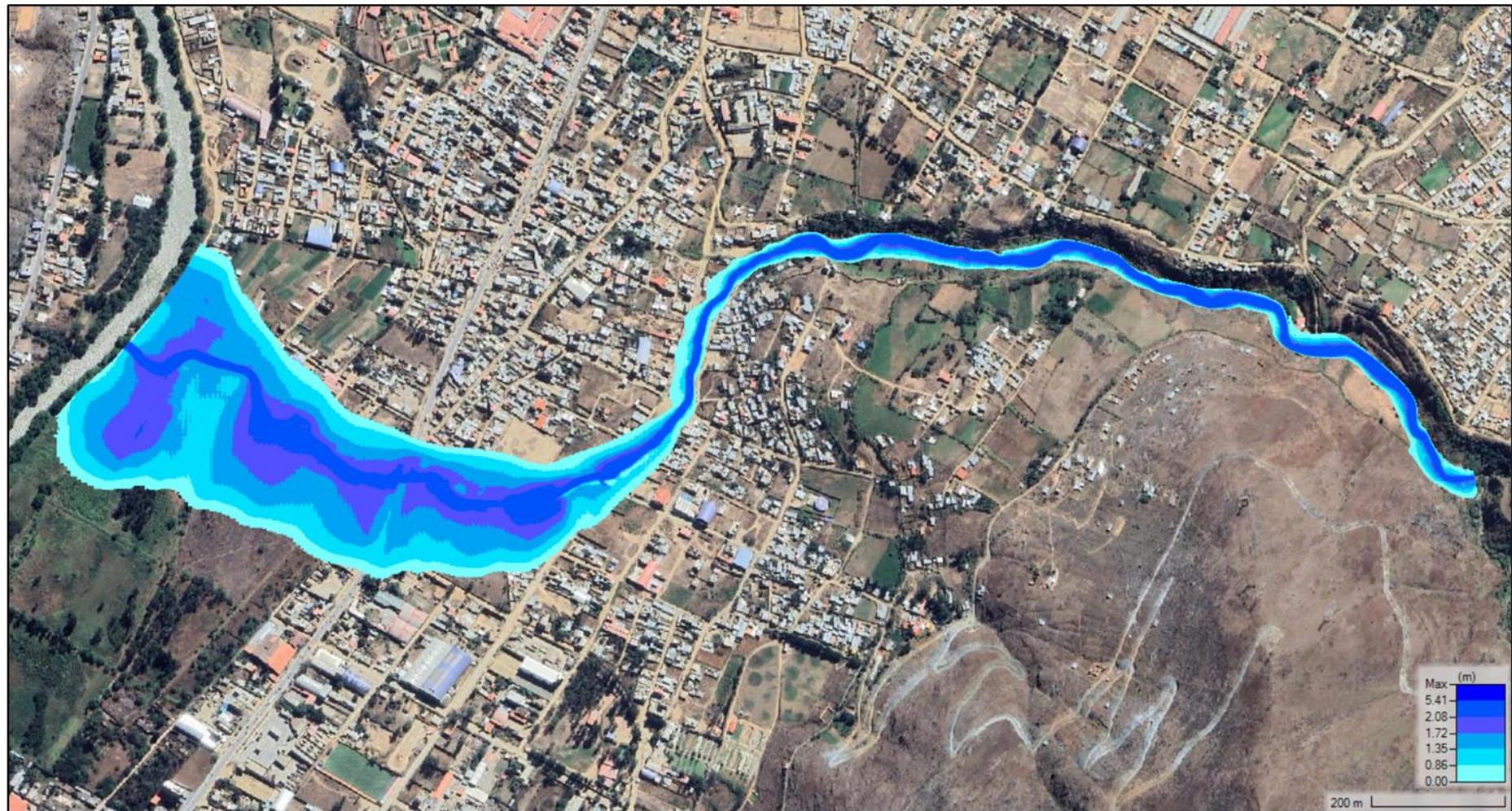


Figura 74

Modelado del Escenario 4 (CV: 60%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1

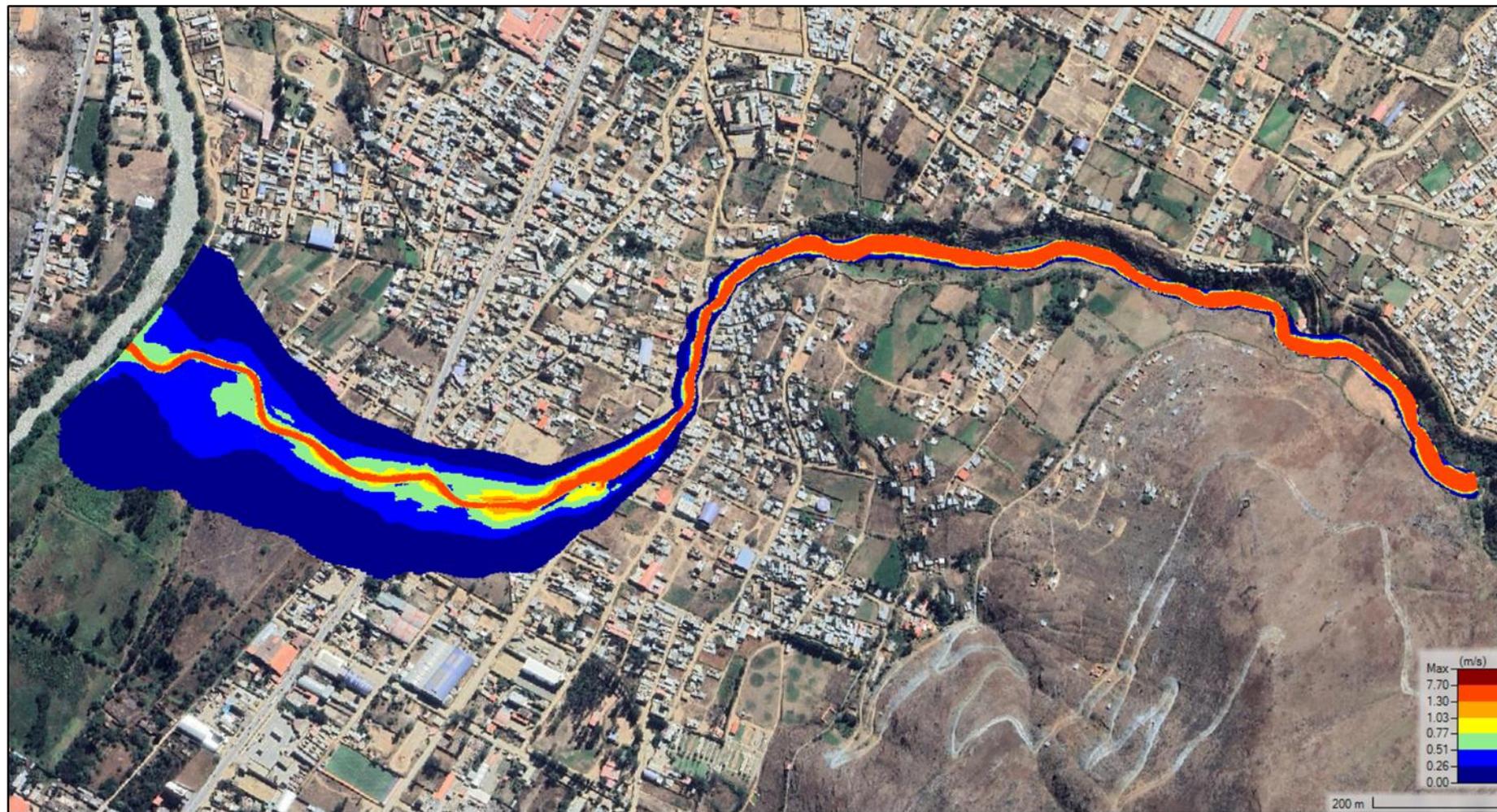


Figura 75

Modelado del Escenario 5 (CV: 61%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1

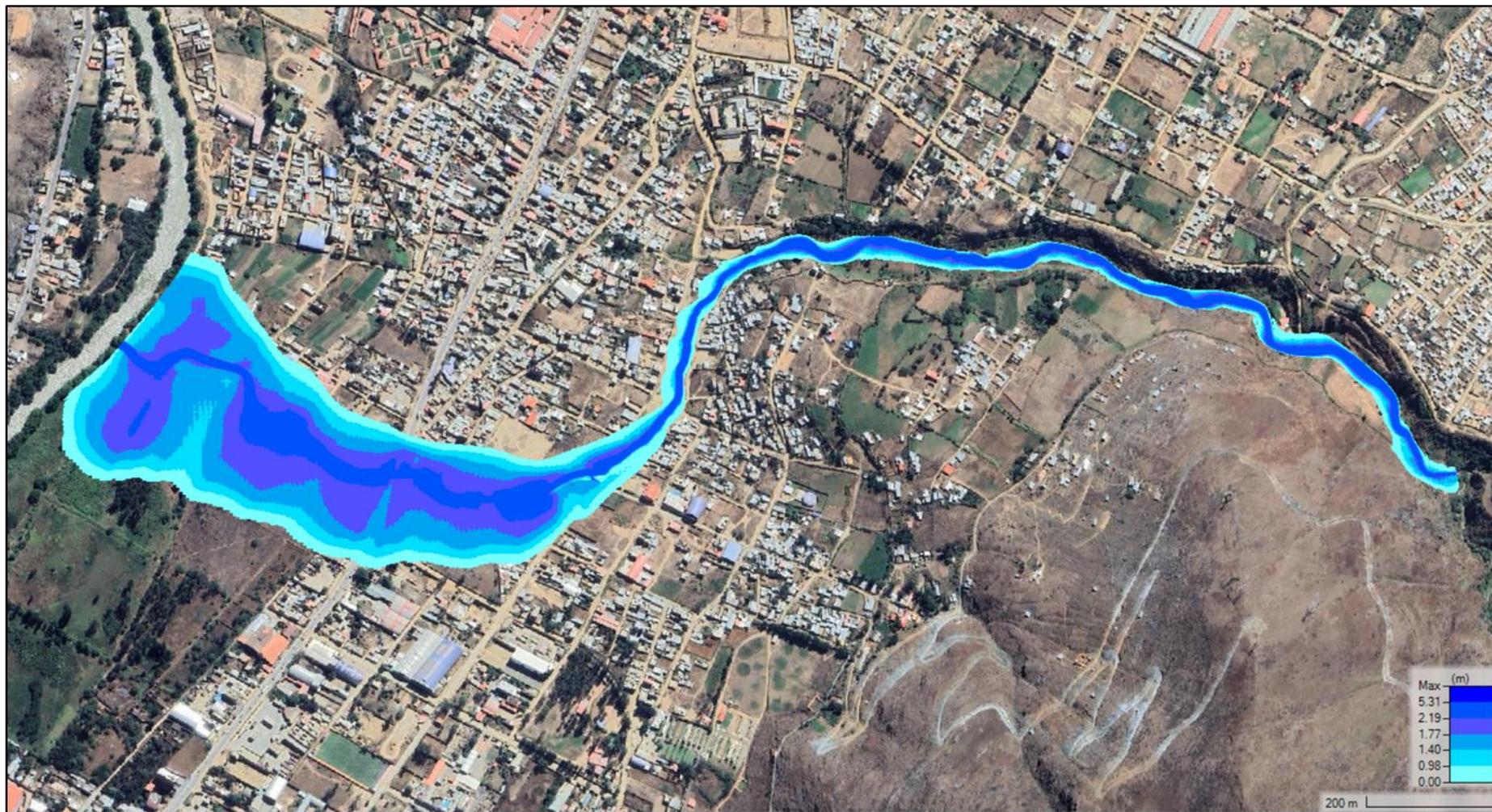


Figura 76

Modelado del Escenario 5 (CV: 61%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1

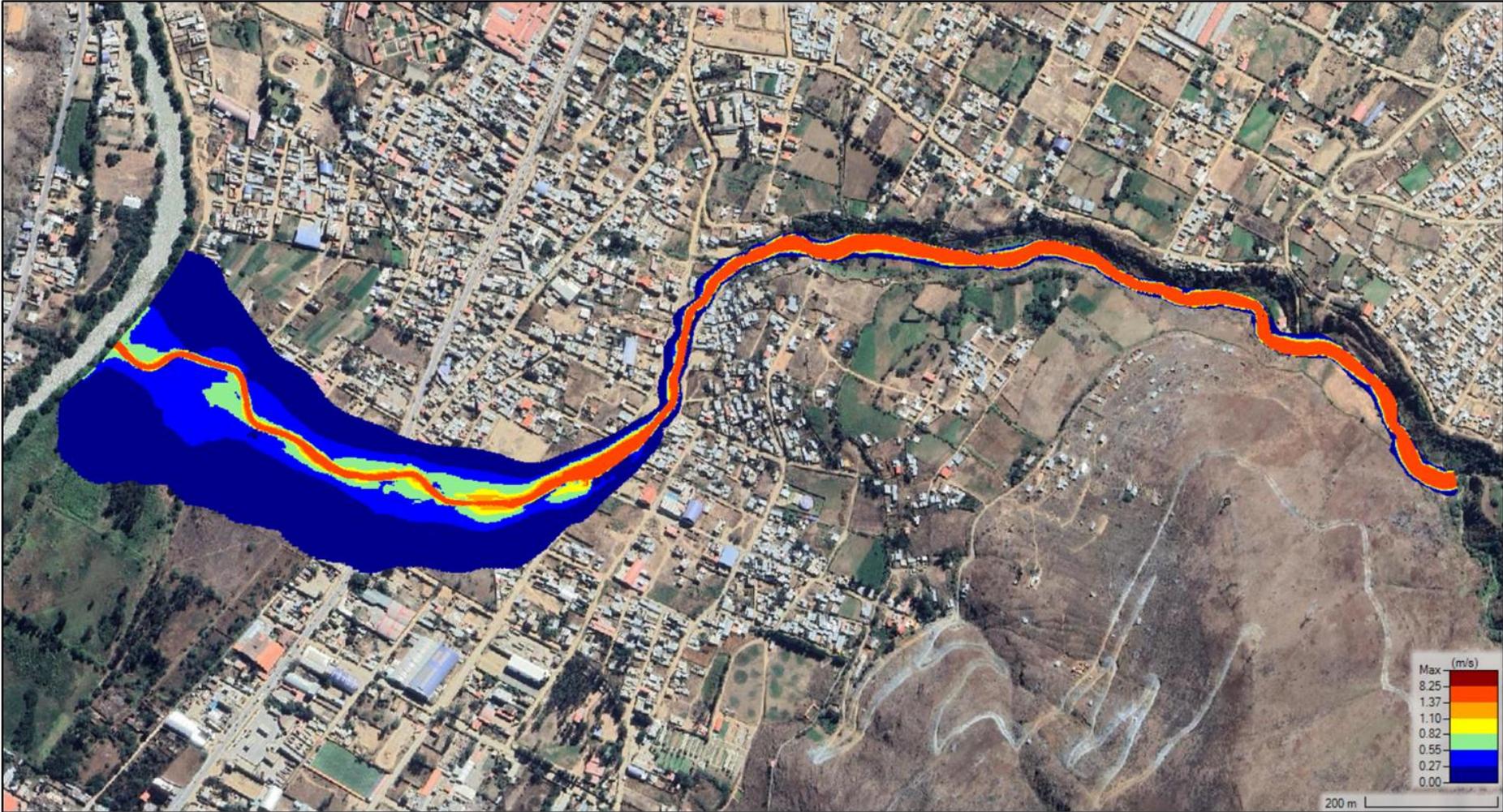


Figura 77

Modelado del Escenario 6 (CV: 62%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1

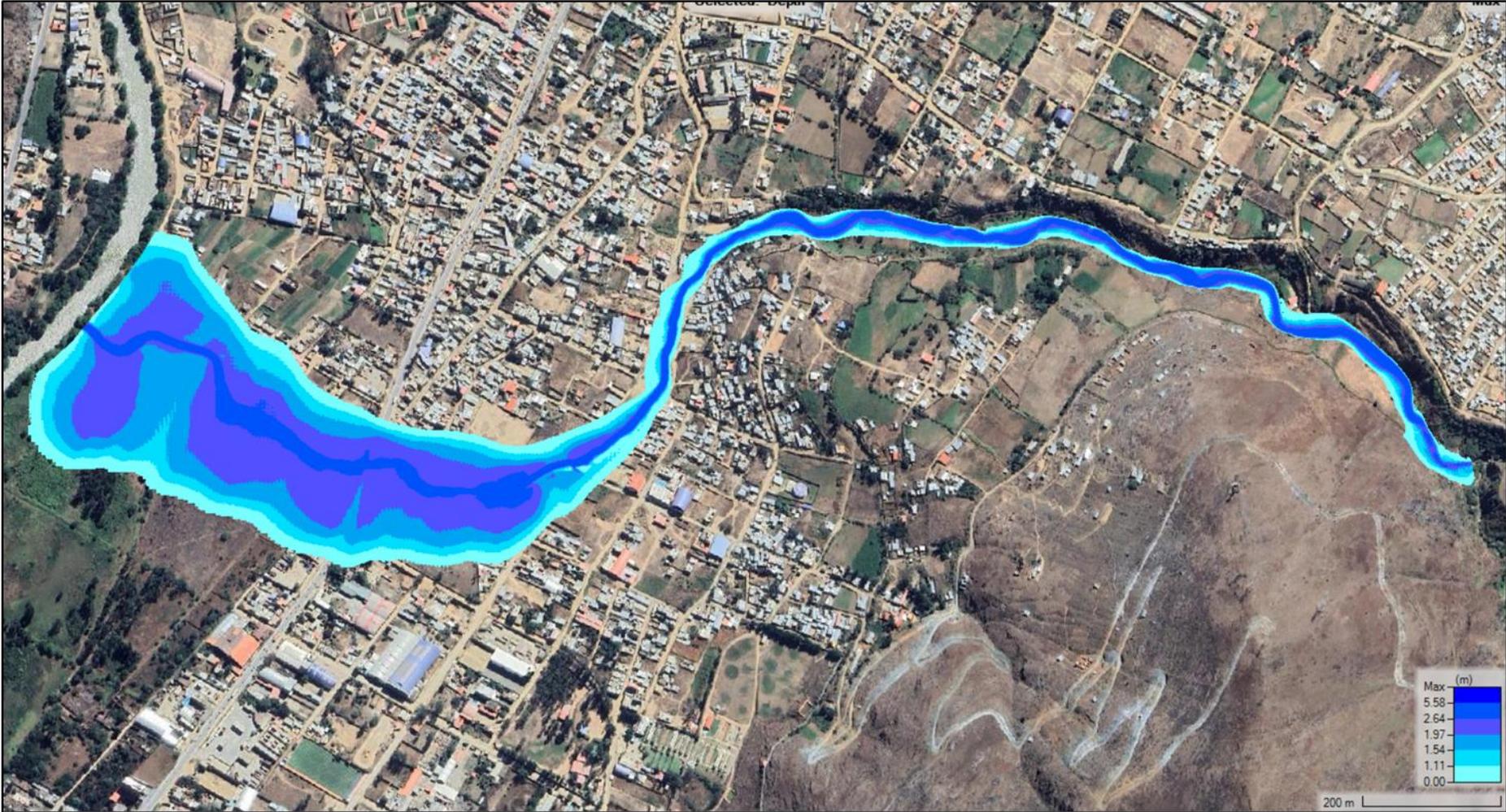


Figura 78

Modelado del Escenario 6 (CV: 62%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1

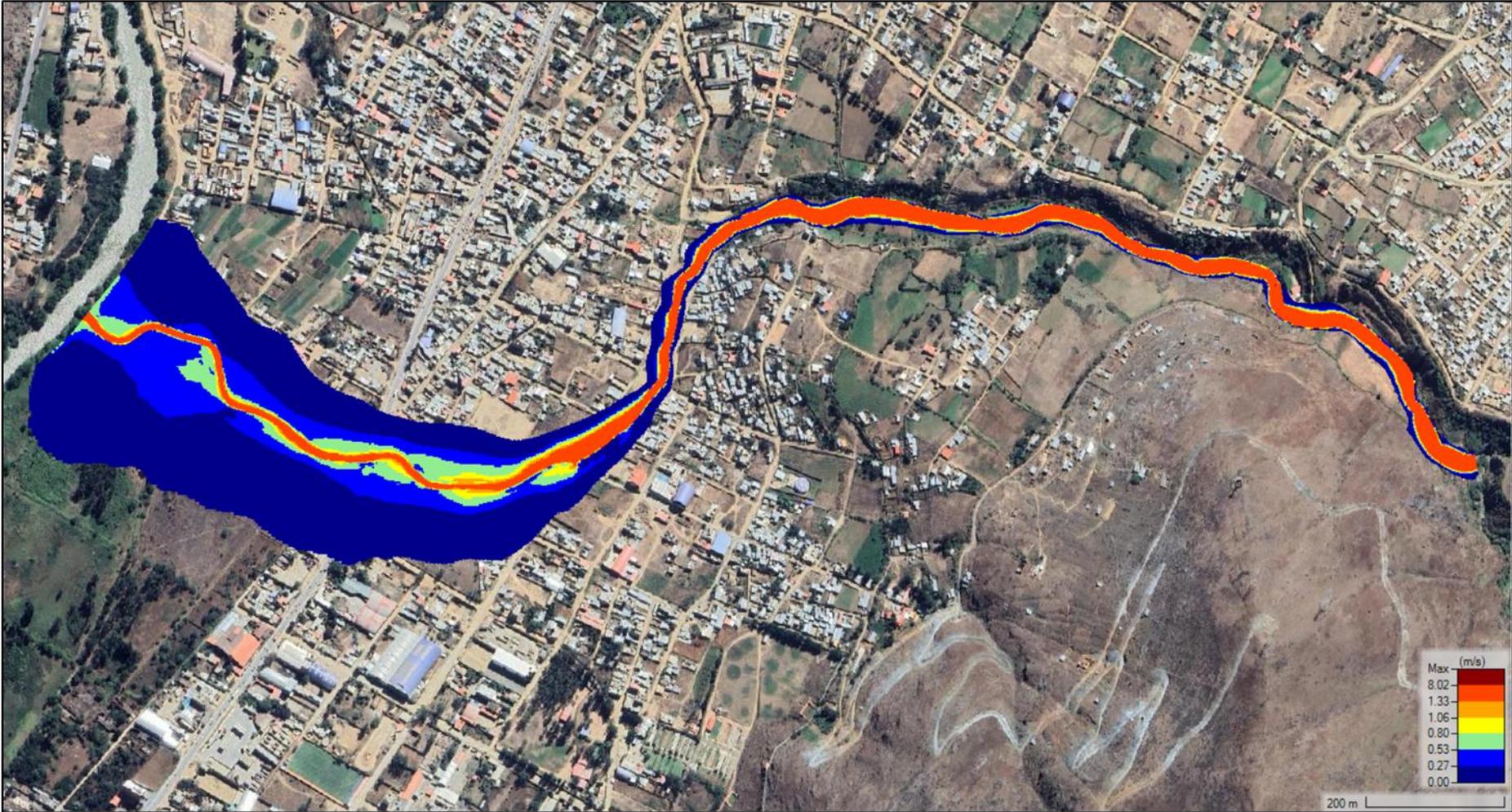


Figura 79

Modelado del Escenario 7 (CV: 63%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1

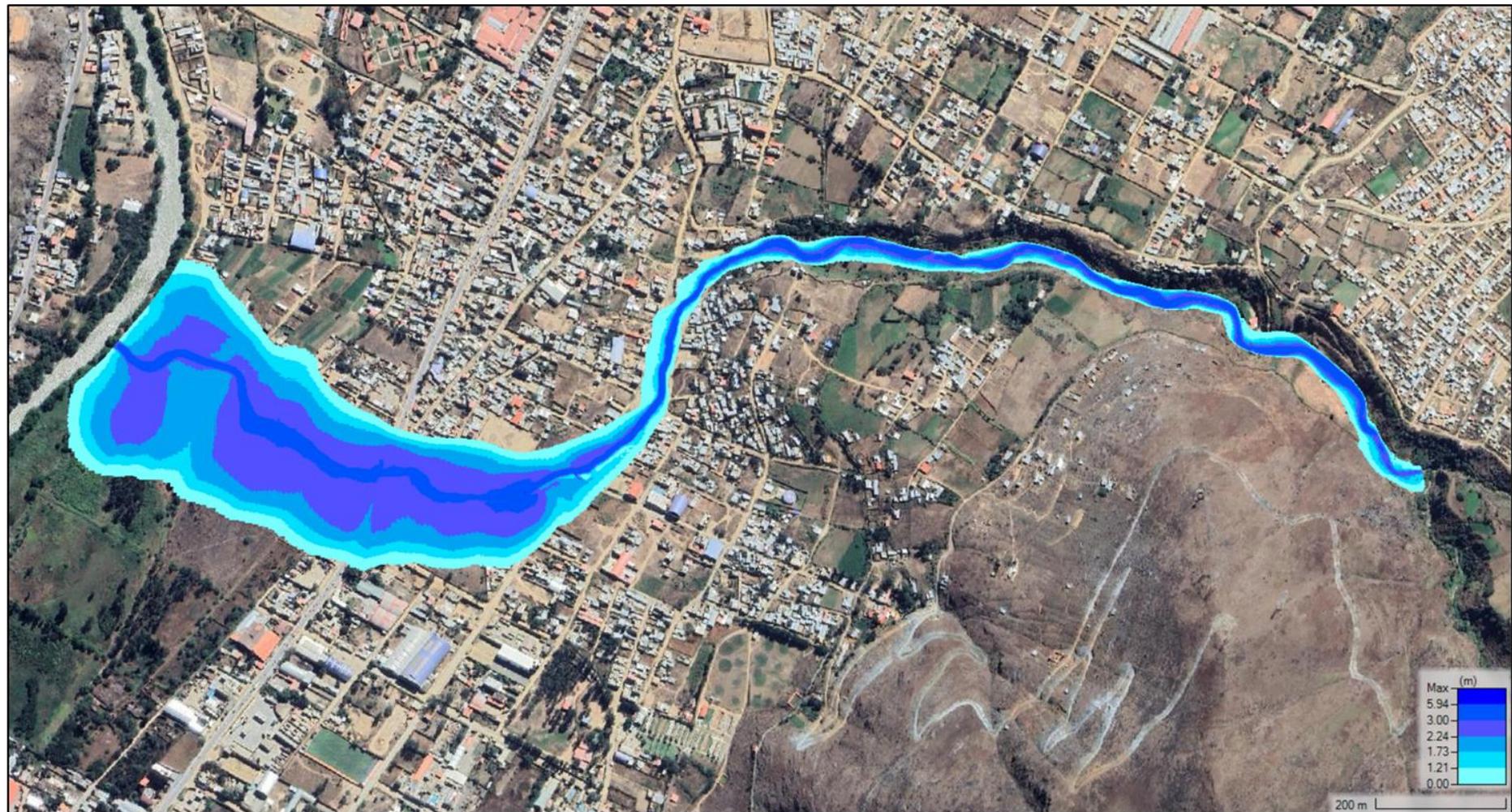


Figura 80

Modelado del Escenario 7 (CV: 63%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1

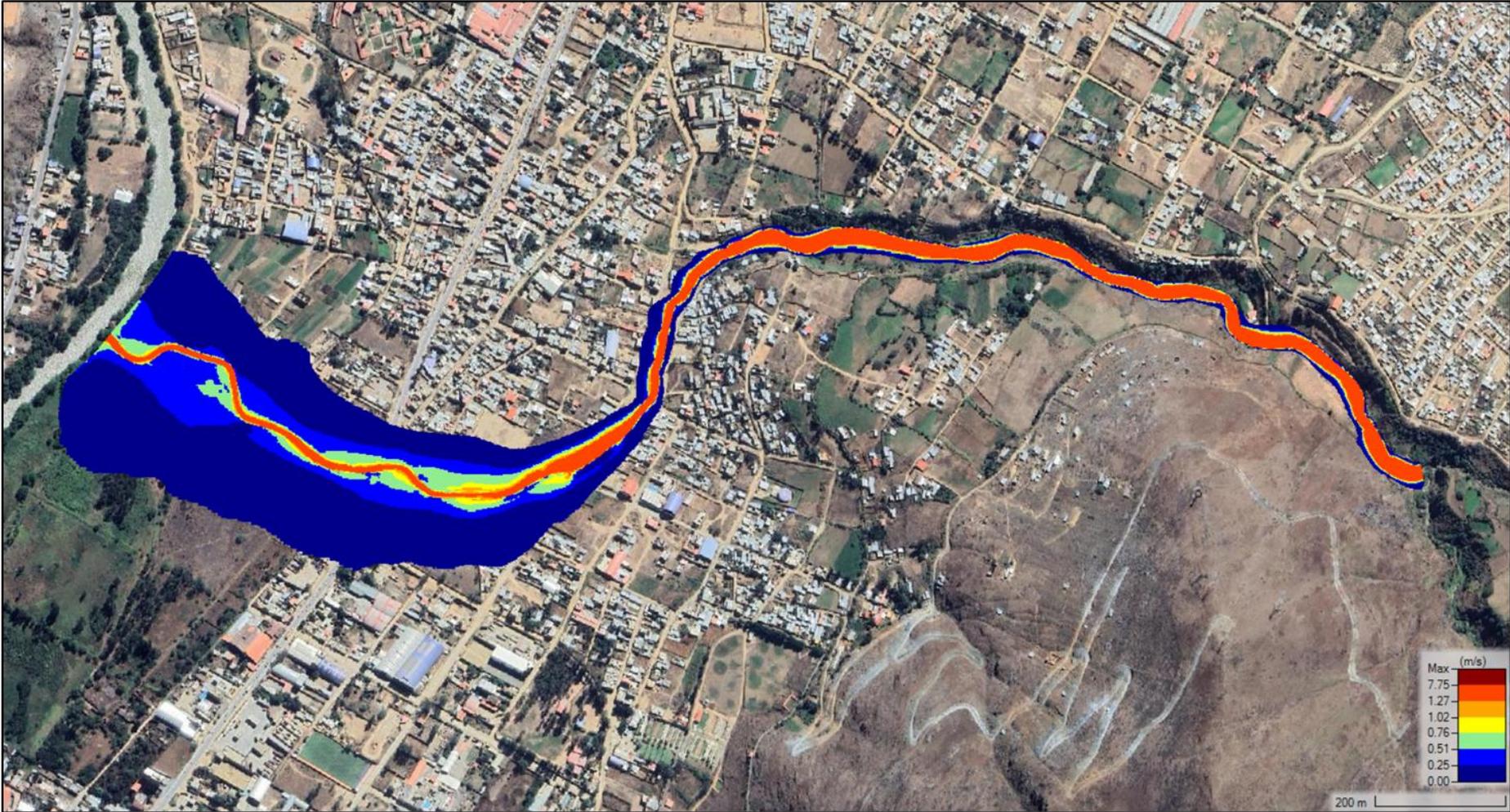


Figura 81

Modelado del Escenario 8 (CV: 65%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1

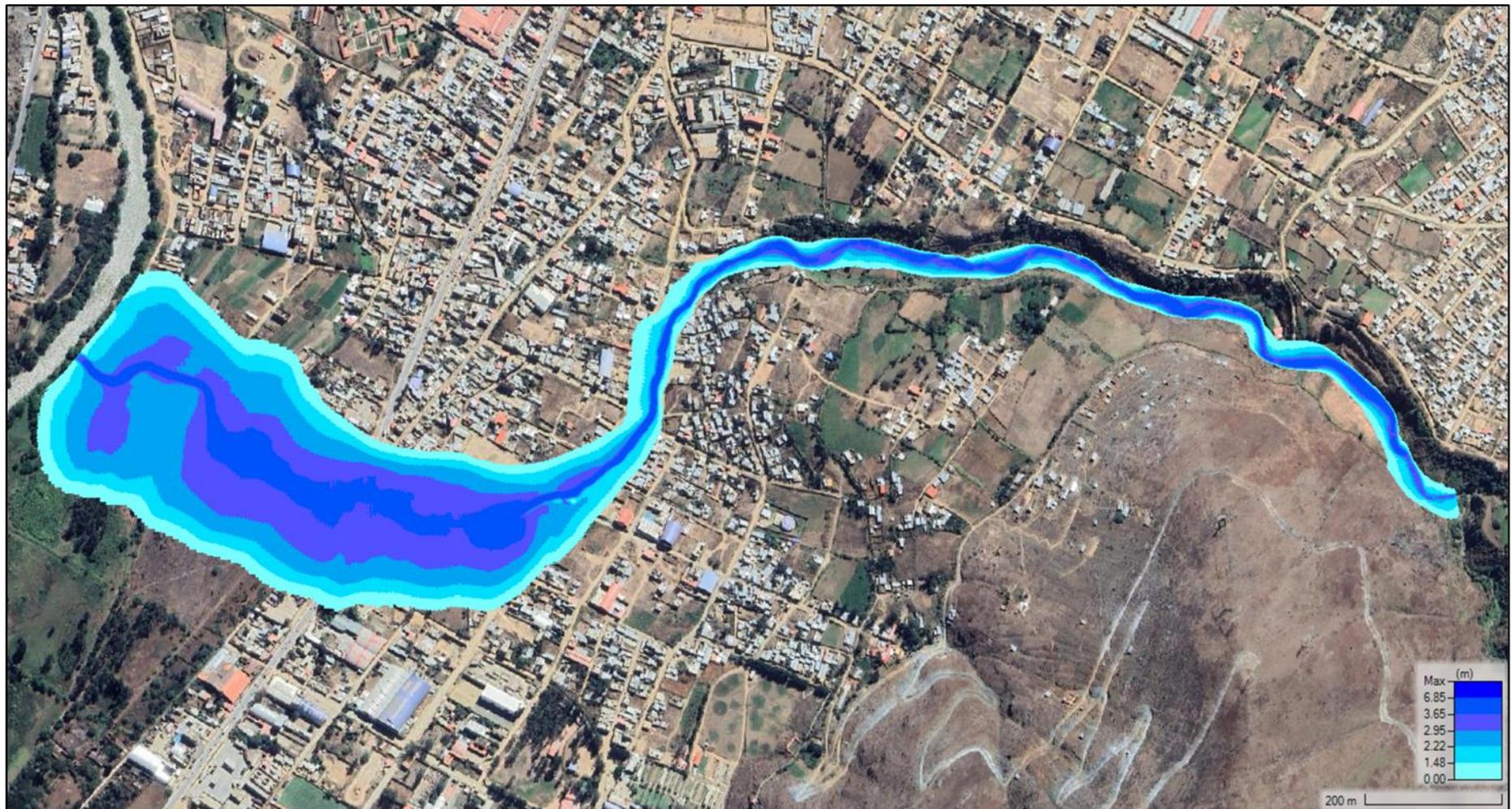


Figura 82

Modelado del Escenario 8 (CV: 65%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1

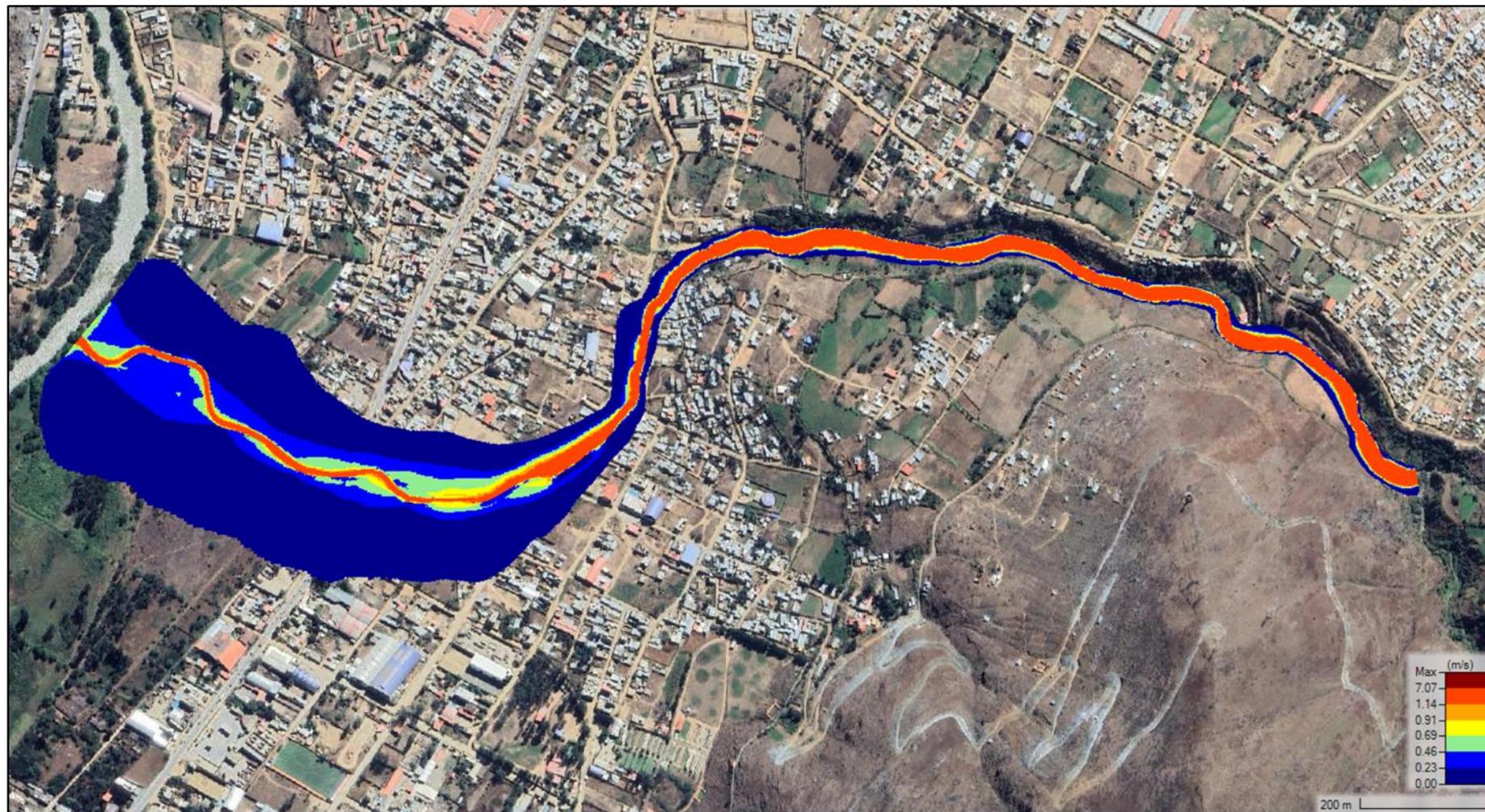


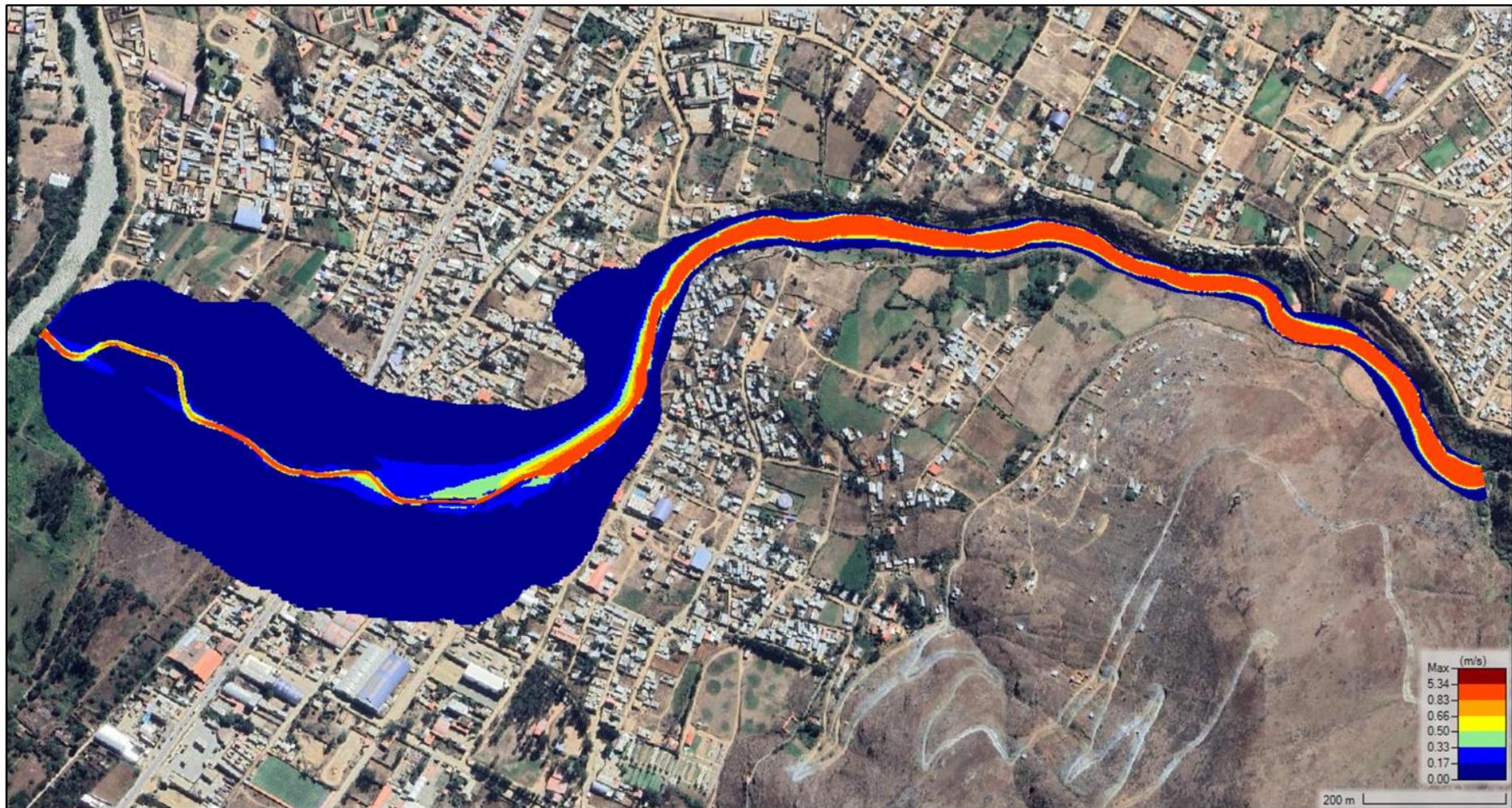
Figura 83

Modelado del Escenario 9 (CV: 70%): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1



Figura 84

Modelado del Escenario 9 (CV: 70%): Velocidad de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao – Tr 500 Años con HEC RAS 6.4.1



- **RESULTADOS DEL MODELAMIENTO DE FLUJO DE DETRITOS PARA UN TIEMPO DE RETORNO DE 100, 50 Y 25 AÑOS**

Luego de realizado la calibración de los parámetros para el modelamiento de flujo de detritos en Jancao, se obtuvo los parámetros óptimos que simulan el evento más cercano a la realidad, y siguiendo las recomendaciones del libro Hidrología Estadística de Máximo Villon Béjar (2016), donde nos indican distintos T_r para futuras estructuras a proyectarse en la zona, se hizo un modelado para un tiempo de proyección de 500, 100, 50 y 25 Años

Tabla 67

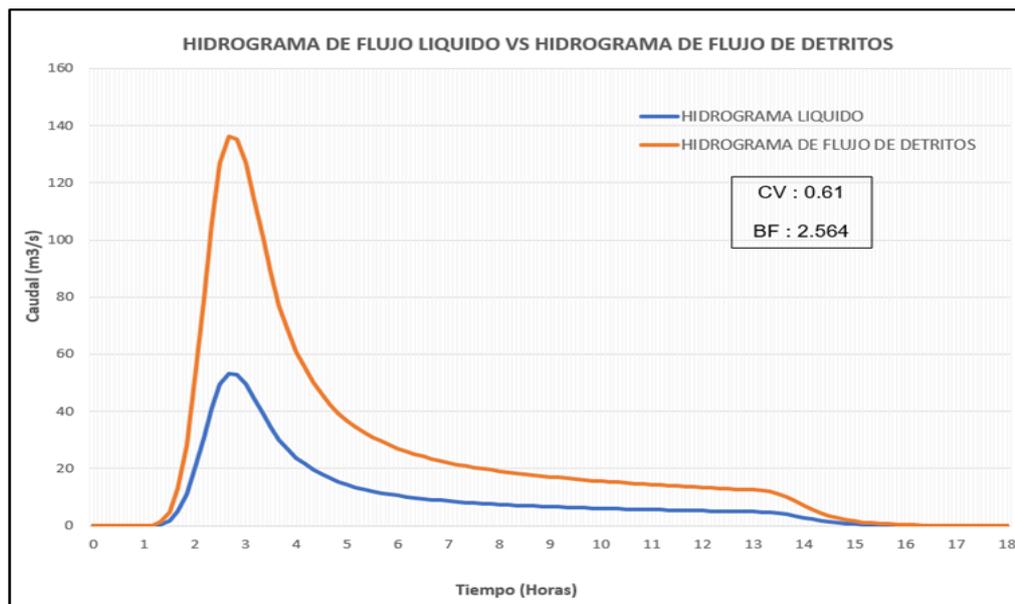
Precipitación máxima según periodos de retorno

PERIODO DE RETORNO " T_r " (AÑOS)	PP MAX HYDROGNOMON	FACTOR DE AJUSTE	PP MAX CORREGIDO (mm)
500	50.48	1.13	57.04
100	45.76	1.13	51.71
50	43.44	1.13	49.09
25	40.85	1.13	46.16
10	36.83	1.13	41.62
5	33.08	1.13	37.38

- **Simulación a tiempo de proyección de 100 años**

Figura 85

Diagrama de flujos – T_r :100 Años



Se tiene un Q máximo de flujo de detritos de 136.21 m³/s

✓ **Resultados de la simulación**

Tabla 68

Resultados del modelamiento para un Tr 100 Años

Punto de control	Velocidad de flujo (m3/s)	Altura de flujo (m)	Altura de flujo establecido en campo (m)
PC - 1	0.33	0.84	0.80
PC - 2	0.01	0.20	0.60
PC - 3	0.00	0.00	0.50
PC - 4	0.11	0.95	0.90
PC - 5	0.00	0.00	0.80
PC - 6	0.05	0.65	0.80
PC - 7	0.04	2.02	1.80
PC - 8	0.03	1.33	1.50
PC - 9	0.04	1.28	1.50
PC - 10	0.14	1.58	1.50
PC - 11	0.03	1.15	1.40
PC - 12	0.03	1.33	1.60
PC - 13	0.06	1.46	1.40
PC - 14	0.08	1.70	1.80
PC - 15	0.21	1.53	1.50

Figura 86

Modelado para un Tr 100 Años (CV: 61%, n: 0.083): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao con HEC RAS 6.4.1

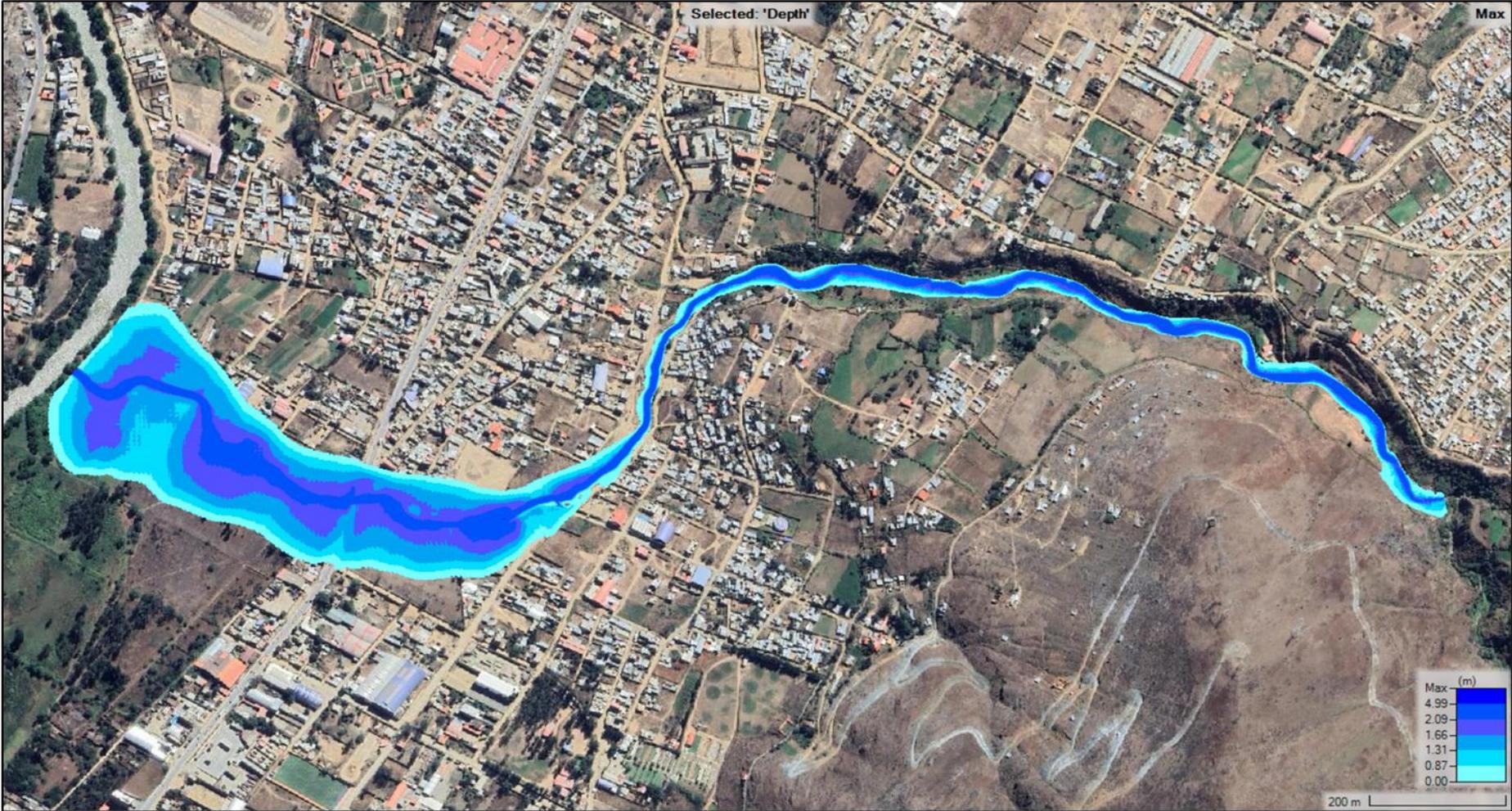
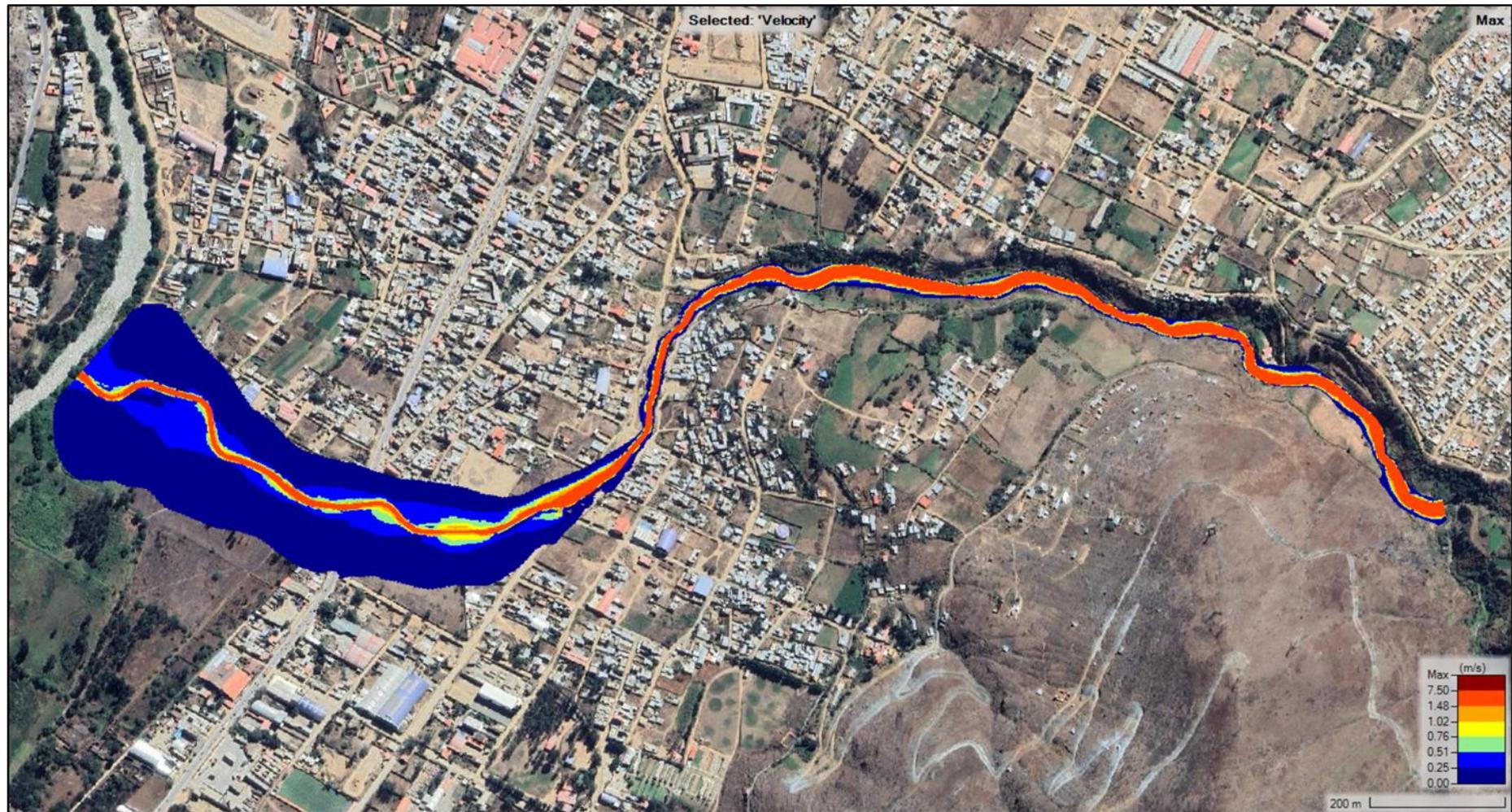


Figura 87

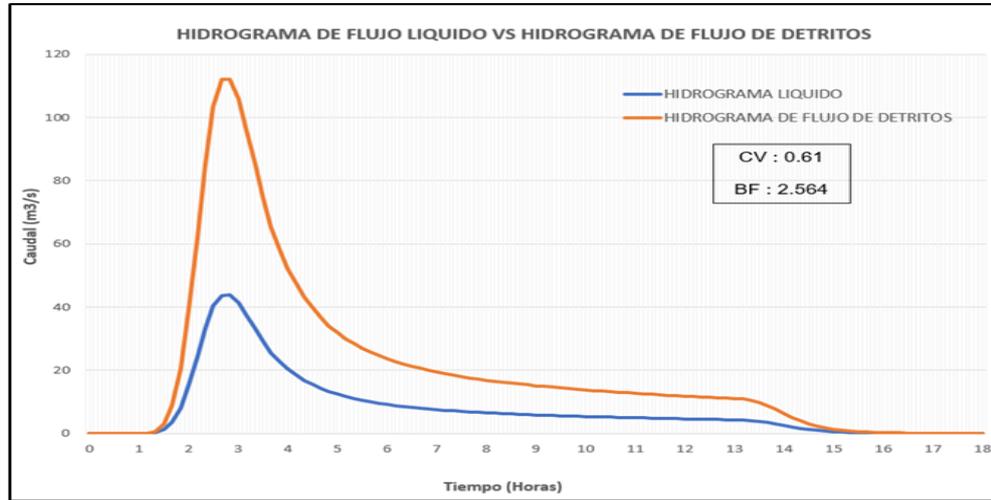
Modelado para un Tr 100 Años (CV: 61%, n: 0.083): velocidad de flujo de detritos en la quebrada Jancao con HEC RAS 6.4.1



- Simulación a tiempo de proyección de 50 Años

Figura 88

Diagrama de flujos – Tr :50 Años



Se tiene un Q máximo de flujo de detritos de 112.18 m³/s

✓ Resultados de la simulación

Tabla 69

Resultados del modelamiento para un Tr 50 Años

Punto de control	Velocidad de flujo (m ³ /s)	Altura de flujo (m)	Altura de flujo establecido en campo (m)
PC - 1	0.22	0.77	0.80
PC - 2	0.00	0.00	0.60
PC - 3	0.00	0.00	0.50
PC - 4	0.03	0.78	0.90
PC - 5	0.00	0.00	0.80
PC - 6	0.01	0.47	0.80
PC - 7	0.03	1.88	1.80
PC - 8	0.02	1.11	1.50
PC - 9	0.02	1.02	1.50
PC - 10	0.07	1.46	1.50
PC - 11	0.02	0.90	1.40
PC - 12	0.01	0.80	1.60
PC - 13	0.03	1.35	1.40
PC - 14	0.04	1.37	1.80
PC - 15	0.14	1.44	1.50

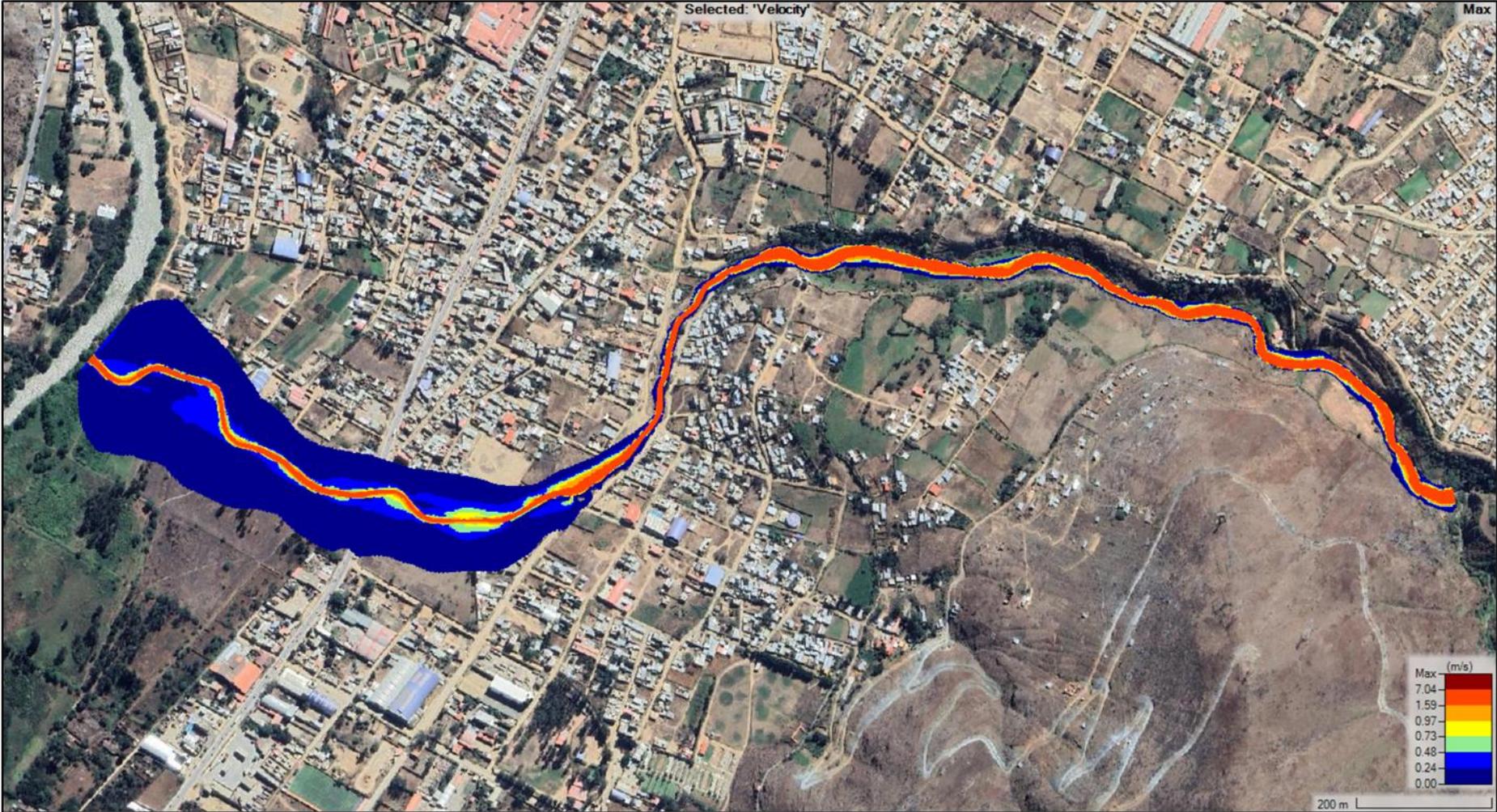
Figura 89

Modelado para un Tr 50 Años (CV: 61%, n: 0.083): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao con HEC RAS 6.4.1



Figura 90

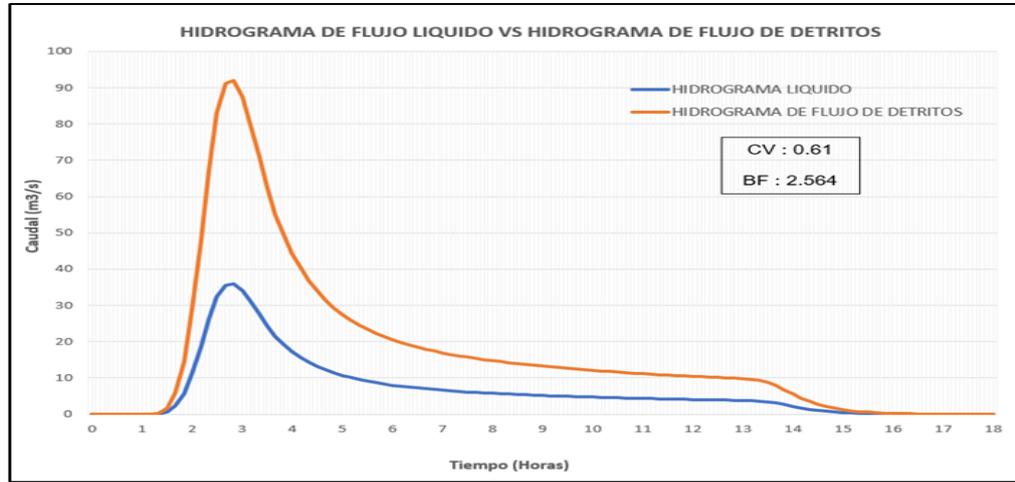
Modelado para un Tr 50 Años (CV: 61%, n: 0.083): velocidad de flujo de detritos en la quebrada Jancao con HEC RAS 6.4.1



- Simulación a tiempo de proyección de 25 años

Figura 91

Diagrama de flujos – Tr :25 Años



Se tiene un Q máximo de flujo de detritos de 91.90 m³/s

✓ **Resultados de la simulación**

Tabla 70

Resultados del modelamiento para un Tr 25 Años

Punto de control	Velocidad de flujo (m ³ /s)	Altura de flujo (m)	Altura de flujo establecido en campo (m)
PC - 1	0.13	0.57	0.80
PC - 2	0.00	0.00	0.60
PC - 3	0.00	0.00	0.50
PC - 4	0.01	0.60	0.90
PC - 5	0.00	0.00	0.80
PC - 6	0.01	0.13	0.80
PC - 7	0.03	1.72	1.80
PC - 8	0.01	0.79	1.50
PC - 9	0.01	0.31	1.50
PC - 10	0.04	1.30	1.50
PC - 11	0.01	0.33	1.40
PC - 12	0.00	0.00	1.60
PC - 13	0.02	1.09	1.40
PC - 14	0.01	0.55	1.80
PC - 15	0.06	1.33	1.50

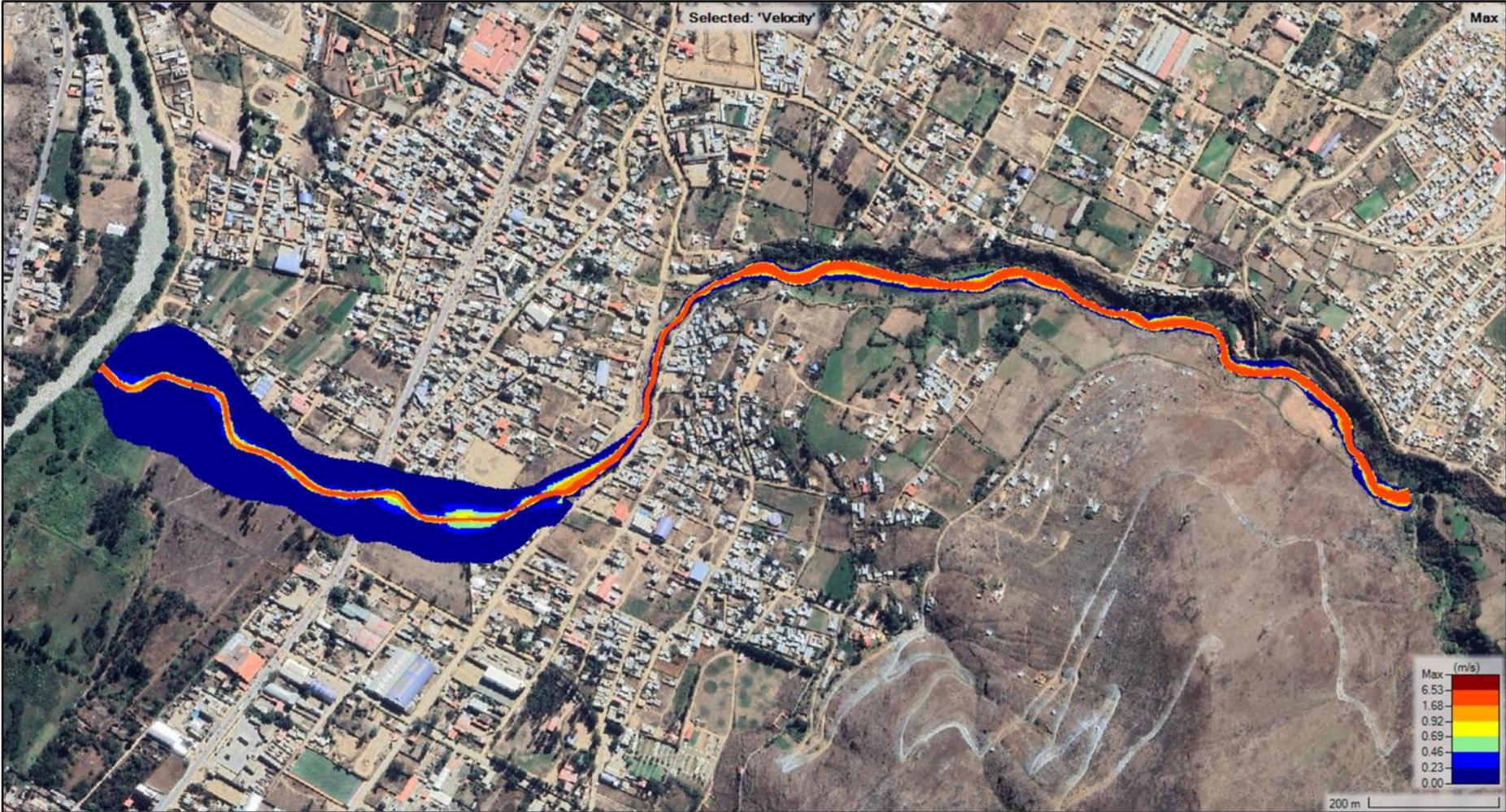
Figura 92

Modelado para un Tr 25 Años (CV: 61%, n: 0.083): Altura de Flujo de Detritos en la Quebrada Jancao con HEC RAS 6.4.1



Figura 93

Modelado para un Tr 25 Años (CV: 61%, n: 0.083): velocidad de flujo de detritos en la quebrada Jancao con HEC RAS 6.4.1



Interpretación de resultados:

Según los valores de sensibilidad de la concentración volumétrica, se puede apreciar que según se incrementa el valor de Cv, aumenta el volumen total de flujo de detritos, por ende, las alturas del flujo.

Con aumentar la concentración volumétrica de 60% a 63%, se tiene una influencia en el modelamiento de movimientos de detritos en la ribera de Jancao, ya que produce valores en el alto de la masa de detritos aceptables y razonables que se podrían darse en la realidad, según las características y magnitud de la quebrada en análisis.

Siendo un Cv de 61% el óptimo o el que más influye en el modelamiento, ya que se tienen valores de altura muy cercano a las alturas de flujo en las señales de control, siendo estas determinadas in situ por observación directa.

Según los resultados para una concentración volumétrica que va de 65% a 70% se tienen valores en altura de flujo elevados, lo cual de manera razonable y lógica no se aceptan, debido a las características y magnitud de la quebrada en análisis, por lo que no se considera dichos valores dentro del rango aceptable en la investigación.

Por otra parte, según los resultados obtenidos se aprecia que según se va aumentando la concentración volumétrica, en algunos puntos de control las velocidades varían aumentando y reduciendo su valor y mientras que otros puntos permanecen constantes. La reducción de las velocidades se da para un valor de Cv de 63% a 70%, debido a que las propiedades de la matriz del fluido cambian a medida que aumenta la concentración, volviéndose así más pesadas lo cual reduce la velocidad.

Tabla 71

Análisis de datos cruzados HE1

		Nivel de peligrosidad en la quebrada de Jancao			
		Muy alto	Alto	Media	Bajo
Concentración volumétrica	Si	4	0	0	0
	No	0	0	0	0

Total	4	0	0	0
--------------	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72

Relación de Pearson HE1

	Valor	Significación asintótica (bilateral)
Razón de Pearson	,318 ^a	,028
Asociación lineal por lineal	,181	,487
N de casos válidos	4	

Evaluando los valores se demuestra la significancia es menos de 0.05 ($0.028 < 0.05$); por la cual se toma la hipótesis alterna y excluimos la hipótesis nula, llegando a la conclusión que la concentración volumétrica que influirá en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024, será diferente de 55%. Siendo el valor de Concentración Volumétrica de 61% el óptimo o el que más influye en el modelamiento.

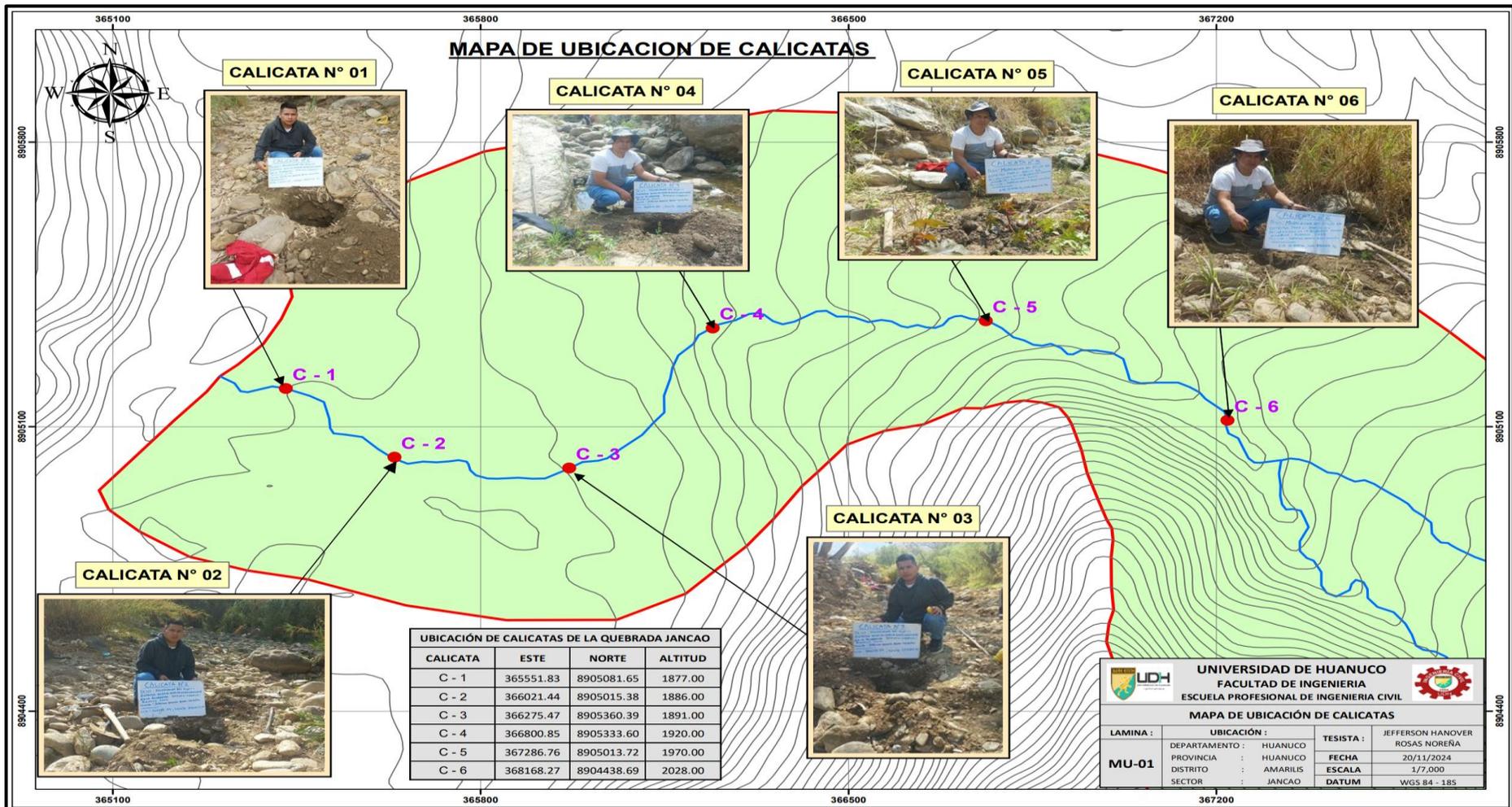
4.2.3. HIPÓTESIS ESPECIFICA 2

H_a : El diámetro representativo de las partículas que influirá en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco,2024, será de 25 mm.

H_0 : El diámetro representativo de las partículas que no influirá en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco,2024, será de 25 mm.

Figura 94

Plano de ubicación de calicatas



- **Caracterización del tipo de suelo y cálculo del diámetro representativo en la quebrada Jancao**

Se excavaron 6 Calicatas con una profundidad de 2.00 m. Estas calicatas se analizaron para obtener las capas estratigráficas con el fin de evaluar flujos de masas. Se tomaron muestras representativas estratégicamente identificadas y en cantidad suficiente para su análisis; luego fueron empacados adecuadamente para ser llevadas a laboratorio para evaluarlas mediante ensayos. Las excavaciones de las calicatas se realizaron de manera manual a lo largo del cauce y las muestras recogidas de acuerdo a la norma NTP 339.150 (2018).

Tabla 73

Coordenadas UTM-WGS84 de las calicatas de investigación

CALICATA	ESTE	NORTE	ALTITUD
C - 1	365551.83	8905081.65	1877.00
C - 2	366021.44	8905015.38	1886.00
C - 3	366275.47	8905360.39	1891.00
C - 4	366800.85	8905333.60	1920.00
C - 5	367286.76	8905013.72	1970.00
C - 6	368168.27	8904438.69	2028.00

✓ **CALICATA 01 (C – 1):**

Tabla 74

Resultados del Análisis de suelos C-1

Profundidad (m)	2.00
% Grava	48.08
% Arena	46.33
% Finos	5.59
D 10 (mm)	0.30
D 30 (mm)	1.40
D 60 (mm)	7.91
Coefficiente de Curvatura (Cc)	26.25
Coefficiente de Uniformidad (Cu)	0.82
% de Humedad	2.63
% (LL)	NP
% (LP)	NP
% (IP)	NP
SUCS	GP - GM
AASHTO	A-1-a (0)

Consistencia	No Plástica
Descripción	Suelo de granos gruesos

Fuente: EMS

Tabla 75

Cálculo del diámetro representativo C-1

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Q' Pasa	Pi	Di	Pi * Di
3"	75.200	0.00	100.00	0.00	75.20	0.00
2 1/2"	63.500	0.00	100.00	0.00	69.35	0.00
2"	50.800	0.00	100.00	0.00	57.15	0.00
1 1/2"	38.100	5.73	94.27	5.73	44.45	254.70
1"	25.400	3.94	90.33	3.94	31.75	125.23
3/4"	19.050	9.03	81.30	9.03	22.23	200.62
1/2"	12.700	11.60	69.70	11.60	15.88	184.11
3/8"	9.525	6.00	63.70	6.00	11.11	66.73
1/4"	6.350	7.30	56.40	7.30	7.94	57.94
N° 4	4.760	4.47	51.92	4.47	5.56	24.85
N° 8	2.380	11.15	40.78	11.15	3.57	39.79
N° 10	2.000	2.67	38.11	2.67	2.19	5.84
N° 16	1.190	10.30	27.81	10.30	1.60	16.43
N° 20	0.840	6.06	21.74	6.06	1.02	6.15
N° 30	0.590	5.77	15.97	5.77	0.72	4.13
N° 40	0.426	3.77	12.21	3.77	0.51	1.91
N° 50	0.297	2.34	9.87	2.34	0.36	0.84
N° 60	0.250	0.84	9.03	0.84	0.27	0.23
N° 80	0.177	1.18	7.85	1.18	0.21	0.25
N° 100	0.149	0.61	7.24	0.61	0.16	0.10
N° 200	0.074	1.65	5.59	1.65	0.11	0.18
Cazoleta	0.010	5.59	0.00	5.59	0.04	0.23

$$D_m = \sum \frac{p_i * D_i}{100} = \frac{990.28}{100} = 9.90 \text{ mm}$$

✓ **CALICATA 02 (C – 2)**

Tabla 76

Resultados del Análisis de suelos C-2

Profundidad (m)	2.00
% Grava	46.22
% Arena	47.61
% Finos	6.17
D 10 (mm)	0.10
D 30 (mm)	1.34
D 60 (mm)	6.67
Coefficiente de Curvatura (Cc)	64.45
Coefficiente de Uniformidad (Cu)	2.58
% de Humedad	4.32
% (LL)	NP
% (LP)	NP
% (IP)	NP
SUCS	GW - GM
AASHTO	A-1-a (0)
Consistencia	No Plástica
Descripción	Suelo de grava bien graduada con limo

Fuente: EMS

Tabla 77

Cálculo del diámetro representativo C-2

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Q' Pasa	Pi	Di	Pi * Di
3"	76.200	0.00	100.00	0.00	76.20	0.00
2 1/2"	63.500	7.28	92.72	7.28	69.85	508.44
2"	50.800	2.80	89.92	2.80	57.15	160.17
1 1/2"	38.100	2.55	87.37	2.55	44.45	113.33
1"	25.400	8.41	78.96	8.41	31.75	266.95
3/4"	19.050	4.83	74.13	4.83	22.23	107.28
1/2"	12.700	5.96	68.18	5.96	15.88	94.55
3/8"	9.525	3.39	64.79	3.39	11.11	37.63
1/4"	6.350	6.33	58.47	6.33	7.94	50.21
N° 4	4.760	4.69	53.78	4.69	5.56	26.06
N° 8	2.380	13.88	39.90	13.88	3.57	49.54
N° 10	2.000	3.19	36.71	3.19	2.19	6.99
N° 16	1.190	10.26	26.45	10.26	1.60	16.36

N° 20	0.840	4.01	22.44	4.01	1.02	4.07
N° 30	0.590	2.78	19.66	2.78	0.72	1.99
N° 40	0.426	1.83	17.83	1.83	0.51	0.93
N° 50	0.297	1.77	16.06	1.77	0.36	0.64
N° 60	0.250	1.11	14.95	1.11	0.27	0.30
N° 80	0.177	2.55	12.40	2.55	0.21	0.54
N° 100	0.149	1.58	10.82	1.58	0.16	0.26
N° 200	0.074	4.65	6.17	4.65	0.11	0.52
Cazoleta	0.010	6.17	0.00	6.17	0.04	0.26

$$D_m = \sum \frac{p_i * D_i}{100} = \frac{1447.02}{100} = 14.47 \text{ mm}$$

✓ **CALICATA 03 (C – 3)**

Tabla 78

Resultados del Análisis de suelos de la Calicata C-3

Profundidad (m)	2.00
% Grava	48.18
% Arena	43.64
% Finos	8.18
D 10 (mm)	0.13
D 30 (mm)	1.26
D 60 (mm)	7.48
Coefficiente de Curvatura (Cc)	56.19
Coefficiente de Uniformidad (Cu)	1.60
% de Humedad	4.04
% (LP)	NP
% (IP)	NP
SUCS	GW - GM
AASHTO	A-1-a (0)
Consistencia	No Plástica
Descripción	Suelo de grava bien graduada con limo

Fuente: EMS

Tabla 79

Cálculo del diámetro Representativo de la calicata C-3

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Q' Pasa	Pi	Di	Pi * Di
3"	76.200	0.00	100.00	0.00	76.20	0.00
2 1/2"	63.500	0.00	100.00	0.00	69.85	0.00
2"	50.800	1.99	98.01	1.99	57.15	113.78
1 1/2"	38.100	5.21	92.80	5.21	44.45	231.70
1"	25.400	3.67	89.12	3.67	31.75	116.66
3/4"	19.050	8.42	80.71	8.42	22.23	187.05
1/2"	12.700	10.61	70.10	10.61	15.88	168.38
3/8"	9.525	5.79	64.31	5.79	11.11	64.36
1/4"	6.350	7.04	57.27	7.04	7.94	55.89
N° 8	2.380	10.32	41.50	10.32	3.57	36.83
N° 10	2.000	2.64	38.86	2.64	2.19	5.79
N° 16	1.190	9.52	29.34	9.52	1.60	15.18
N° 20	0.840	5.63	23.71	5.63	1.02	5.71
N° 30	0.590	5.47	18.24	5.47	0.72	3.91
N° 40	0.426	3.42	14.82	3.42	0.51	1.74
N° 50	0.297	2.24	12.58	2.24	0.36	0.81
N° 60	0.250	0.90	11.67	0.90	0.27	0.25
N° 80	0.177	1.10	10.57	1.10	0.21	0.24
N° 100	0.149	0.74	9.83	0.74	0.16	0.12
N° 200	0.074	1.65	8.18	1.65	0.11	0.18
Cazoleta	0.010	8.18	0.00	8.18	0.04	0.34

$$D_m = \sum \frac{p_i * D_i}{100} = \frac{1039.19}{100} = 10.39 \text{ mm}$$

✓ **CALICATA 04 (C - 4)**

Tabla 80

Resultados del Análisis de suelos de la Calicata C-4

Profundidad (m)	2.00
% Grava	47.48
% Arena	44.87
% Finos	7.66
D 10 (mm)	0.15
D 30 (mm)	1.24
D 60 (mm)	7.03

Coefficiente de Curvatura (Cc)	47.24
Coefficiente de Uniformidad (Cu)	1.47
% de Humedad	4.04
% (LL)	NP
% (LP)	NP
% (IP)	NP
SUCS	GW - GM
AASHTO	A-1-a (0)
Consistencia	No Plástica
Descripción	Suelo de grava bien graduada con limo

Fuente: EMS

Tabla 81

Cálculo del diámetro Representativo de la calicata C-4

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Q' Pasa	Pi	Di	Pi * Di
3"	76.200	0.00	100.00	0.00	76.20	0.00
2 1/2"	63.500	0.00	100.00	0.00	69.85	0.00
2"	50.800	1.59	98.41	1.59	57.15	91.03
1 1/2"	38.100	4.89	93.52	4.89	44.45	217.22
1"	25.400	4.07	89.45	4.07	31.75	129.30
3/4"	19.050	8.24	81.21	8.24	22.23	183.03
1/2"	12.700	10.46	70.75	10.46	15.88	166.08
3/8"	9.525	5.57	65.18	5.57	11.11	61.95
1/4"	6.350	6.88	58.30	6.88	7.94	54.59
N° 4	4.760	5.77	52.52	5.77	5.56	32.07
N° 8	2.380	10.24	42.28	10.24	3.57	36.57
N° 10	2.000	3.15	39.13	3.15	2.19	6.90
N° 16	1.190	9.59	29.54	9.59	1.60	15.30
N° 20	0.840	5.39	24.14	5.39	1.02	5.47
N° 30	0.590	5.81	18.33	5.81	0.72	4.15
N° 50	0.297	2.35	12.71	2.35	0.36	0.85
N° 60	0.250	1.07	11.64	1.07	0.27	0.29
N° 80	0.177	1.29	10.35	1.29	0.21	0.27
N° 100	0.149	0.87	9.48	0.87	0.16	0.14
N° 200	0.074	1.83	7.66	1.83	0.11	0.20
Cazoleta	0.010	7.66	0.00	7.66	0.04	0.32

$$D_m = \sum \frac{p_i * D_i}{100} = \frac{1007.41}{100} = 10.07 \text{ mm}$$

✓ **CALICATA 05 (C – 5)**

Tabla 82

Resultados del Análisis de suelos de la Calicata C-5

Profundidad (m)	2.00
% Grava	48.80
% Arena	46.28
% Finos	4.93
D 10 (mm)	0.29
D 30 (mm)	1.42
D 60 (mm)	7.61
Coefficiente de Curvatura (Cc)	26.33
Coefficiente de Uniformidad (Cu)	0.92
% de Humedad	5.73
% (LP)	NP
% (IP)	NP
SUCS	GP
AASHTO	A-1-a (0)
Consistencia	No Plástica
Descripción	Suelo de grava mal graduada

Fuente: EMS

Tabla 83

Cálculo del diámetro Representativo de la calicata C-5

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Q' Pasa	Pi	Di	Pi * Di
3"	76.200	0.00	100.00	0.00	76.20	0.00
2 1/2"	63.500	0.00	100.00	0.00	69.85	0.00
2"	50.800	1.47	98.53	1.47	57.15	84.28
1 1/2"	38.100	5.04	93.49	5.04	44.45	224.03
1"	25.400	4.20	89.29	4.20	31.75	133.35
3/4"	19.050	8.49	80.79	8.49	22.23	188.77
1/2"	12.700	10.79	70.00	10.79	15.88	171.29
3/8"	9.525	5.75	64.25	5.75	11.11	63.89
1/4"	6.350	7.09	57.16	7.09	7.94	56.30
N° 4	4.760	5.95	51.20	5.95	5.56	33.08

N° 8	2.380	10.57	40.64	10.57	3.57	37.72
N° 10	2.000	3.25	37.39	3.25	2.19	7.11
N° 16	1.190	9.89	27.50	9.89	1.60	15.78
N° 20	0.840	5.56	21.93	5.56	1.02	5.65
N° 30	0.590	5.99	15.94	5.99	0.72	4.28
N° 40	0.426	3.38	12.56	3.38	0.51	1.72
N° 50	0.297	2.43	10.14	2.43	0.36	0.88
N° 60	0.250	1.10	9.03	1.10	0.27	0.30
N° 80	0.177	1.33	7.71	1.33	0.21	0.28
N° 100	0.149	0.90	6.81	0.90	0.16	0.15
N° 200	0.074	1.89	4.93	1.89	0.11	0.21
Cazoleta	0.010	4.93	0.00	4.93	0.04	0.21

$$D_m = \sum \frac{p_i * D_i}{100} = \frac{1029.28}{100} = 10.29 \text{ mm}$$

✓ **CALICATA 06 (C – 6)**

Tabla 84

Resultados del Análisis de suelos de la Calicata C-6

Profundidad (m)	2.00
% Grava	48.89
% Arena	42.72
% Finos	8.39
D 10 (mm)	0.89
D 30 (mm)	1.46
D 60 (mm)	7.67
Coefficiente de Curvatura (Cc)	59.98
Coefficiente de Uniformidad (Cu)	0.89
% de Humedad	5.73
% (LP)	NP
% (IP)	NP
SUCS	GP - GM
AASHTO	A-1-a (0)
Consistencia	No Plástica
Descripción	Suelo de grava mal graduada con limo con arena

Fuente: EMS

Tabla 85

Cálculo del diámetro Representativo de la calicata C-6

Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Q' Pasa	P_i	D_i	P_i * D_i
3"	76.200	0.00	100.00	0.00	76.20	0.00
2 1/2"	63.500	0.00	100.00	0.00	69.85	0.00
2"	50.800	0.00	100.00	0.00	57.15	0.00
1 1/2"	38.100	1.75	98.25	1.75	49.45	86.77
1"	25.400	0.45	97.80	0.45	45.75	20.50
3/4"	19.050	0.78	97.01	0.78	42.23	33.11
1/2"	12.700	4.61	92.40	4.61	39.88	183.88
3/8"	9.525	2.58	89.83	2.58	35.11	90.45
1/4"	6.350	4.03	85.79	4.03	32.94	132.82
N° 4	4.760	2.69	83.11	2.69	29.58	79.51
N° 8	2.380	6.44	76.67	6.44	25.57	164.68
N° 10	2.000	1.33	75.34	1.33	23.19	30.74
N° 16	1.190	5.34	70.00	5.34	21.60	115.32
N° 20	0.840	3.27	66.74	3.27	17.03	55.63
N° 30	0.590	3.70	63.04	3.70	12.72	47.01
N° 40	0.426	3.45	59.59	3.45	10.51	36.30
N° 50	0.297	3.25	56.34	3.25	8.36	27.15
N° 60	0.250	1.42	54.92	1.42	6.27	8.90
N° 80	0.177	2.41	52.51	2.41	5.21	12.55
N° 100	0.149	1.18	51.33	1.18	4.16	4.89
N° 200	0.074	2.95	48.39	2.95	3.11	9.17
Cazoleta	0.010	48.39	0.00	48.39	1.54	74.51

$$D_m = \sum \frac{p_i * D_i}{100} = \frac{1213.88}{100} = 12.14 \text{ mm}$$

Tabla 86*Resumen de diámetros representativos de la Quebrada Jancao*

Diámetro representativo de las partículas del Cauce en mm					
C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5	C - 6
9.90	14.47	10.39	10.07	10.29	12.14

para poder obtener el valor de diámetro representativo de las partículas que va influenciar en el modelamiento de movimientos de detritos a lo largo del cauce de la quebrada Jancao y que este a su vez represente a todos los valores obtenidos de cada calicata, se procedió a determinar un promedio de todos los valores tal como se muestra.

$$D_m = \frac{D_{m1} + D_{m2} + D_{m3} + D_{m4} + D_{m5} + D_{m6}}{n}$$

$$D_m = \frac{9.90 + 14.47 + 10.39 + 10.07 + 10.29 + 12.14}{6}$$

$$D_m = 11.21 \text{ mm}$$

Tabla 87*Análisis de datos cruzados HE2*

		Nivel de peligrosidad en la quebrada de Jancao			
		Muy alto	Alto	Media	Bajo
Diámetro representativo	Si	4	0	0	0
	No	0	0	0	0
Total		4	00	0	0

Tabla 88*Relación de Pearson HE2*

	Valor	Significación asintótica (bilateral)
Razón de Pearson	,297 ^a	,026
Asociación lineal por lineal	,162	,484
N de casos válidos	4	

Interpretación

Después de observar los valores demuestran que la significancia es menos de 0.05 ($0.026 < 0.05$); por la cual se toma la hipótesis alterna y excluimos la hipótesis nula, llegando a la conclusión que el diámetro representativo de las partículas que influirá en el modelado de flujo de

detritos en el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco,2024, será diferente 25 mm. Siendo el valor de diámetro representativo de las partículas de 11.21 mm el indicado para realizar la modelación y análisis de flujo de detritos.

4.2.4. HIPÓTESIS ESPECIFICA 3

Ha: El coeficiente de rugosidad que influirá en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024, será de $0.045 \mu''$.

Ho: El coeficiente de rugosidad que no influirá en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024, será de $0.045 \mu''$.

• CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE LA QUEBRADA DE JANCAO

✓ Cálculo de la rugosidad por el método de Cowan

Para determinar la rugosidad en el cauce de la quebrada Jancao se usó del método de Cowan. La metodología se basó en identificar las diferentes condiciones del cauce y en base a ello asignar un valor de rugosidad, para luego sumar cada condición asignada según la fórmula y obtener un valor de rugosidad del cauce

$$n=(n_0+n_1+n_2+n_3+n_4)m_5$$

Donde:

- n_0 = condición referida al material involucrado
- n_1 = condición referida al grado de irregularidad
- n_2 = condición referida a la variación de la sección transversal
- n_3 = condición referida al efecto relativo de las obstrucciones
- n_4 = condición referida a la vegetación
- m_5 = condición referida al grado de los efectos por meandros

Tabla 89*Valores para el cálculo de rugosidad según Cowan*

Condiciones del canal			Valores
Material involucrado	Tierra	n 0	0.020
	Corte en roca		0.025
	Grava fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	n 1	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n 2	0.000
	Ocasionalmente alternante		0.005
	Frecuentemente alternante		0.010 – 0.015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante	n 3	0.000
	Menor		0.010 – 0.015
	Apreciable		0.020 – 0.030
	Severo		0.040 – 0.060
Vegetación	Baja	n 4	0.005 – 0.010
	Media		0.010 – 0.025
	Alta		0.025 – 0.050
	Muy alta		0.050 – 0.100
Grado de los efectos por meandros	Menor	m 5	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

Fuente: Hidráulica de canales abiertos, (Ven Te Chow, 1994)

❖ Rugosidad superficial (Material involucrado n0)

Este valor es el resultado del tamaño y la forma del material que conforma el lecho del cauce, si el material es fino, el valor de la rugosidad es bajo, si en el fondo se depositan cantos rodados y piedras grandes pueden producir una rugosidad alta. Con respecto a la quebrada Jancao es de grava gruesa obteniendo un valor de n 0 de 0.028

Figura 95

Descripción del material involucrado en el cauce



Nota. En la parte alta, media y baja de la cuenca se observa granulometría conformada principalmente por gravas y cantos rodados lo cual se tiene mayor resistencia al movimiento del flujo.

❖ **Grado de irregularidad del canal (n1)**

Tiene que ver con el grado de erosión y socavación en la sección del cauce de la quebrada, por lo que se tiene un grado de irregularidad Menor ya que se tiene una erosión ligera en el cauce, así como también en los taludes, obteniendo un valor de n 1 de 0.005

Figura 96

Descripción del grado de irregularidad del cauce



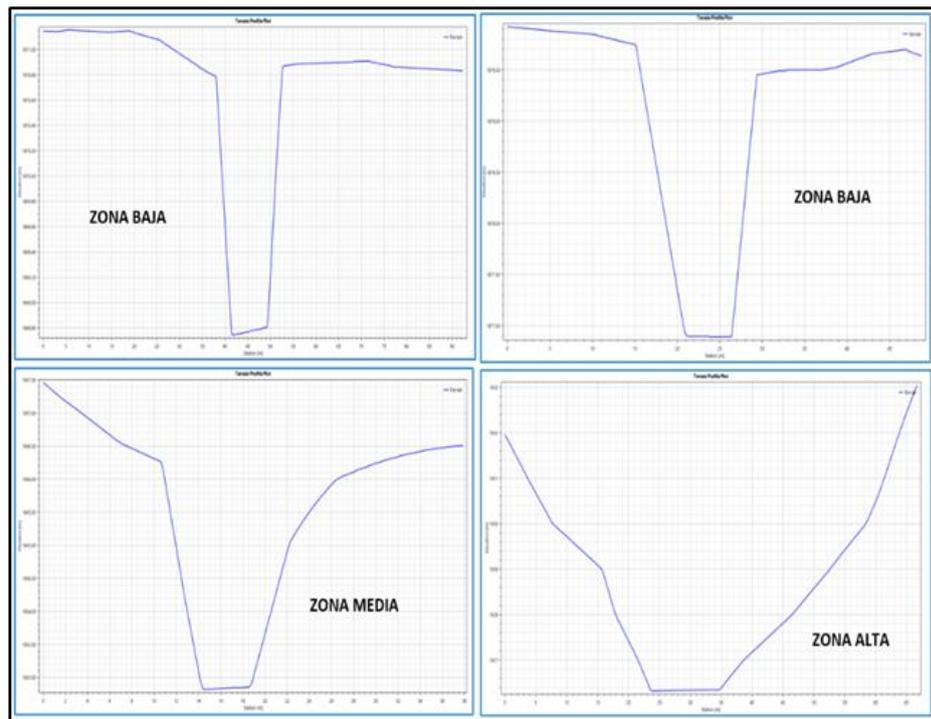
Nota. Se observa los Taludes ligeramente erosionados y el cauce ligeramente socavado, dando una irregularidad de tipo menor.

❖ Variaciones de la sección transversal (n2)

Habla de las modificaciones en las partes perpendiculares en su tipo y su perímetro saturado respecto lo largo de su eje, en conductos de origen natural no tienen forma y casi siempre son formados de sedimentos. Por lo que en la quebrada en estudio hay variación de las partes perpendiculares se dan de manera gradual dando un valor n 3 de 0.000.

Figura 97

Variación de la sección transversal



Nota. Se observa una variación de la sección transversal de forma gradual.

Figura 98

Plano topográfico de km 0+000 a km 1+000

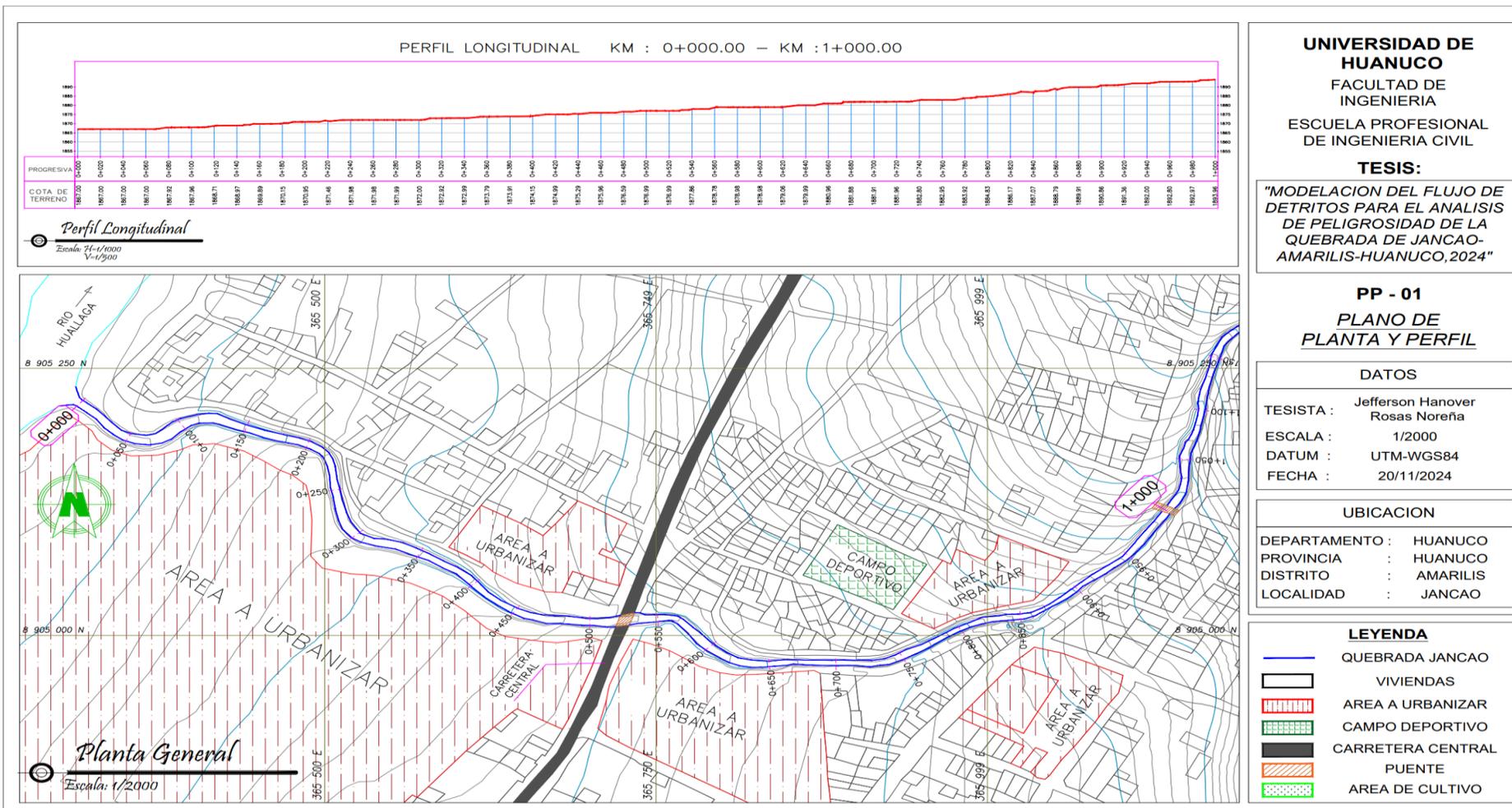


Figura 99

Plano topográfico de km 1+000 a km 2+000

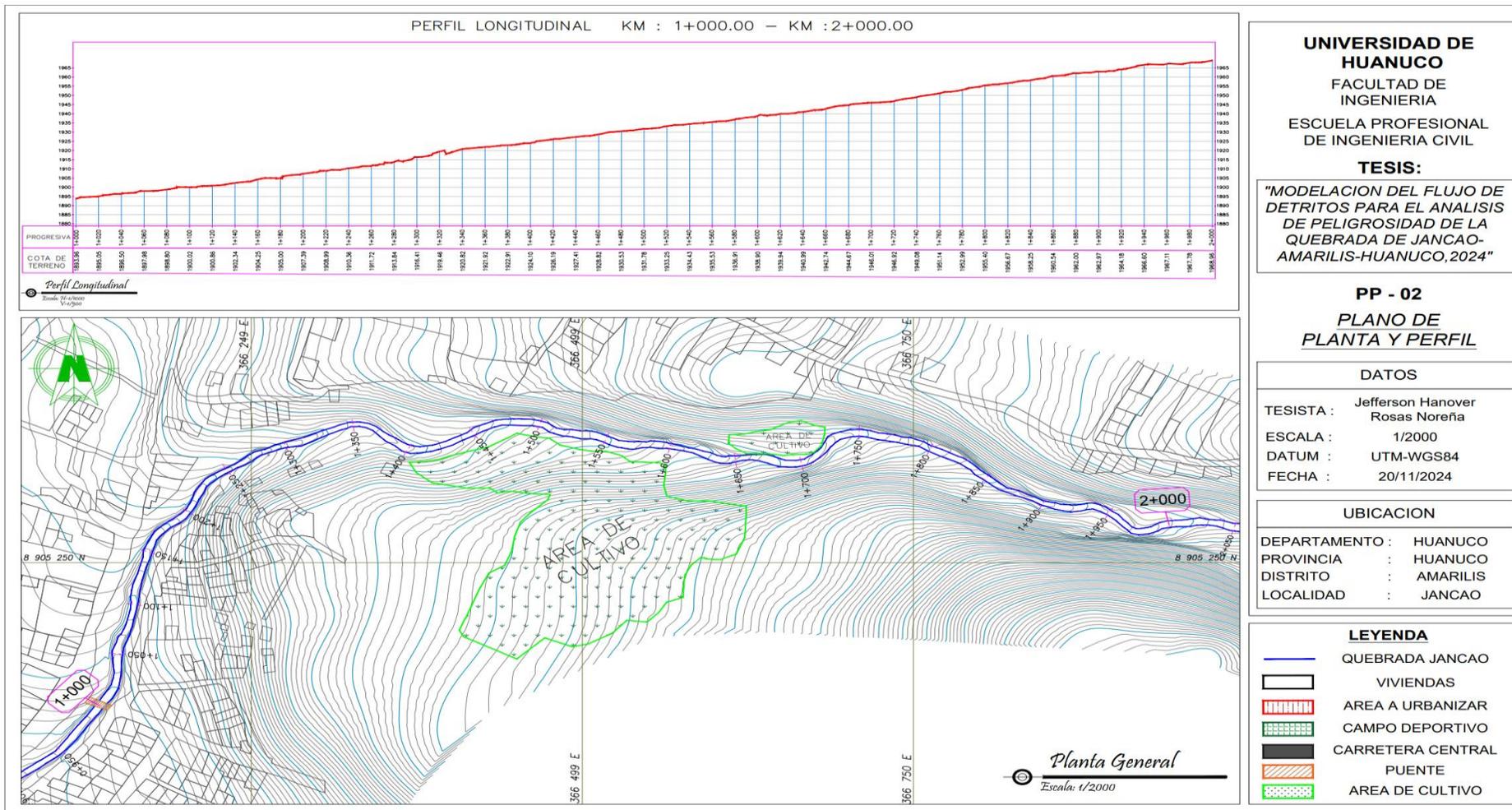


Figura 100

Plano topográfico de km 2+000 a km 2+506

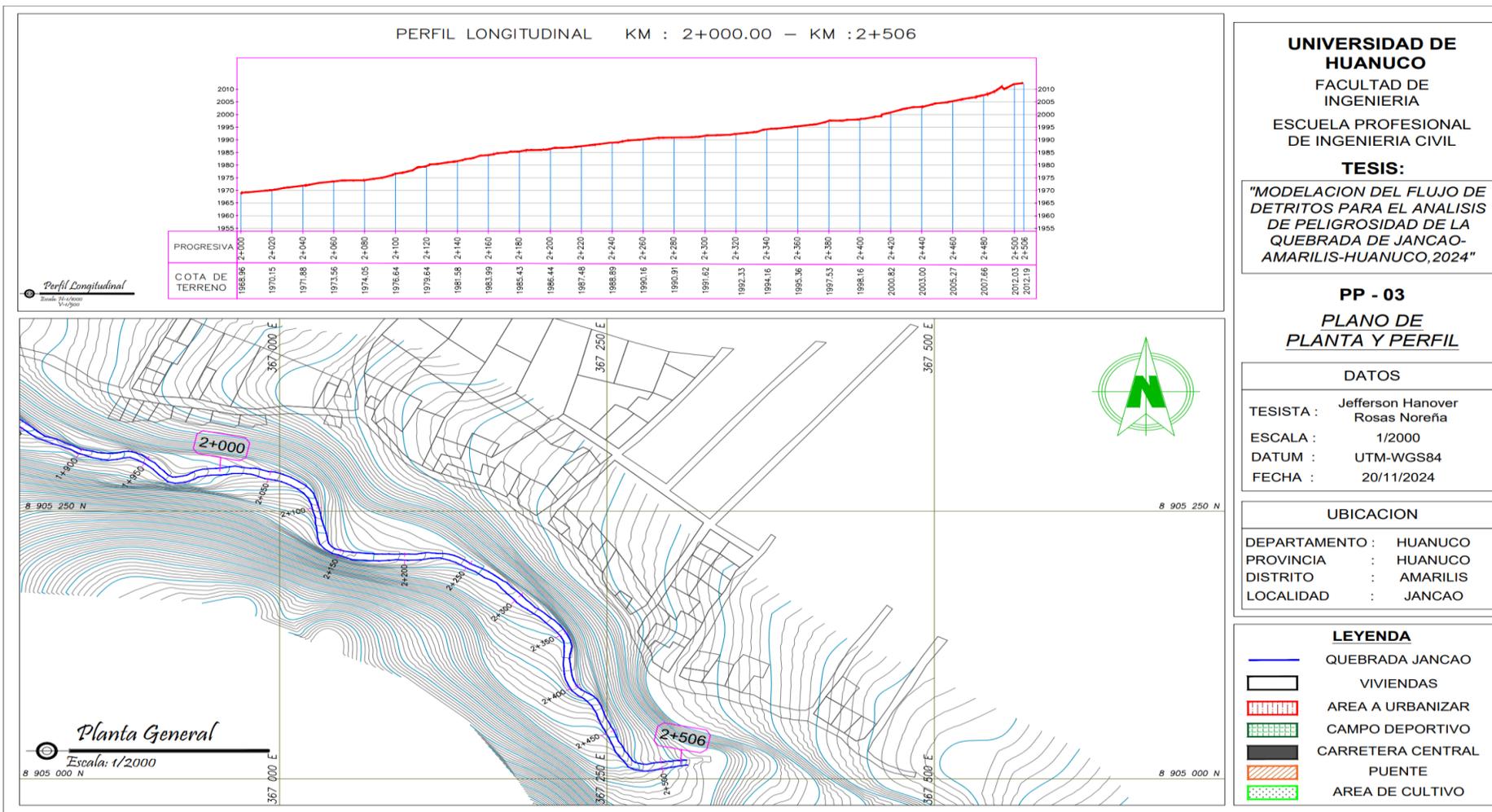
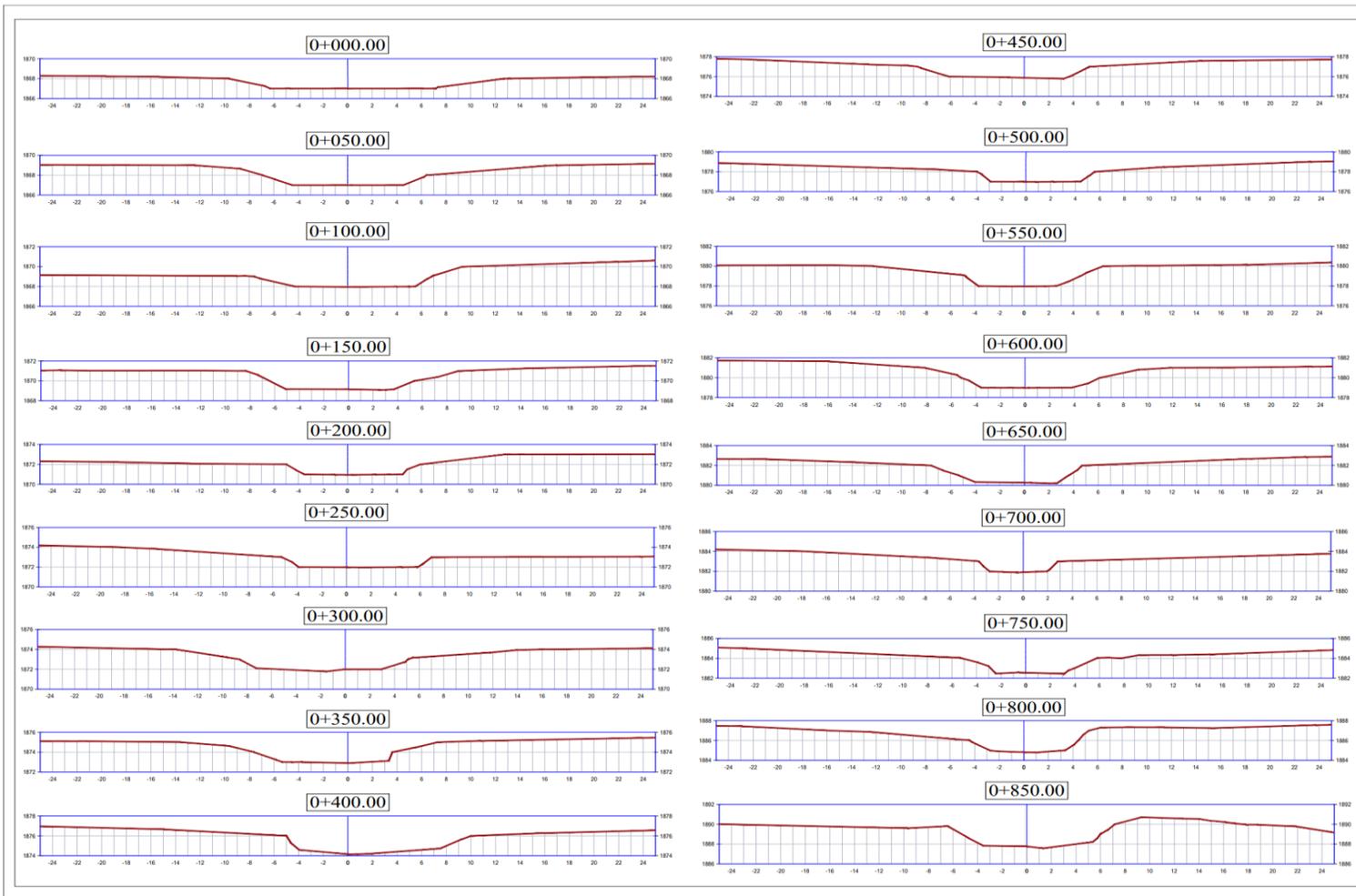


Figura 101

Plano topográfico de secciones de km 0+000 a km 0+850



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
 "MODELACION DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA DE JANCAO-AMARILIS-HUANUCO, 2024"

PST - 01
PLANO DE SECCION TRANSVERSAL

DATOS

TESISTA : Jefferson Hanover Rosas Noreña
 ESCALA : 1/2000
 DATUM : UTM-WGS84
 FECHA : 20/11/2024

UBICACION

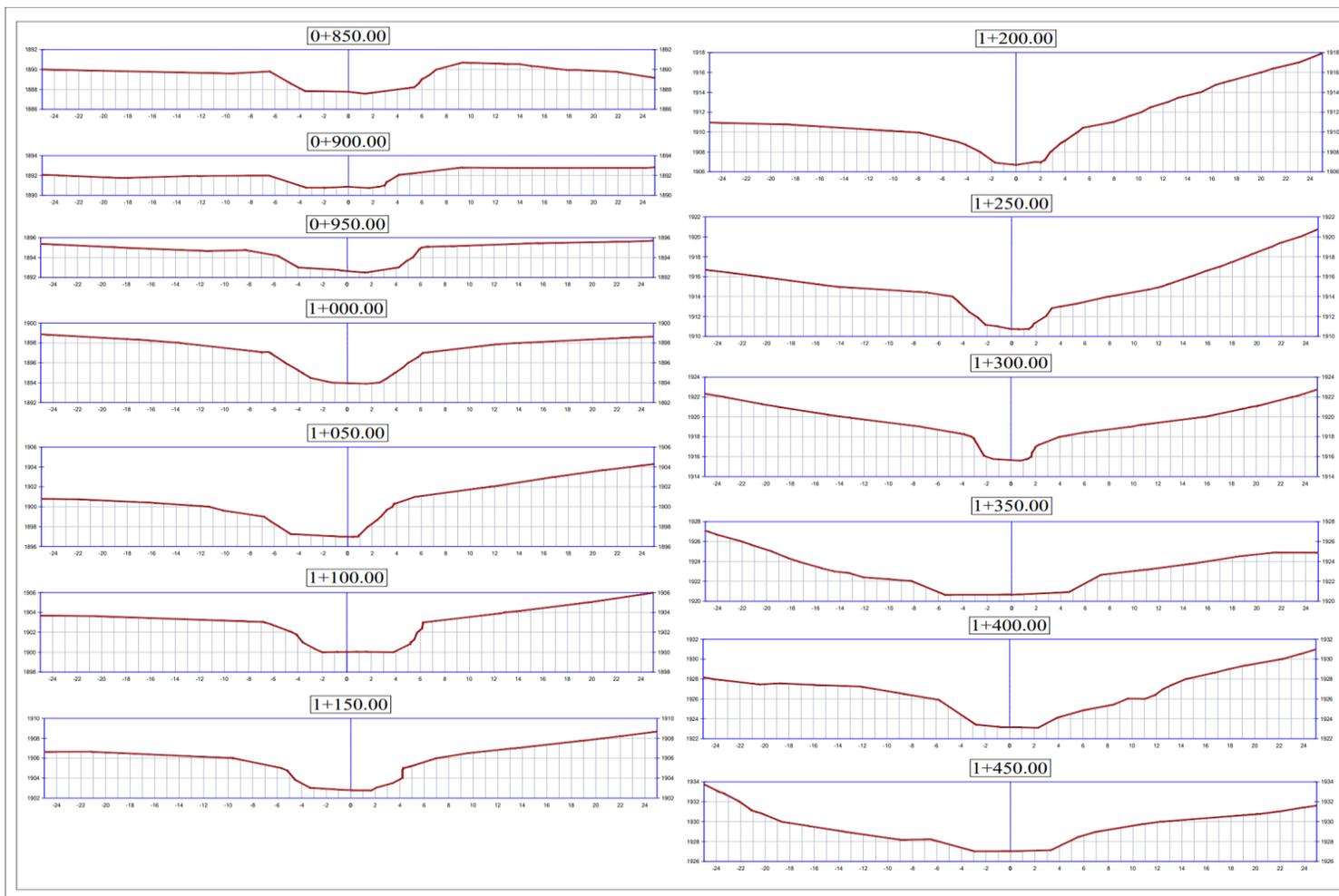
DEPARTAMENTO : HUANUCO
 PROVINCIA : HUANUCO
 DISTRITO : AMARILIS
 LOCALIDAD : JANCAO

SECCIONES TRANSVERSALES DEL KM 0+000 AL KM 0+850

SECCIONES TRANSVERSALES
 Escala: H=1/1000
 V=1/1000

Figura 102

Plano topográfico de secciones de 0+850 a km 1+450



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
 "MODELACION DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA DE JANCAO-AMARILIS-HUANUCO, 2024"

PST - 02
PLANO DE SECCION TRANSVERSAL

DATOS	
TESISTA :	Jefferson Hanover Rosas Noreña
ESCALA :	1/2000
DATUM :	UTM-WGS84
FECHA :	20/11/2024

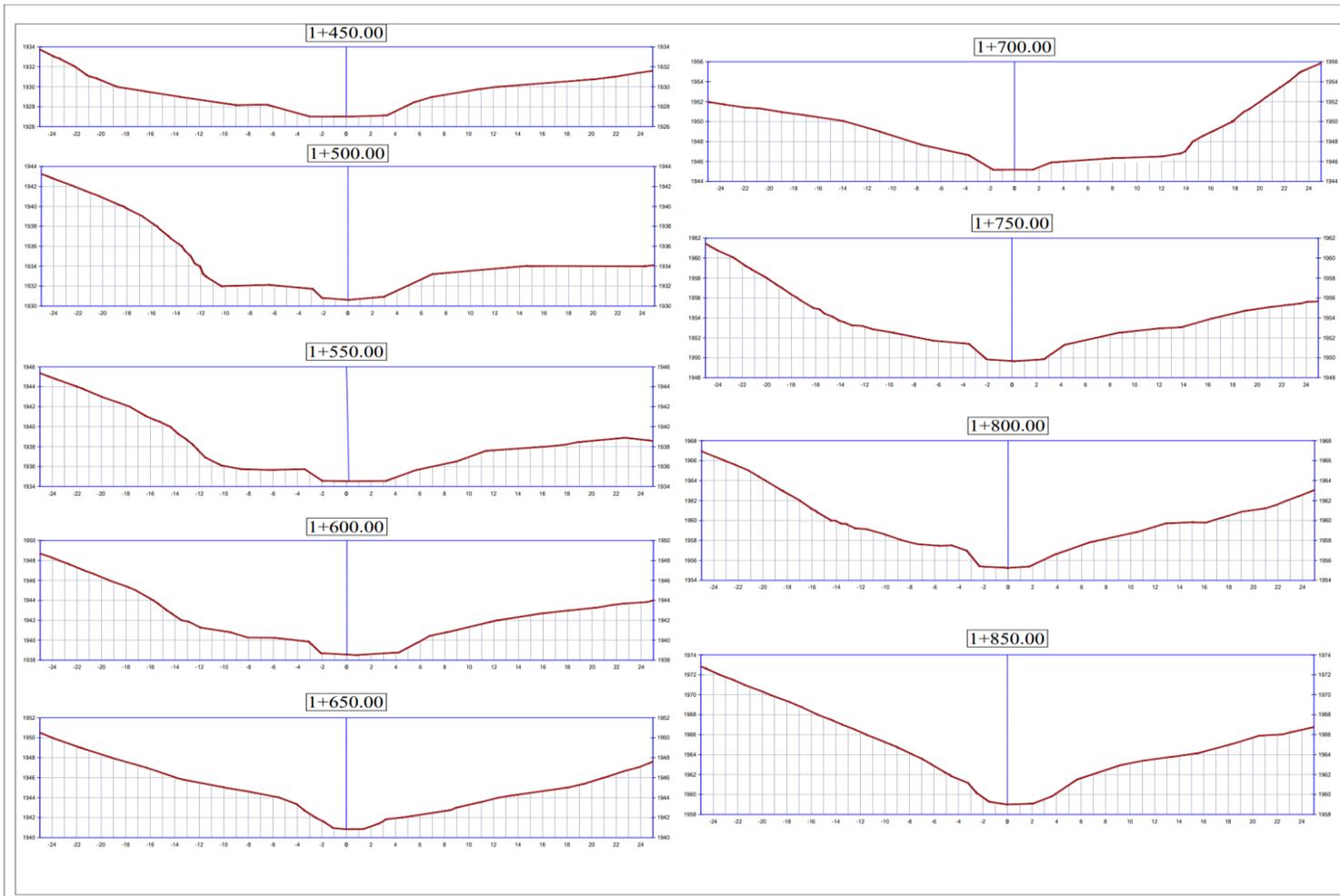
UBICACION	
DEPARTAMENTO :	HUANUCO
PROVINCIA :	HUANUCO
DISTRITO :	AMARILIS
LOCALIDAD :	JANCAO

SECCIONES TRANSVERSALES DEL KM 0+850 AL KM 1+450

SECCIONES TRANSVERSALES
 Escala: H=1/1000
 V=1/1000

Figura 103

Plano topográfico de secciones de km 1+450 a km 1+850



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
 "MODELACION DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA DE JANCAO-AMARILIS-HUANUCO, 2024"

PST - 03
 PLANO DE SECCION TRANSVERSAL

DATOS	
TESISTA :	Jefferson Hanover Rosas Noreña
ESCALA :	1/2000
DATUM :	UTM-WGS84
FECHA :	20/11/2024

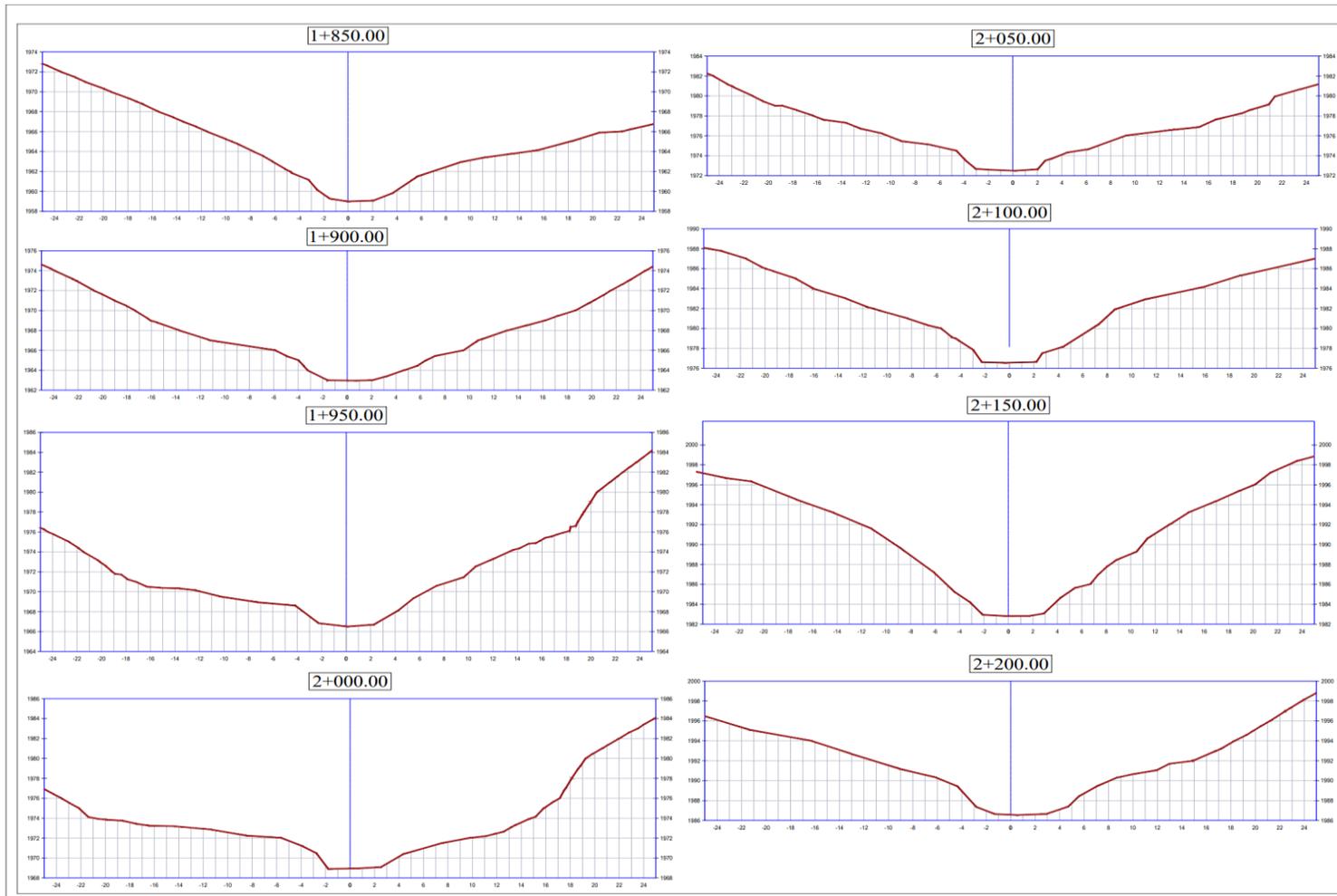
UBICACION	
DEPARTAMENTO :	HUANUCO
PROVINCIA :	HUANUCO
DISTRITO :	AMARILIS
LOCALIDAD :	JANCAO

SECCIONES TRANSVERSALES DEL KM 1+450 AL KM 1+850

SECCIONES TRANSVERSALES
 Escala: H=1/1000
 V=1/1000

Figura 104

Plano topográfico de secciones de km 1+850 a km 2+200



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
 "MODELACION DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA DE JANCAO-AMARILIS-HUANUCO, 2024"

PST - 04
PLANO DE SECCION TRANSVERSAL

DATOS	
TESISTA :	Jefferson Hanover Rosas Noreña
ESCALA :	1/2000
DATUM :	UTM-WGS84
FECHA :	20/11/2024

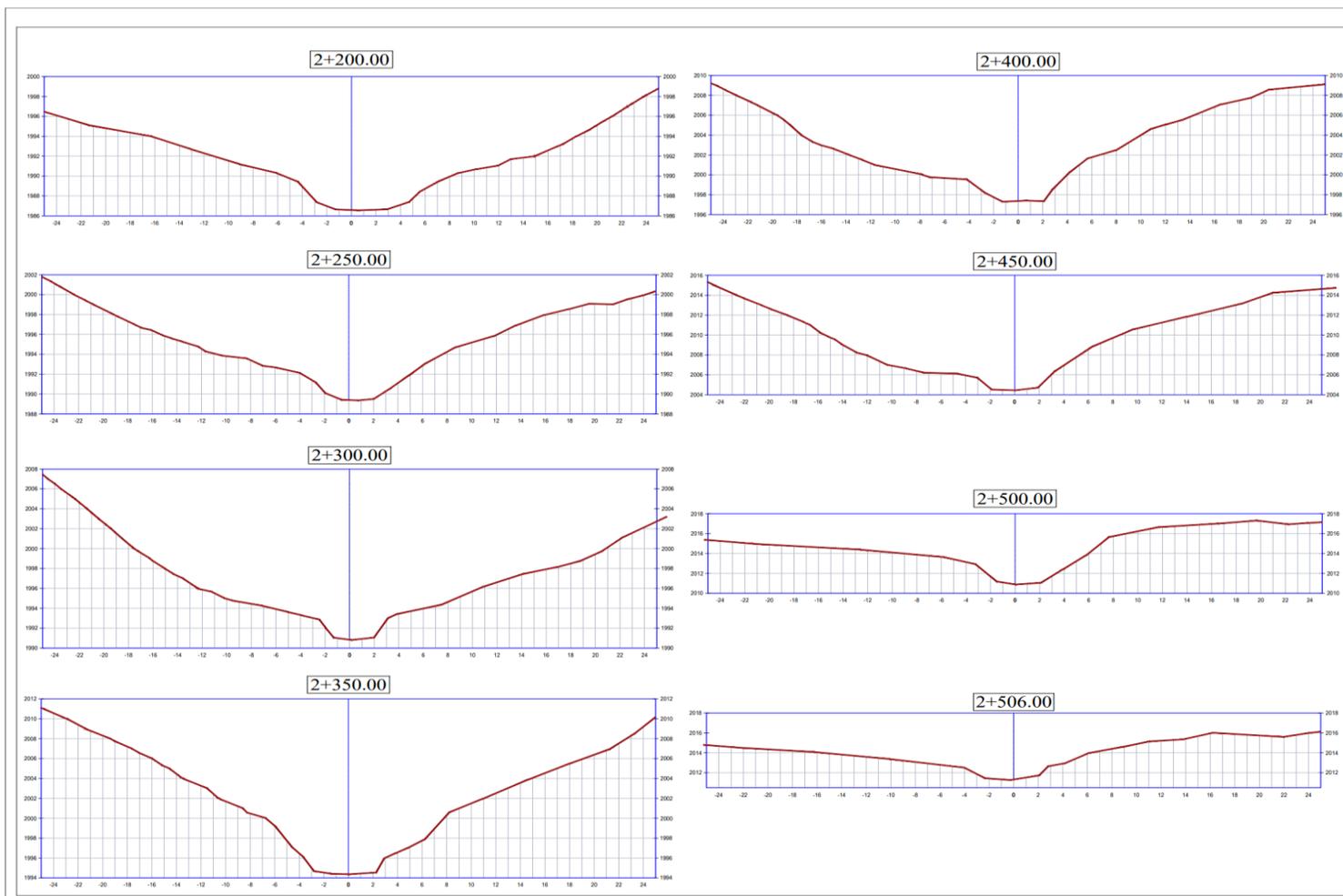
UBICACION	
DEPARTAMENTO :	HUANUCO
PROVINCIA :	HUANUCO
DISTRITO :	AMARILIS
LOCALIDAD :	JANCAO

SECCIONES TRANSVERSALES DEL KM 1+850 AL KM 2+200

SECCIONES TRANSVERSALES
 Escala: H-1/1000
 V-1/1000

Figura 105

Plano topográfico de secciones de km 2+200 a km 2+506



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:
 "MODELACION DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA DE JANCAO-AMARILIS-HUANUCO, 2024"

PST - 05
PLANO DE SECCION TRANSVERSAL

DATOS	
TESISTA :	Jefferson Hanover Rosas Noreña
ESCALA :	1/2000
DATUM :	UTM-WGS84
FECHA :	20/11/2024

UBICACION	
DEPARTAMENTO :	HUANUCO
PROVINCIA :	HUANUCO
DISTRITO :	AMARILIS
LOCALIDAD :	JANCAO

SECCIONES TRANSVERSALES DEL KM 2+200 AL KM 2+506

SECCIONES TRANSVERSALES
 Escala: H=1/1000
 V=1/1000

❖ Efecto relativo de las obstrucciones (n3)

Las obstrucciones aumentan su valor, ya que muchas veces es debido al origen del obstáculo. Dichas obstrucciones pueden ser los troncos de árbol, desechos de flujo, basuras o desmontes, Atascamientos, alcantarillas, Pilas de puentes y estructuras similares, también son consideradas como obstrucciones a los cantos rodados y piedras de gran tamaño. En la quebrada en estudio se tiene un efecto de las obstrucciones de tipo apreciable dando un valor n 3 de 0.025.

Figura 106

Efecto relativo de las obstrucciones



Nota. Se observa en la parte baja presencia de basura y en la parte media y alta presencia de bolonería y rocas grandes dando un efecto relativo de las obstrucciones de tipo apreciable.

❖ Vegetación (n4)

El efecto de retardo que causa la vegetación podría contemplarse como una rugosidad superficial, pero esto depende del alto, su densidad, y la clase de vegetación ya que es relevante en el diseño de canales chicos de drenaje. La vegetación presente en la quebrada en estudio a lo largo del cauce es de tipo Medio en la parte baja y media y de tipo Alto en la parte alta de la quebrada, obteniendo un valor n 4 de 0.025.

Figura 107

Vegetación en la parte baja y media de la quebrada



Nota. Se muestra una vegetación de tipo medio a lo largo del fondo del cauce, donde la profundidad del flujo es una o dos veces el alto de la vegetación presente en el fondo del cauce.

Figura 108

Vegetación en la parte alta de la quebrada



Nota. Se observa en la parte alta de la quebrada una vegetación de tipo Alto a lo largo del fondo del cauce.

❖ **Grado de los efectos por meandros (m5)**

Representa el grado de sinuosidad de la curva a lo largo de su eje de la ribera. Cuando las curvas son suaves con radios grandes se producirán valores de n relativamente bajos, y las curvas bruscas producirán un aumento en el valor de n. en la quebrada en estudio se tiene un bajo grado de sinuosidad obtiene un valor m 5 de 1.00.

Figura 109

Descripción del grado de sinuosidad de la quebrada Jancao



Nota. Se observa un grado de sinuosidad menor por efecto de los meandros.

Tabla 90

Resumen de rugosidad del cauce estimado por el método de Cowan

Condiciones		Coficiente	Valor
Material involucrado	Grava gruesa	n 0	0.028
Grado de irregularidad	Menor	n 1	0.005
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n 2	0.000
Efecto relativo de las obstrucciones	Apreciable	n 3	0.025
Vegetación	Media	n 4	0.025
Grado de los efectos por meandros	Menor	m 5	1.000

$$n=(n_0+n_1+n_2+n_3+n_4)m_5$$

$$n = (0.028 + 0.010 + 0.000 + 0.015 + 0.025)1.000$$

$$n \text{ (Cowan)} = 0.083$$

✓ **Cálculo de la rugosidad por formulas empíricas**

se usó fórmulas empíricas propuestas por diferentes autores que permitieron calcular el coeficiente de rugosidad, haciendo uso de la granulometría del cauce.

Tabla 91

Parámetros granulométricos del cauce de la quebrada Jancao

Diámetros característicos del cauce						
Diámetro	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5	C - 6
d 50 (mm)	4.22	3.94	4.21	4.01	4.40	4.25
d 90 (mm)	25.14	51.13	27.98	26.84	27.22	28.56

Para poder obtener un valor que represente el diámetro característico d50 y d90 a lo largo de todo el cauce de la quebrada Jancao se promedió los valores obtenidos de cada calicata dando un valor de

- para un d 50 = 4.17 mm
- para un d 90 = 31.15 mm

Las siguientes formulas empíricas usados son:

❖ **Formula de Chang**

$$n=0.052(d50)^{\frac{1}{5}}$$

❖ **Formula de V. M. Makavieiev y A.V.Karaushev**

$$n=0.093(d50)^{\frac{1}{5}}$$

❖ **Formula de M.A. Mostkov**

$$n=0.049(d50)^{\frac{1}{5}}$$

❖ **Formula de Lacey**

$$n=0.048(d50)^{\frac{1}{5}}$$

❖ **Formula de M. Pirkovski**

$$n=0.25+0.1(d50)$$

❖ **Formula de Meyer – Peter&Muller (1948)**

$$n=0.038(d90)^{\frac{1}{5}}$$

❖ **Formula de Bray (1979)**

$$n=0.0593(d50)^{0.179}$$

Tabla 92

Rugosidad del cauce estimado por fórmulas empíricas

Formula	k	d	Rugosidad (n)
Chang	0.052	d 50	0.0208
V. M. Makavieiev y A.V. Karaushev	0.093	d 50	0.0373
M.A. Mostkov	0.049	d 50	0.0197
Lacey	0.048	d 50	0.0193
M. Pirkovski		d 50	0.0250
Meyer – Peter&Muller (1948)	0.038	d 90	0.0213
Bray (1979)	0.0593	d 50	0.0222

Después de promediar los diferentes resultados se obtiene el coeficiente de rugosidad empírico.

$$n \text{ (Empírico)} = 0.024$$

Tabla 93

Rugosidades del cauce de la quebrada de Jancao estimado por diferentes métodos

Método de Calculo	Valor (n)
Método de Cowan	0.083
Formulas Empíricas	0.024

✓ Coeficiente de rugosidad en la llanura de inundación

Se elaboró un mapa con la clasificación de diferentes tipos de zonas de uso del lugar de estudio.

Tabla 94

Coeficientes de rugosidad en zonas de planicie de inundación

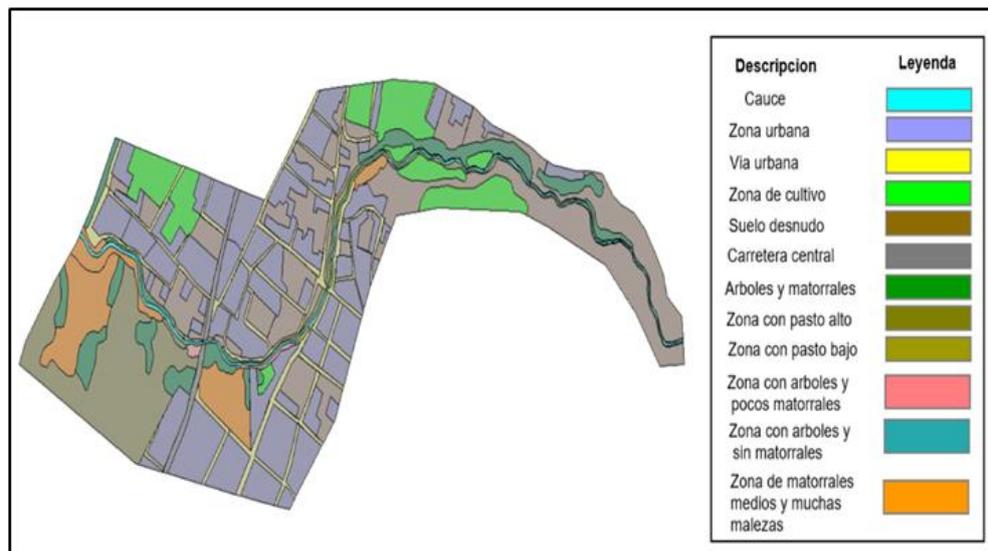
Uso de Suelo	Valor (n)
Cauce	0.083
Zona urbana	0.100
Vía urbana	0.025
Zona de cultivo	0.050
Suelo desnudo	0.040
Carretera central	0.016
Árboles y matorrales	0.070
Zona con pasto alto	0.050
Zona con pasto bajo	0.035
Zona con árboles y pocos matorrales	0.080
Zona con árboles sin matorrales	0.050
Zona de matorrales medios y muchas malezas	0.160

Fuente: Elaboración en base a la Tabla de rugosidad de Ven To Chow

El suelo se clasificó en 12 grupos, lo cual fueron trazados con ayuda de una ortofoto de la zona de trabajo y planteada con varios colores.

Figura 110

Mapa de uso de suelos



Nota. Se observa la clasificación de la zona en estudio.

Figura 111

Mapa de uso de suelos y cobertura vegetal

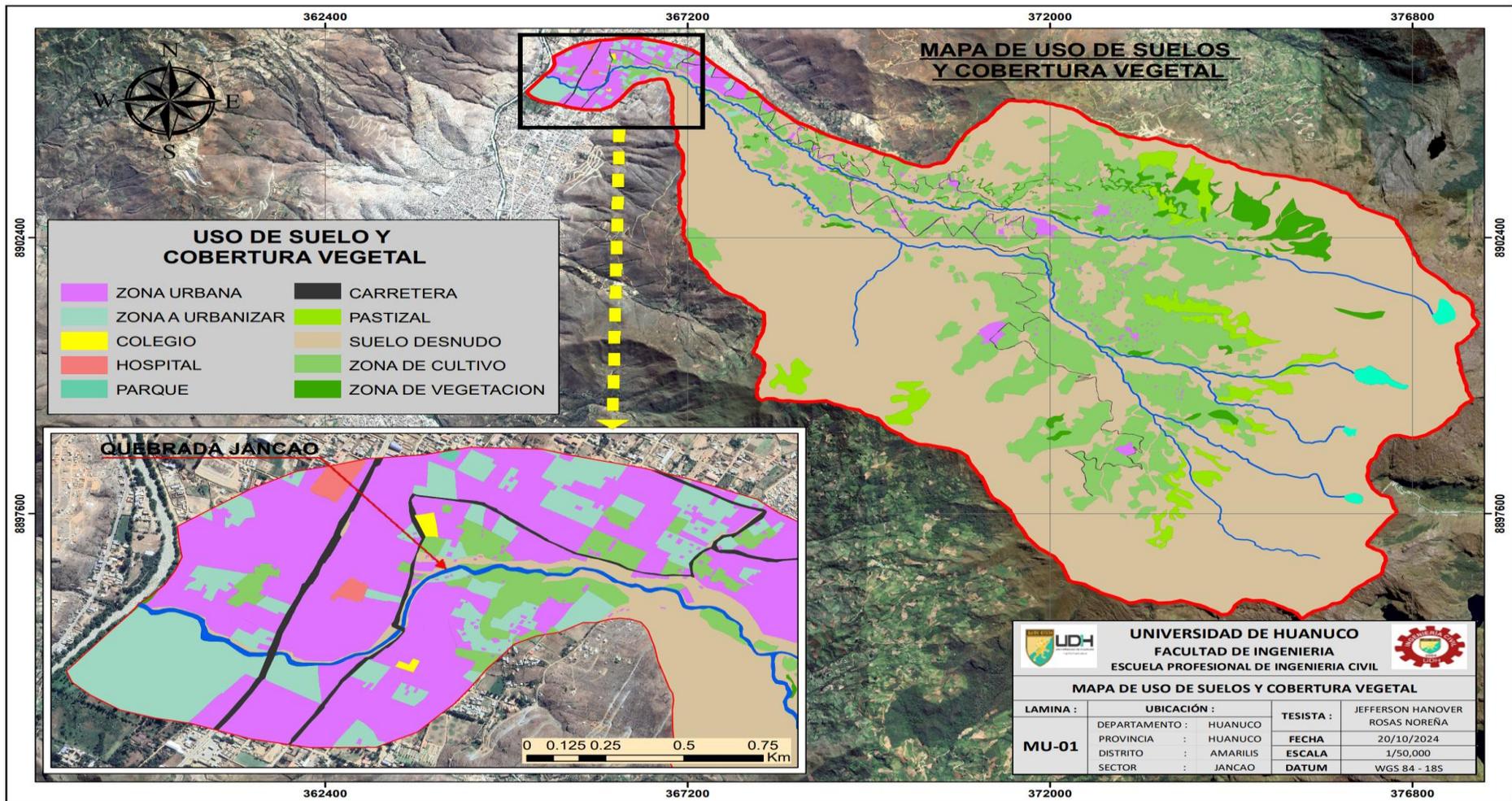


Figura 112

Mapa de elementos expuestos a 25 años

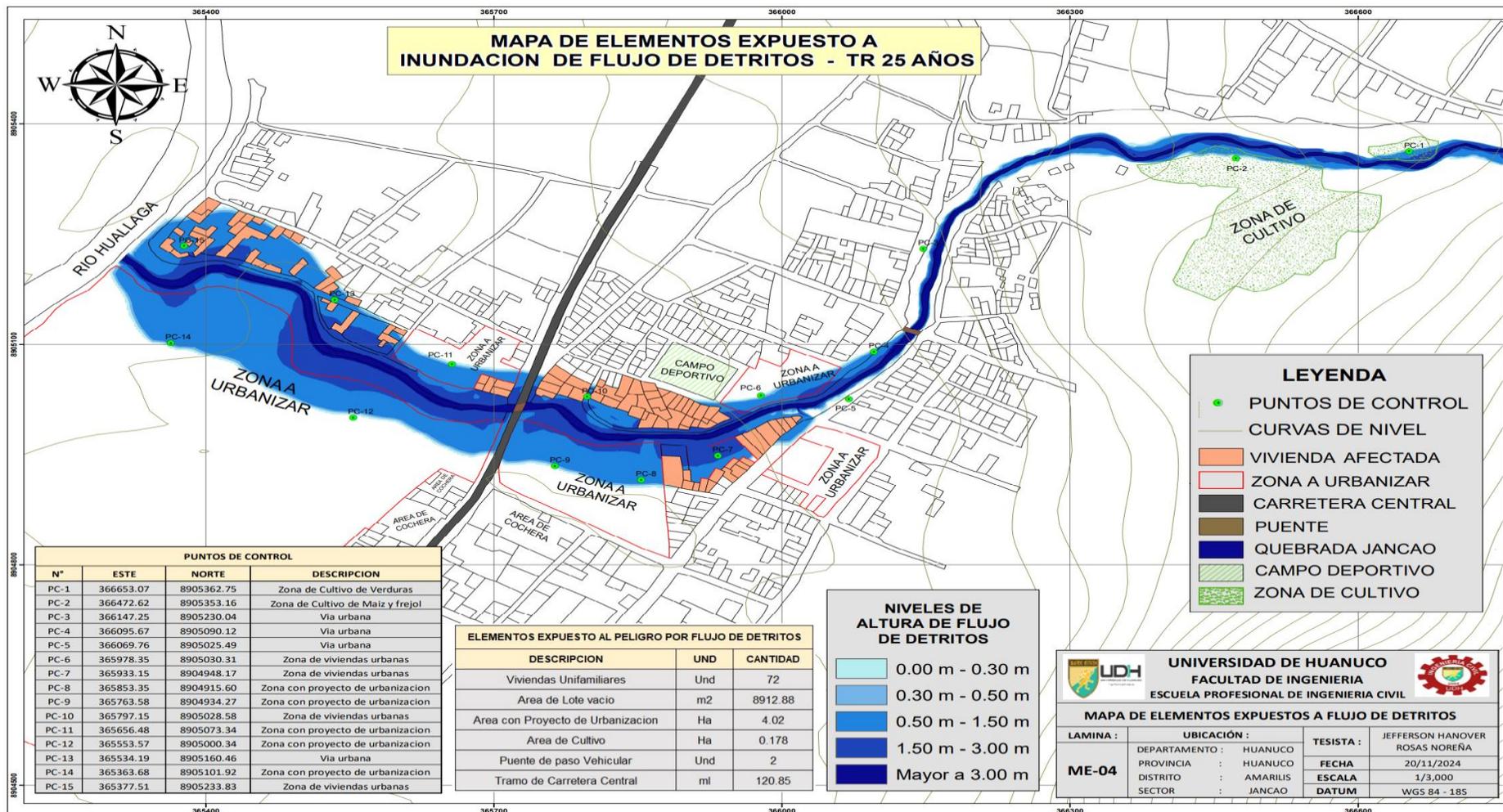


Figura 113

Mapa de elementos expuestos a 50 años

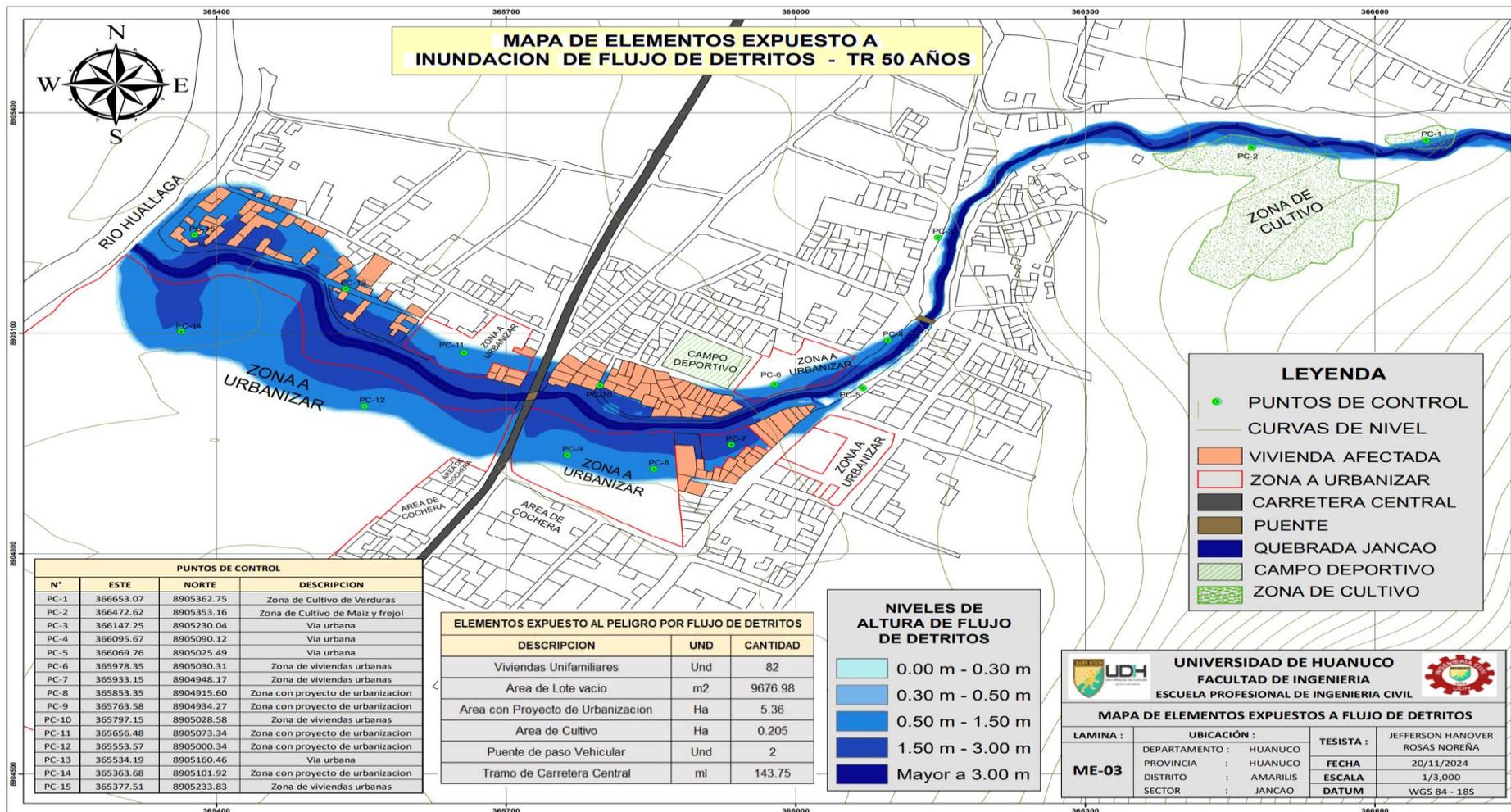


Figura 114

Mapa de elementos expuestos a 100 años

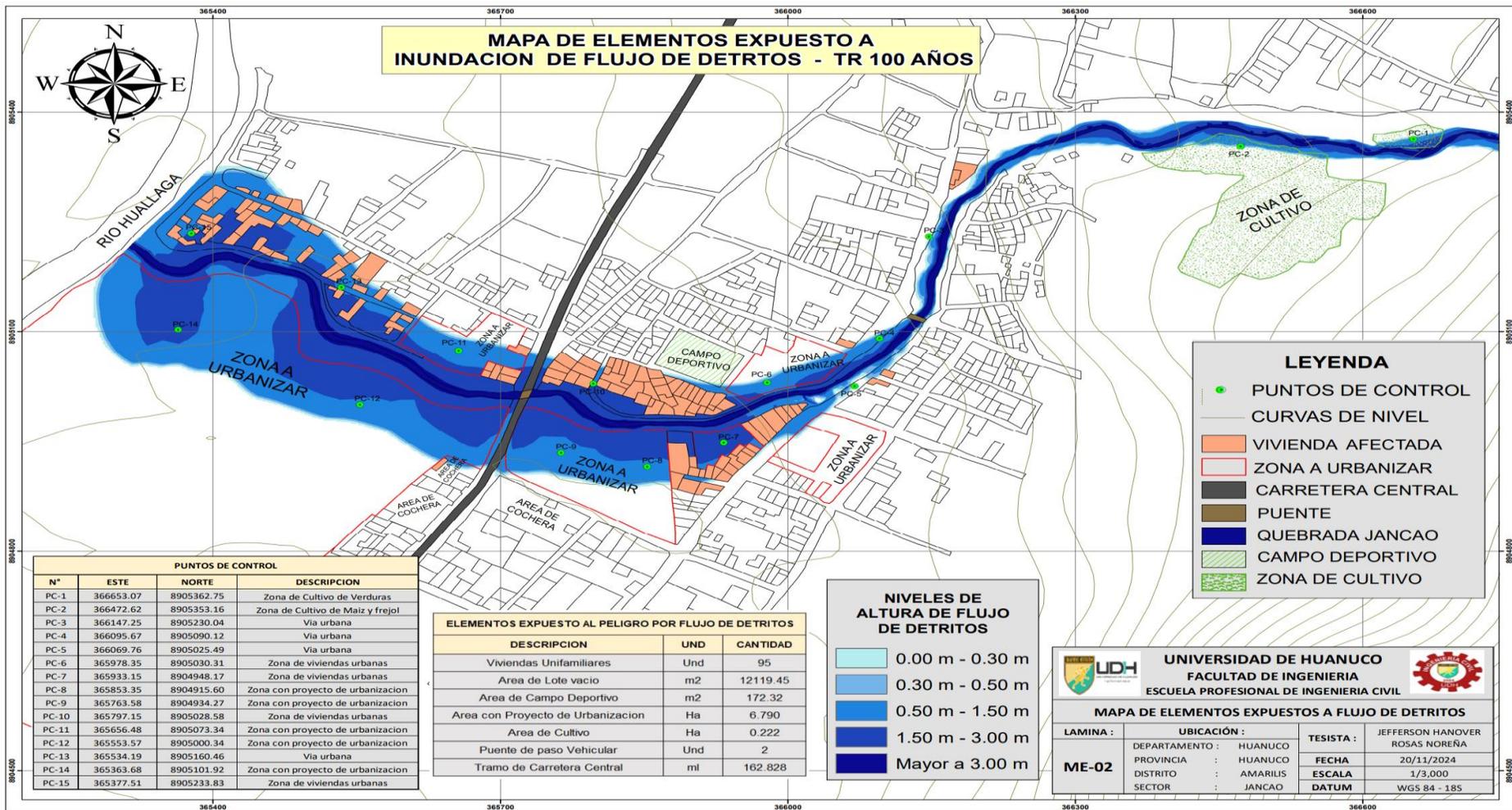


Figura 115

Mapa de elementos expuestos a 500 años

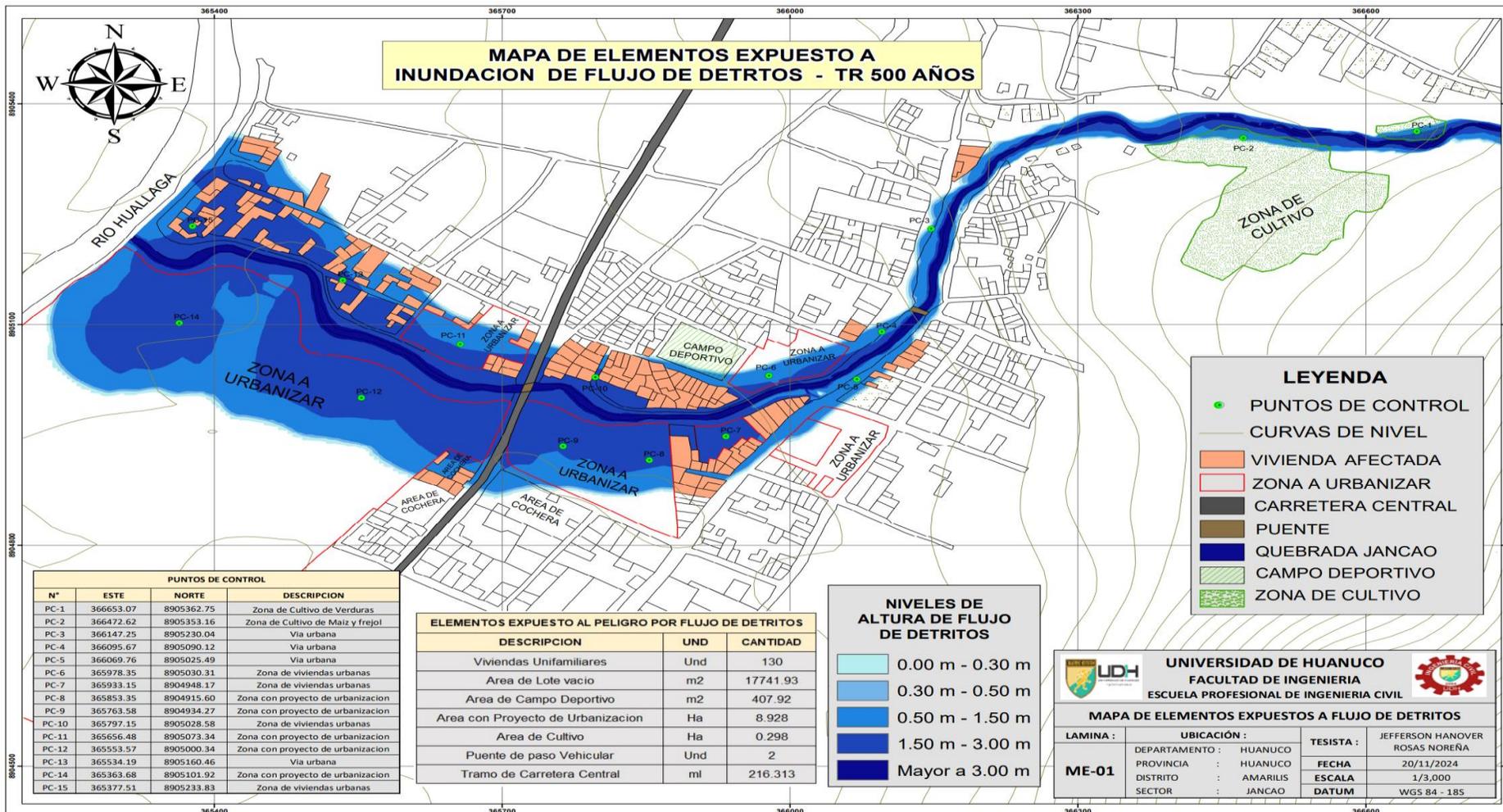


Tabla 95*Análisis de datos cruzados HE 3*

		Nivel de peligrosidad en la quebrada de Jancao			
		Muy alto	Alto	Media	Bajo
Coeficiente de rugosidad	Si	4	0	0	0
	No	0	0	0	0
Total		4	00	0	0

Tabla 96*Relación de Pearson HE 3*

	Valor	Significación asintótica (bilateral)
Razón de Pearson	,291 ^a	,021
Asociación lineal por lineal	,157	,471
N de casos válidos	4	

Interpretación

Evaluando el resultado se observa que la significancia es menor de 0.05 ($0.021 < 0.05$); por la cual se toma la hipótesis alterna y se excluye la hipótesis nula, llegando a la conclusión que el coeficiente de rugosidad que influirá en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024, será diferente de 0.045μ . Siendo el valor de rugosidad de 0.083μ el indicado para realizar el modelado de flujo de detritos.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Finalizando los estudios, las pruebas en laboratorio y después de hacer el modelado del movimiento de detritos, los resultados obtenidos demuestran que el modelado de masas de detritos es significativa para definir el grado de peligrosidad de la quebrada de Jancao, demostrando que en los períodos de análisis tanto de 25, 50, 100 y 500 años la población está expuesta al nivel de peligrosidad alta tal como demuestra nuestros resultados los mapas desarrollados; de la misma manera nuestros resultados concuerdan con De la Cruz (2021) donde se obtuvo los siguientes resultados de identificación del peligro en la quebrada San Jerónimo, un nivel de peligrosidad muy alto para flujos de detritos, con un rango de $0.263 < P \leq 0.509$. El análisis de vulnerabilidad mostró un valor de 0.379, indicando que los 182 habitantes, 60 viviendas y 2 instituciones educativas tienen una vulnerabilidad muy alta ($0.260 \leq V < 0.503$); así mismo nuestro resultado concuerda con Huamán (2022) que al estudiar el riesgo en Otari obtuvo los resultados que las construcciones y la población están propensas al peligro por movimiento de detritos con un grado muy alto de $0.144 \leq P < 0.275$, con un grado alto $0.147 \leq V \leq 0.284$ y los otros en un grado medio $0.084 \leq V \leq 0.147$.

Al termino los estudios de hidrológico y el análisis de los puntos de control realizando el modelado del movimiento de detritos, se demuestra nuestros resultados obtenidos que la concentración volumétrica influye en el modelado de movimiento de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao, demostrando que en los períodos de análisis tanto de 25, 50, 100 y 500 años el valor de la Cv de 61% es el óptimo ya que es el que más influye en el modelamiento; de la misma manera nuestros resultados concuerdan con Casallas (2022) que al utilizar las herramientas GIS y el procesamiento digital de imágenes, obtuvo como resultados un flujo de acumulación entre 0 y 580.624 m³, analizando acorde a la realidad se estudió en intervalos entre los 500 y 1.500, delimitando así el estudio a deslizamientos que conllevaría a fallas de taludes y del terreno ocasionando así una peligrosidad muy alta; también concuerda nuestro resultado con Fallas (2020)

que al estudiar la amenaza por movimientos en masa en la cuenca de Zapoteca, dando como resultados la localización de 127 deslizamientos en un área de 0.96 km² provocado por el huracán Otto, también se generaron una concentración volumétrica de que van de 45% a 55% por lo que con estos resultados se tuvo una buena calibración del modelo debido a que en campo las alturas de inundación concuerdan con las alturas del modelo generado.

Al acabar estudio de mecánica de suelos de las 06 calicatas realizado de manera estratégica y posteriormente realizando el modelado del movimiento de detritos, se demuestra nuestros valores obtenidos del diámetro representativo de las partículas influye en el modelado de movimiento de detritos para el análisis de peligrosidad de la ribera de Jancao, demostrando que en los períodos de análisis tanto de 25, 50, 100 y 500 años el valor promedio del diámetro representativo es de 11.21 mm que es el indicado para realizar la modelación y análisis de flujo de detritos; este resultado concuerda con Santiago (2023) que al determinar los comienzos de lluvias y pronóstico del movimiento de detritos en la rivera Rosayoc/Batán, donde obtuvo los resultado mediante la comparación determino que la lluvia acumulada detonante (LA 1) de 5 y 18 días; igualmente, se calculó los umbrales mínimos LA 2 de 5 y 7 días, en condiciones húmedas (AMCIII) del suelo para los periodos de retorno (TR) de 15 y 25 años, demostrando que los más catastróficos son la lluvia acumulada (LA 1) de 18 días y LA 2 de 5 días comparados con los umbrales mínimos de lluvia acumulada (LA 1) de 5 días y LA 2 de 7 días respectivamente, concluyendo que en la zona baja de la rivera se hallan los rangos muy alto y alto; en la parte media, se hallan los niveles alto y medio; y en la parte alta, se calculó una peligrosidad alta.; de la misma manera nuestro resultado concuerda con Reategui (2023) que al demostrar que la red de prevención temprana ante el movimiento de detritos influye en la participación inicial de la población, obtuvo los resultados que si influye positivamente en la reacción de la población, que después de la implementación de este sistema la población tiene más conocimiento y está más concientizado con los riesgos y peligros que podría originar el flujo de detritos.

Al terminar el estudio topográfico del tramo de la quebrada de Jancao de 2.506 km, para ver las secciones y las pendientes así como las condiciones de análisis del coeficiente de rugosidad para el posterior modelado del flujo de detritos, se demuestran nuestros resultados obtenidos que el coeficiente de rugosidad influirá en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao, demostrando que en los períodos de análisis tanto de 25, 50, 100 y 500 años el valor del coeficiente de rugosidad es de 0.083 que es el indicado para realizar la modelación y análisis de flujo de detritos; este resultado concuerda con Salinas (2023) que al estudiar el modelo FLO – 2 D para la reducción de las masas de detritos, donde obtuvo los resultados del valor del área de estudio de 33.628 km², el perímetro 29.908 km, ancho medio 3.36 km, coeficiente de compacidad 1.454, factor de forma 4.877, lago de la rivera principal 9.979 km, coeficiente de torrencialidad 14.271, tiempo de demora movimiento de detritos 5.01 minutos.

También nuestro resultado concuerda con Arroyo y Campos (2020) que al evaluar la capacidad de respuesta de la población para enfrentar los desastres por flujos de masas en Matucana, tuvo como resultado que el análisis final arrojó un valor de 0.363, dentro del rango >0.260 , indicando un nivel muy alto de vulnerabilidad por flujo de detritos, ya que la población está expuesta a factores que afectan la salud, los bienes y el medio ambiente, además de tener recursos limitados, así mismo sus resultados mostraron un alto nivel de peligro (0.245), una vulnerabilidad muy alta (0.363) y un riesgo muy alto (0.089).

Así mismo nuestro resultado concuerda con Cerquera (2022) que al determinar el peligro de los flujos de escombros con un modelado cualitativo en la cuenca del Estakeka Creek, donde demuestra que su resultado del origen de la avalancha fue porque el cañón está en una zona geológica con materiales inestables, como clorita, filita y cuarzo, que están altamente fracturados y fallados, estos materiales, siendo rocas metamórficas, provocan la caída de grandes bloques en terrenos escarpados con pendientes pronunciadas a esto se sumó el análisis con sensores que la inestabilidad se

generó principalmente en la pendiente del canal, sin deslizamientos en otras áreas de la cuenca, lo que sugiere que está relacionada con procesos de erosión en el lecho del río.

CONCLUSIONES

En relación al objetivo general se logró determinar que el modelado del flujo de detritos influye de manera significativa en el nivel de peligrosidad de la quebrada de Jancao, esto logro demostrarse tras los períodos de análisis tanto de 25, 50, 100 y 500 años la población está expuesta al nivel de peligrosidad alta tal como se muestra los mapas desarrollados por cada uno de los periodos, concluyendo así que a través de simulaciones realizadas con herramientas de modelado numérico, se identificó que la intensidad, extensión y alcance de los flujos varían considerablemente según el periodo de retorno, evidenciando un mayor nivel de peligro en eventos de mayor recurrencia.

Los resultados subrayan la importancia del modelado de flujos como herramienta clave para la gestión del riesgo, permitiendo establecer zonas de amenaza, evaluar escenarios futuros y plantear medidas de mitigación adecuadas. Asimismo, se destaca que el enfoque utilizado ofrece una base científica firme para tomar decisiones en el ordenamiento territorial y la implementación de estrategias de prevención ante desastres.

Con respecto al objetivo específico 1, se determinó que la concentración volumétrica en el modelado del flujo de detritos influye de manera significativa en el nivel de peligrosidad de la quebrada de Jancao, esto logro demostrarse tras los períodos de análisis tanto de 25, 50, 100 y 500 años, donde un valor óptimo de Cv de 61%, ya que es el que más influye en el modelamiento de flujo de detritos para tener mayor precisión para la evaluación del nivel de peligrosidad de la quebrada de Jancao, concluyendo así que se evidenció que al aumentar la concentración volumétrica en el flujo, la intensidad y alcance del evento se incrementan, generando mayores niveles de amenaza en áreas previamente delimitadas. Este hallazgo es crucial, ya que demuestra que la variabilidad en la concentración volumétrica es un factor determinante para estimar la magnitud y severidad de los flujos, especialmente en escenarios de largo plazo. Los resultados obtenidos ofrecen métodos fundamentales para proyectar la mitigación y gestión del riesgo en el lugar de estudio, contribuyendo al diseño de estrategias más precisas y efectivas para la

reducción del impacto de estas ocurrencias naturales en la población y las infraestructuras.

Con respecto al objetivo específico 2, se determinó que el diámetro representativo en el modelado del flujo de detritos influye de manera significativa en el nivel de peligrosidad de la quebrada de Jancao, esto logro demostrarse en base a los resultados del estudio de Mecánica de suelos y tras los períodos de análisis tanto de 25, 50, 100 y 500 años, donde el valor del diámetro representativo de 11.21 mm es el indicado ya que es el que más influye en el modelamiento de flujo de detritos para tener mayor precisión para la evaluación del nivel de peligrosidad de la quebrada de Jancao, concluyendo así que a medida que el diámetro representativo del suelo varía, cambia la dinámica del flujo, afectando su velocidad, profundidad y alcance. Estas variaciones impactan directamente en la delimitación de las zonas de mayor riesgo, evidenciando la importancia de caracterizar adecuadamente los parámetros granulométricos del suelo en el modelado. Los resultados subrayan la necesidad de incorporar este parámetro en los estudios de peligrosidad para garantizar una estimación más precisa del riesgo, lo cual es fundamental para la implementación de estrategias de prevención y mitigación en áreas vulnerables.

Con respecto al objetivo específico 3, se determinó que el coeficiente de rugosidad en el modelado del flujo de detritos influye de manera significativa en el nivel de peligrosidad de la quebrada de Jancao, esto logro demostrarse tras los períodos de análisis tanto de 25, 50, 100 y 500 años, donde el valor del coeficiente de rugosidad de 0.083μ es el indicado ya que es el que más influye en el modelamiento de flujo de detritos para tener mayor precisión para la evaluación del nivel de peligrosidad de la quebrada de Jancao, concluyendo así que los resultados evidenciaron que los cambios en este parámetro modifican la dinámica del flujo de detritos, afectando su velocidad, espesor y extensión, lo que repercute en la delimitación de las zonas críticas de peligro.

RECOMENDACIONES

Es esencial realizar mediciones periódicas de la concentración volumétrica en el movimiento de flujo de detritos en la quebrada Jancao. Esto permitirá renovar los modelos y adaptar las proyecciones de peligrosidad en función de las variaciones naturales en el material transportado.

Implementar programas de monitoreo geotécnico para registrar cambios en el diámetro representativo del suelo, ya que este parámetro afecta directamente las características del flujo de detritos. Estas mediciones deben integrarse en modelos futuros para mejorar la precisión en la evaluación del riesgo.

Realizar inspecciones periódicas del talud para evaluar su coeficiente de rugosidad. Modificaciones en la cobertura vegetal o erosión del terreno pueden alterar este parámetro y, en consecuencia, la dinámica del flujo de detritos.

Optimizar los modelos computacionales utilizados para el análisis, incorporando software especializado que permita simular escenarios más complejos y considerar combinaciones de los parámetros estudiados.

Revisar y actualizar continuamente los periodos de análisis (25, 50, 100 y 500 años) para incorporar nuevos datos climáticos y geológicos que puedan influir en la frecuencia y magnitud de los eventos de flujo de detritos.

Integrar los valores obtenidos en los informes de análisis de riesgos locales. Esto incluye la actualización de mapas de peligrosidad y la delimitación de zonas críticas para establecer restricciones en la ocupación y uso del suelo.

Capacitar a los dirigentes locales y a las personas en la interpretación de los mapas de peligrosidad derivados del modelado. Esto ayudará a mejorar la preparación ante posibles eventos de flujo de detritos.

Evaluar la necesidad de reforzar o rediseñar la infraestructura existente, como diques o barreras, considerando los resultados del modelado que integran los parámetros de concentración volumétrica, diámetro representativo del suelo y rugosidad de la quebrada de estudio.

Ampliar la investigación hacia la evaluación de otros parámetros que puedan influir en el flujo de detritos, como la infiltración de agua en los taludes o los efectos de actividades humanas (deforestación o construcción) en la estabilidad de la quebrada.

Promover alianzas entre universidades, organismos locales e internacionales para intercambiar metodologías y enfoques en el modelado de flujo de detritos, garantizando la mejora continua de las herramientas empleadas en la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arata Bustamante, M. (2023). *Informe de evaluación de riesgos por el flujo de detritos de la quebrada utegmayo perteneciente a la localidad de la despensa, distrito de santamaria del valle, provincia de Huánuco departamento de Huánuco*. Santa Maria del Valle: CENEPRED. Obtenido de https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//16198_informe-de-evaluacion-de-riesgo-por-flujo-de-detritos-de-la-quebrada-utegmayo-perteneciente-a-la-localidad-de-la-despensa-distrito-de-santa-maria-del-.pdf
- Arroyo Flores, N. P., & Campos Piña, L. (2020). *Resiliencia de la población ante los desastres por flujo de detritos como consecuencia del cambio climático en Matucana, Huarochirí -2020 [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57595>
- Casallas Rojas, J. P. (2022). *Detección de posibles sitios inestables de taludes por medio de la técnica de acumulación de flujo apoyado en los sistemas de información geográfica, [Tesis Post-Grado, UNC]*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Manizales. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81755>
- Cerquera Pedraos, L. C. (2022). *Determinación de la amenaza por flujo de detritos en la cuenca de la quebrada Estaquecá, [Tesis Post-Grado, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito]*. ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO, Bogotá. Obtenido de <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/2121>
- Crozier, M., & Glade, T. (1999). *Frequency and magnitude of landsliding: fundamental research issues*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/279560452_Frequency_and_magnitude_of_landsliding_Fundamental_research_issues
- Crudem, D., & Varnes, D. (1993). *Landslides: INVESTIGATION AND MITIGATION*. Transportation Research Board. Obtenido de [https://scholar.google.com.pe/scholar?q=cruden+y+varnes+\(1996\)&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart](https://scholar.google.com.pe/scholar?q=cruden+y+varnes+(1996)&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart)

- De Guadalupe Masana García, M. M. (2015). Lima: NEVA STUDIO SAC. Obtenido de https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf
- De la Cuz Gurierrez, M. A. (2021). *Estimación de riesgos por flujos de detritos en la quebrada san jeronimo lunahuana - cañete*, [Tesis Pre-Grado, Universidad Nacional Federico Villareal]. Universidad Nacional Federico Villareal, Lima. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/5121/DELACRUZ%20MANUEL_TITULO%20PROFESIONAL_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Desastres, C. N. (2015). *MANUAL Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales 02 Versión*. CENEPRED, Lima. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.cenepred.gob.pe/web/wp-content/uploads/Guia_Manuales/Manual-Evaluacion-de-Riesgos_v2.pdf
- Desastres, C. N. (2023). *INFORME DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR FLUJO DE DETRITOS DE LA QUEBRADA UTEGMAYO, PERTENECIENTE A LA LOCALIDAD DE LA DESPENSA, DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE, PROVINCIA DE HUÁNUCO, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO*. Huánuco: CENEPRED. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//16198_informe-de-evaluacion-de-riesgo-por-flujo-de-detritos-de-la-quebrada-utegmayo-perteneciente-a-la-localidad-de-la-despensa-distrito-de-san
- Fallas Salazar, S. J. (2020). *Modelación y mapeo de flujo de lodos y detritos en la cuenca del río Zapote*. UNIVERSIDAD DE COSTA RICA, Costa Rica. Obtenido de <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/items/841e08c0-235f-4e26-a6f8-195d05118a65>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Mc Graw Hill Education.

- Huamán Laura, C. (2022). *Riesgo en el centro poblado Otari San Martín ante el peligro por flujo de detritos Pichari Cusco 2021*, [Tesis Pre-Grado, Universidad César Vallejo]. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, Lima. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/89225>
- Ingemmet, D. d. (2021). *EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA COCABAMBILLA*. Cusco: INGEMMET. Obtenido de chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.ingemmet.gob.pe/bitstream/20.500.12544/3105/1/A7140-Evaluacion_peligros_Cocabambilla-Cusco.pdf
- Keller, E. A. (2007). *Riesgos Naturales. procesos de la tierra*. Pearson Educación. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Riesgos_naturales_procesos_de_la_tierra/c63SMAAACAAJ?hl=es
- Lario Gómez, J., & Bardají Azcárate, T. (2016). *INTRODUCCIÓN A LOS RIESGOS GEOLÓGICOS*. Madrid: UNED. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/INTRODUCCI%C3%93N_A_LOS_RIESGOS_GEOL%C3%93GICOS/_WgYDgAAQBAJ?hl=es&bpv=0
- MINERÍA, S. N. (2007). *MOVIMIENTOS EN MASA EN LA REGIÓN ANDINA: UNA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE AMENAZAS*. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2212/doc2212-contenido.pdf>
- Oldrich Hungr, S. (2004). *Entrainment of debris in rock avalanches: An analysis of a long run-out mechanism*. Obtenido de <https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/gsabulletin/article-abstract/116/9-10/1240/2122/Entrainment-of-debris-in-rock-avalanches-An>
- Reategui Díaz, V. B. (2023). *Sistema de alerta temprana ante flujo de detritos en la intervención inicial de la población del centro poblado 16 de Noviembre, Ambo - Huánuco -2022*, [Tesis Pre-Grado, UDH]. UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO, Huánuco. Obtenido de chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12345/1/Sistema_de_alerta_temprana_ante_flujo_de_detritos_en_la_intervencion_inicial_de_la_poblacion_del_centro_poblado_16_de_noviembre_ambo_huanuco_2022.pdf

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://core.ac.uk/download/595809705.pdf

Salinas Infante, L. E. (2023). *Análisis de mitigación aplicando el modelo FLO – 2d del flujo de detritos de la quebrada Huamanpari, en el sector 7 de noviembre y el porvenir del distrito y provincia de Ambo – Huánuco 2020, [Tesis Pre-Grado, UDH].* Universidad de Huánuco, Huánuco. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/4316>

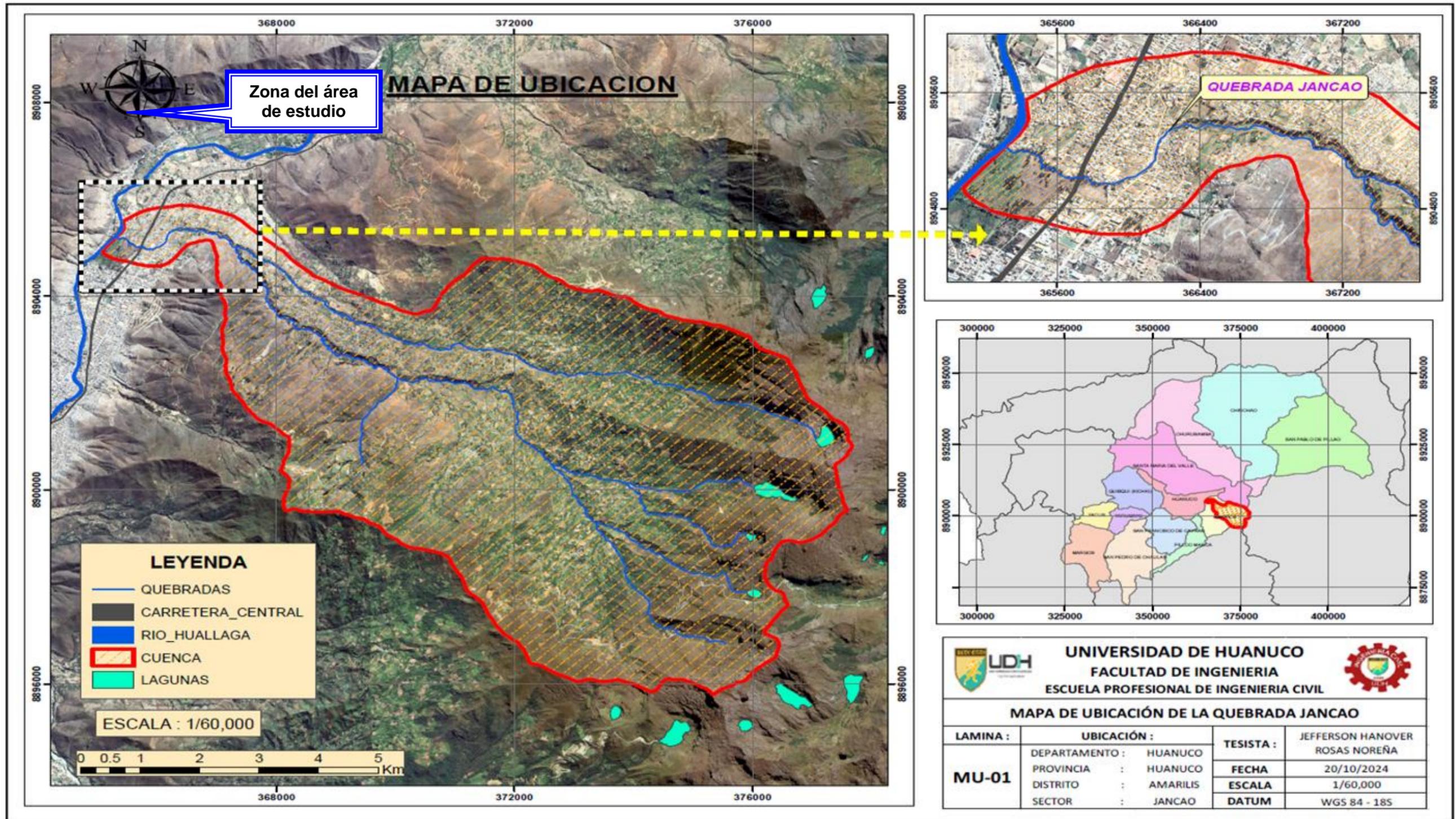
Santiago Torres, E. M. (2023). *Umbrales de precipitación de lluvia como factor detonante, para el seguimiento y pronóstico, de movimientos de flujo de detritos en la quebrada rosayoc/batán – Distrito de San Rafael - Provincia de Ambo – departamento de Huánuco, [Tesis PreGrado, UNHEVAL].* Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Huánuco. Obtenido de <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/8573?show=full>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACION

Rosa Noreña, J. H. (2025). *Modelación del flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024.* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. url: <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1
MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



ANEXO 2

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA DE JANCAO-AMARILIS-HUÁNUCO, 2024

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿Cuál es la influencia del modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS: •¿Cuál es la concentración volumétrica que influye en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024? •¿Cuál es el diámetro representativo de las partículas que influye en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco,2024? • ¿Cuál es el coeficiente de rugosidad que influye en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Determinar la influencia del modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS: •Determinar la concentración volumétrica que influye en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024. •Determinar el diámetro representativo de las partículas que influye en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco,2024. •Determinar el coeficiente de rugosidad que influye en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco,2024.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL: La influencia del modelado de flujo de detritos será significativa para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICA: •La concentración volumétrica que influirá en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024, será de 55%. •El diámetro representativo de las partículas que influirá en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco,2024, será de 25 mm. • El coeficiente de rugosidad que influirá en el modelado de flujo de detritos para el análisis de peligrosidad de la quebrada de Jancao-Amarilis-Huánuco, 2024, será de 0.045 μ".</p>	<p>Variable independiente: Flujo de detritos</p> <p>Variable dependiente: Nivel de peligrosidad</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</p> <p>ENFOQUE: Cuantitativo</p> <p>ALCANCE: Correlacional</p> <p>DISEÑO: No experimental</p> <p>POBLACION: El área de estudio de 63.60 km² (6360.62 hectáreas)</p> <p>MUESTRA: La zona de estudio será la quebrada Jancao, que tiene una longitud del tramo de 2.506 km</p>



CONTENIDO DE HUMEDAD

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD		
NORMA	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	13/09/2024
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	13/09/2024

AGREGADO FINO

ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)			
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)			
C	Peso Tara más muestra Seca (g)			
D	Peso muestra Húmeda - Ph (g), $D = B - A$			
E	Peso muestra Seca - Ps (g), $E = C - A$			
F	Peso del Agua (g), $F = B - C$			
G	Contenido de Humedad (W%) $= \frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$			
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)				

AGREGADO GRUESO

ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)			
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)			
C	Peso Tara más muestra Seca (g)			
D	Peso muestra Húmeda - Ph (g), $D = B - A$			
E	Peso muestra Seca - Ps (g), $E = C - A$			
F	Peso del Agua (g), $F = B - C$			
G	Contenido de Humedad (W%) $= \frac{Ph - Ps}{Ps} \cdot 100$			
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)				



GRANULOMETRÍA

ENSAYO	GRANULOMETRÍA		
NORMA	MTC E204 / ASTM C136 / NTP 400.012		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	13/09/2024
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	13/09/2024

AGREGADO GRUESO		PESO MUESTRA SECA, W _s (gr)			5,000.00 gr	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	
(pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	GRAVA	ESPECIFICACIÓN
1 1/2"	37.50					
1"	25.00					
3/4"	19.00					
1/2"	12.50					
3/8"	9.50					
N° 4	4.75					
N° 8	2.36					
N° 16	1.18					
N° 30	0.60					
FONDO						
		0.00	0.00			

Error:

Módulo de Finura Agregado Grueso	2.00
$M.F. = \frac{\%ret. Acum\ malla(N^{\circ}1\ 1/2" + N^{\circ}3/4" + N^{\circ}3/8" + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$	

Tamaño Máximo Nominal Agregado Grueso	
<i>"Está dado por la abertura de la malla inmediata superior a la que retiene el 15% acumulado, o más del agregado grueso tamizado"</i>	



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)	< 1/2"		Volumen Molde	0.01000 m ³
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso del Molde + AF Compactado	kg				
B	Peso del Molde	kg				
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	kg				
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	kg/m ³				
E	Peso del Molde + AF Suelto	kg				
F	Peso del AF Suelto, F = E - B	kg				
G	PESO UNITARIO SUELTO G = F / Vol. Molde	kg/m ³				

Diámetro del Cilindro Metálico	23.00 cm
Altura del Cilindro Metálico	24.08 cm

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)	3/4"		Volumen Molde	0.01000 m ³
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	kg				
B	Peso del Molde	kg				
C	Peso del AG Compactado, C = A - B	kg				
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	kg/m ³				
E	Peso del Molde + AG Suelto	kg				
F	Peso del AG Suelto, F = E - B	kg				
G	PESO UNITARIO SUELTO G = F / Vol. Molde	kg/m ³				

ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS

ENSAYO	ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS		
NORMA	MTC E207 / ASTM C131 / NTP 400.019		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	

ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso muestra total	gr				
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr				
C	DESGASTE A LA ABRASIÓN LOS ÁNGELES C = [(A - B) / A]*100	%				

ANEXO 4

RESULTADOS DE LABORATORIO



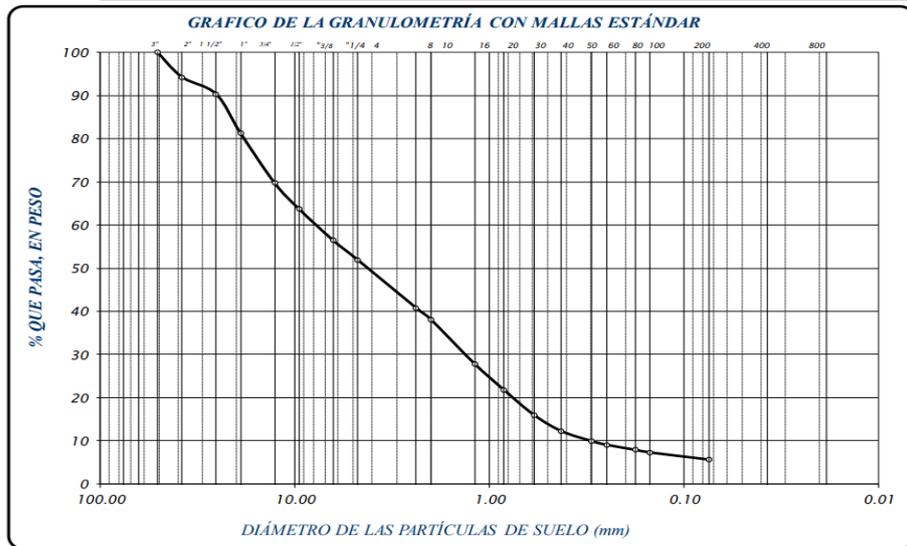
MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024
UBICACIÓN : AMARILIS - HUÁNUCO
SOLICITA : JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA
CALICATA : C-1
FECHA : OCTUBRE DEL 2024

		TAMIZ	DÍAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO			
		Nº	(mm)					muestra húmeda (mb)	muestra seca (ms)	peso de la tara (ps)	
		3"	76.200					5496	5362	266	
FRACCIÓN GRUESA	GRUESA	2 1/2"	63.500					DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
		2"	50.800				100.00	Material suelo de partículas gruesas equivalente a:			
	ARENOSA	1 1/2"	38.100	292.0	5.73	5.73	94.27	94.41%			
		1"	25.400	201.0	3.94	9.67	90.33	LÍMITES DE CONSISTENCIA			
		3/4"	19.050	460.0	9.03	18.70	81.30	Límite Líquido	=	N.P.	
		1/2"	12.700	591.0	11.60	30.30	69.70	Límite Plástico	=	N.P.	
	FRACCIÓN FINA	FINA	3/8"	9.525	306.0	6.00	36.30	63.70	Índice Plástico	=	N.P.
			1/4"	6.350	372.0	7.30	43.60	56.40	D ₅₀ (Diámetro efectivo)	=	7.91 mm
		ARENAS GRUESAS	No 4	4.760	228.0	4.47	48.08	51.92	D ₃₀ (Diámetro efectivo)	=	1.40 mm
			No 8	2.380	508.0	11.15	59.22	40.78	D ₁₀ (Diámetro efectivo)	=	0.30 mm
FRACCIÓN FINA		MEDIAS	No 10	2.000	136.0	2.67	61.89	38.11	Coefficiente de Curvatura	=	26.25
			No 16	1.190	525.0	10.30	72.19	27.81	Coefficiente de Uniformidad	=	0.82
		FINA	No 20	0.840	309.0	6.06	78.26	21.74	CLASIFICACION		
			No 30	0.590	294.0	5.77	84.03	15.97	SUCS	:	GP - GM
			No 40	0.426	192.0	3.77	87.79	12.21	AASHTO	:	A-1-a (0)
			No 50	0.297	119.0	2.34	90.13	9.87	OBSERVACIONES		
	No 60		0.250	43.0	0.84	90.97	9.03	% de grava	=	48.08%	
	No 80		0.177	60.0	1.18	92.15	7.85	% de arena	=	46.33%	
No 100	0.149	31.0	0.61	92.76	7.24	% de limo y arcilla	=	5.59%			
No 200	0.074	84.0	1.65	94.41	5.59	% de humedad	=	2.63%			
		CAZOLETA	0.000	285.00	5.39	100.00	0.00				
		TOTAL		5096.00	100.00						



[Signature]
Ing. Samuel Juanito Palcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

[Signature]
MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

📍 N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
 ✉ laboratorio.montana.ing@gmail.com
 ☎ 962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD
DE LA QUEBRADA JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024
UBICACIÓN : AMARILIS - HUÁNUCO
SOLICITA : JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA
CALICATA : C-1
FECHA : OCTUBRE DEL 2024

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES				
Suelo Humedo + Tarro	N.P.			
Suelo seco + Tarro				
Peso de Tarro				
Peso de Agua				
Peso de Suelo Seco				
HUMEDAD %				

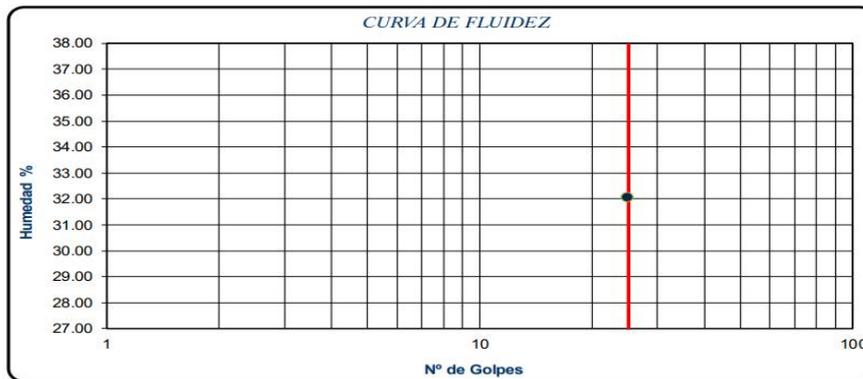
LIMITE LIQUIDO : N.P

LIMITE PLÁSTICO : N.P

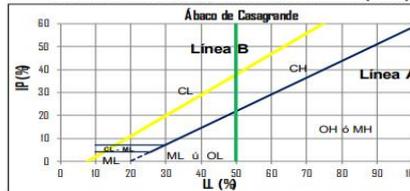
INDICE PLÁSTICO : N.P

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

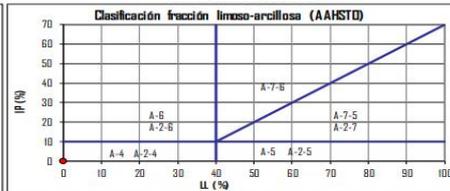
MUESTRA	01	02	03
Suelo Humedo + Tarro	N.P.		
Suelo seco + Tarro			
Peso de Tarro			
Peso de Agua			
Peso de Suelo Seco			
HUMEDAD %			



SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).
Grava mal graduada con limo con arena con bloque GP GM

Clasificación de suelos: AASHTO
A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
MONTAÑA
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

- 📍 N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
- ✉ laboratorio.montana.ing@gmail.com
- ☎ 962306428



MONTAÑA

LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : **MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024**

UBICACIÓN : **AMARILIS - HUÁNUCO**

CALICATA : **C-1**

SOLICITA : **JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA**

FECHA : **OCTUBRE DEL 2024**

MUESTRA	PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; otros: presencia de oxidaciones y materiales orgánico, porcentaje estimado de boleas / cantos, etc.	SUCS AASHTO
---------	--------------	---------------------------------	--	--------------------

M-01	0.07		Material Organico	pt
M-02	1.93		94.41% suelo de particulas gruesas, Grava mal graduada con limo con arena	GP - GM A-1-a (0)

Ing. Semaniel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

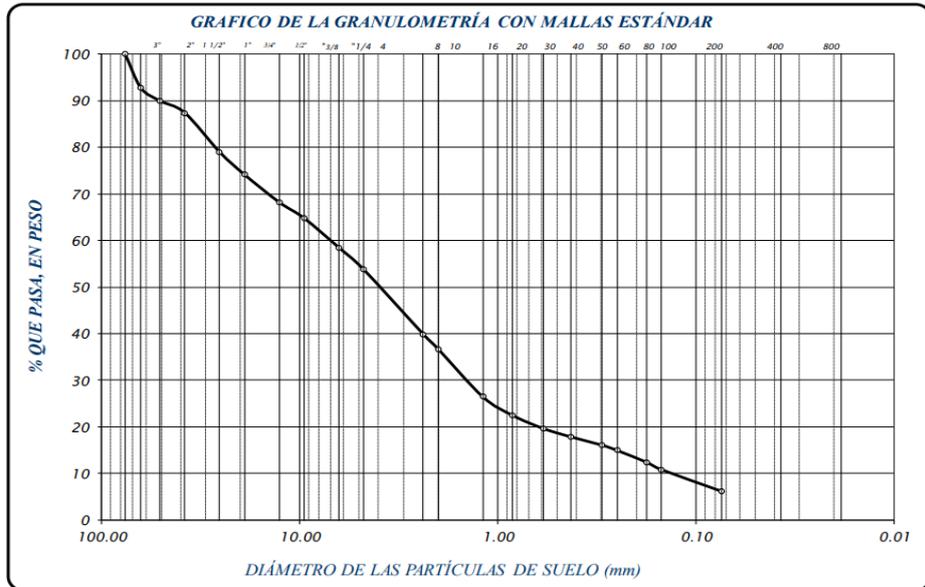
N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
 laboratorio.montana.ing@gmail.com
 962306428



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE
UBICACIÓN : LA QUEBRADA JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024
SOLICITA : AMARILIS - HUANUCO
CALICATA : JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA
FECHA : C-2
FECHA : OCTUBRE DEL 2024

FRACCIÓN	TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO		
							muestra húmeda (mh)	muestra seca (ms)	peso de la tara (ps)
GRUESA	3"	76.200				100.00	5586	5364	226
	2 1/2"	63.500	374.00	7.28	7.28	92.72	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
	2"	50.800	144.00	2.80	10.08	89.92	Material suelo de partículas gruesas equivalente a:		
	1 1/2"	38.100	131.0	2.55	12.63	87.37	93.83%		
	1"	25.400	432.0	8.41	21.04	78.96	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
	3/4"	19.050	248.0	4.83	25.87	74.13	Limite Líquido =	N.P.	
	1/2"	12.700	306.0	5.96	31.82	68.18	Limite Plástico =	N.P.	
	3/8"	9.525	174.0	3.30	35.21	64.79	Índice Plástico =	N.P.	
	1/4"	6.350	325.0	6.33	41.53	58.47	D60 (Diámetro efectivo) =	6.67 mm	
	No 4	4.760	241.0	4.69	46.22	53.78	D30 (Diámetro efectivo) =	1.34 mm	
ARENAS	No 8	2.380	713.0	13.88	60.10	39.90	D10 (Diámetro efectivo) =	0.10 mm	
	No 10	2.000	164.0	3.10	63.29	36.71	Coefficiente de Curvatura =	64.45	
	No 16	1.190	527.0	10.26	73.55	26.45	Coefficiente de Uniformidad =	2.58	
	No 20	0.840	206.0	4.01	77.56	22.44	CLASIFICACIÓN		
	No 30	0.590	143.0	2.78	80.34	19.66	SUCS :	GW - GM	
	No 40	0.426	94.0	1.83	82.17	17.83	AASHTO :	A-1-a (0)	
	No 50	0.297	91.0	1.77	83.94	16.06	OBSERVACIONES		
	No 60	0.250	57.0	1.11	85.05	14.95	% de grava =	46.22%	
	No 80	0.177	131.0	2.55	87.60	12.40	% de arena =	47.61%	
	No 100	0.149	81.0	1.58	89.18	10.82	% de limo y arcilla =	6.17%	
CAZOLETA	0.000	317.00	6.17	100.00	0.00	% de humedad =	4.32%		
TOTAL			5138.00	100.00					



Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
MONTAÑA
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
laboratorio.montana.ing@gmail.com
962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD
: DE LA QUEBRADA JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024
UBICACIÓN : AMARILIS - HUÁNUCO
SOLICITA : JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA
CALICATA : C-2
FECHA : OCTUBRE DEL 2024

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

Nº DE GOLPES				
Suelo Humedo + Tarro	N.P.			
Suelo seco + Tarro				
Peso de Tarro				
Peso del Agua				
Peso de Suelo Seco				
HUMEDAD %				

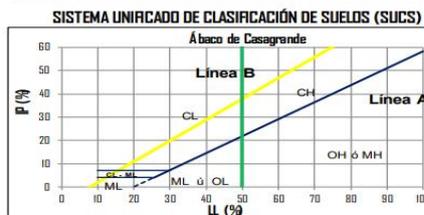
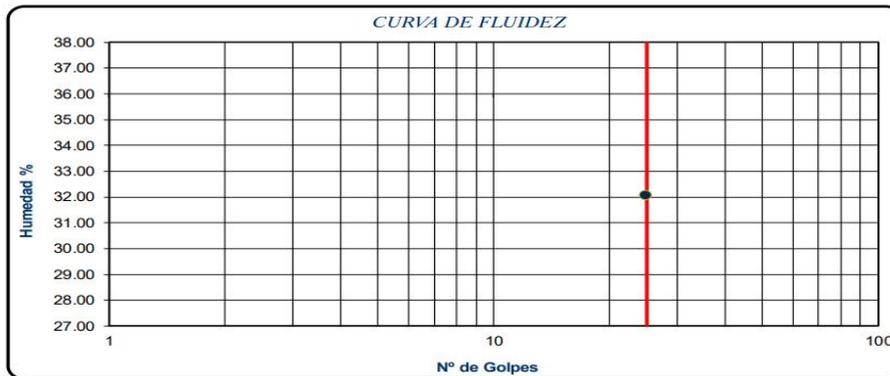
LIMITE LIQUIDO : N.P.

LIMITE PLÁSTICO : N.P.

ÍNDICE PLÁSTICO : N.P.

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02	03
Suelo Humedo + Tarro	N.P.		
Suelo seco + Tarro			
Peso de Tarro			
Peso del Agua			
Peso de Suelo Seco			
HUMEDAD %			



Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).
Grava bien graduada con limo con bloques GW GM
Clasificación de suelos: AASHTO
A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena

Siglo
Ing. Semaniel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Kevin Jhoel
MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

- N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
- laboratorio.montana.ing@gmail.com
- 962306428



MONTAÑA

LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : **MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024**

UBICACIÓN : **AMARILIS - HUÁNUCO**

CALICATA : **C-2**

SOLICITA : **JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA**

FECHA : **OCTUBRE DEL 2024**

MUESTRA	PROF. (m)	GRAFI CO	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; otros: presencia de oxidaciones y materiales orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS AASHTO
---------	--------------	-------------	--	--------------------

M-01	0.06		Material Organico	pt
M-02	1.94		94.41% suelo de particulas gruesas, Grava bien graduada con limo	GW - GM A-1-a (0)

Ing. Samaniel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
 laboratorio.montana.ing@gmail.com
 962306428



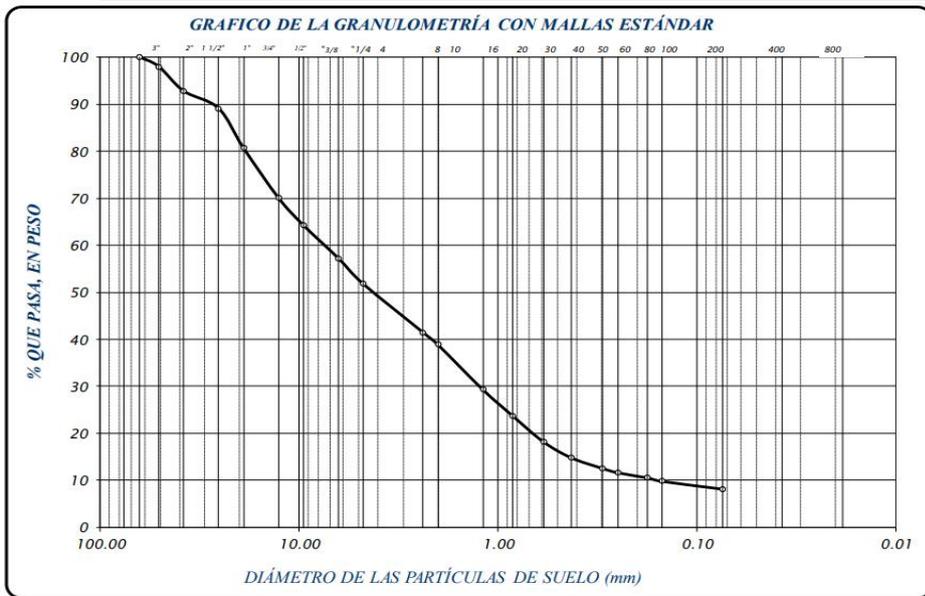
MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE
UBICACIÓN : LA QUEBRADA JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024
SOLICITA : AMARILIS - HUANUCO
CALICATA : JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA
FECHA : C-3
FECHA : OCTUBRE DEL 2024

FRACCIÓN	TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO		
							muestra húmeda (mh)	muestra seca (ms)	peso de la tara (ps)
GRUESA	3"	76.200					6003	5780	255
	2 1/2"	63.500				100.00	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
	2"	50.800	110.00	1.99	1.99	98.01	Material suelo de partículas gruesas equivalente a:		
	1 1/2"	38.100	288.0	5.21	7.20	92.80	91.82%		
	1"	25.400	203.0	3.67	10.88	89.12	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
	3/4"	19.050	465.0	8.42	19.29	80.71	Limite Líquido	=	N.P.
	1/2"	12.700	586.0	10.61	29.90	70.10	Limite Plástico	=	N.P.
	3/8"	9.525	320.0	5.70	35.69	64.31	Índice Plástico	=	N.P.
	1/4"	6.350	389.0	7.04	42.73	57.27	D60 (Diámetro efectivo)	=	7.48 mm
	No 4	4.760	301.0	5.45	48.18	51.82	D30 (Diámetro efectivo)	=	1.26 mm
ARENA GRUESA	No 8	2.380	570.0	10.32	58.50	41.50	D10 (Diámetro efectivo)	=	0.13 mm
	No 10	2.000	146.0	2.64	61.14	38.86	Coefficiente de Curvatura	=	56.19
	No 16	1.190	526.0	9.52	70.66	29.34	Coefficiente de Uniformidad	=	1.60
	No 20	0.840	311.0	5.63	76.29	23.71	CLASIFICACION		
	No 30	0.590	302.0	5.47	81.76	18.24	SUCS	:	GW - GM
	No 40	0.426	189.0	3.42	85.18	14.82	AAASHTO	:	A-1-a (0)
	No 50	0.297	124.0	2.24	87.42	12.58	OBSERVACIONES		
	No 60	0.250	50.0	0.90	88.33	11.67	% de grava	=	48.18%
	No 80	0.177	61.0	1.10	89.43	10.57	% de arena	=	43.64%
	No 100	0.149	41.0	0.74	90.17	9.83	% de limo y arcilla	=	8.18%
FINA	No 200	0.074	91.0	1.65	91.82	8.18	% de humedad	=	4.04%
	CAZOLETA	0.000	452.00	8.18	100.00	0.00			
	TOTAL		5525.00	100.00					



Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
MONTAÑA
 AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
 laboratorio.montana.ing@gmail.com
 962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD
DE LA QUEBRADA JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024

UBICACIÓN : AMARILIS - HUÁNUCO

SOLICITA : JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA

CALICATA : C-3

FECHA : OCTUBRE DEL 2024

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES				
Suelo Humedo + Tarro	N.P.			
Suelo seco + Tarro				
Peso de Tarro				
Peso del Agua				
Peso de Suelo Seco				
HUMEDAD %				

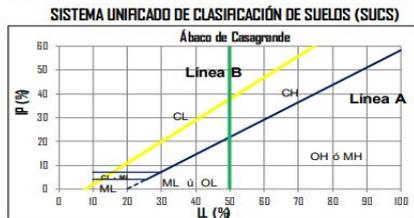
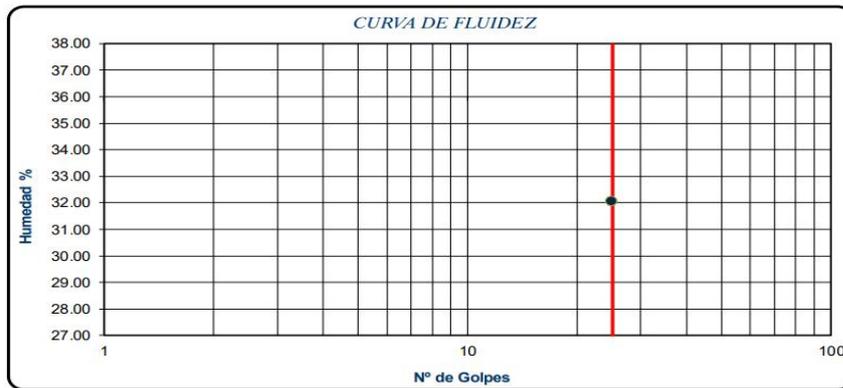
LIMITE LIQUIDO : N.P

LIMITE PLÁSTICO : N.P

INDICE PLÁSTICO : N.P

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02	03
Suelo Humedo + Tarro	N.P.		
Suelo seco + Tarro			
Peso de Tarro			
Peso del Agua			
Peso de Suelo Seco			
HUMEDAD %			



Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).
Grava bien graduada con limo con bloques GW GM

Clasificación de suelos: AASHTO
A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
MONTAÑA
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

- N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
- laboratorio.montana.ing@gmail.com
- 962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO : **MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024**

UBICACIÓN : **AMARILIS - HUÁNUCO**

CALICATA : **C-3**

SOLICITA : **JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA**

FECHA : **OCTUBRE DEL 2024**

MUESTRA	PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; otros: presencia de oxidaciones y materiales orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS AASHTO
---------	--------------	---------------------------------	--	--------------------

M-01	0.07		Material Organico	pt
M-02	1.93		91.82% suelo de particulas gruesas, Grava bien graduada con limo	GW - GM A-1-a (0)

Ing. Samanuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna

laboratorio.montana.ing@gmail.com

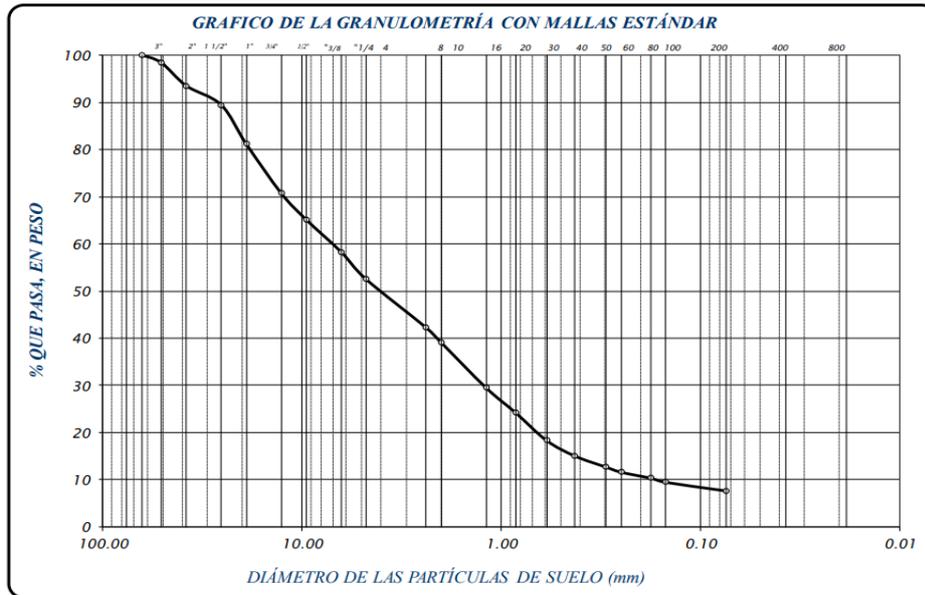
962306428



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE
UBICACIÓN : LA QUEBRADA JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024
SOLICITA : AMARILIS - HUANUCO
CALICATA : JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA
FECHA : C-4
FECHA : OCTUBRE DEL 2024

FRACCIÓN	TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO		
							muestra húmeda (mh)	muestra seca (ms)	peso de la tara (pt)
GRUESA	3"	76.200				100.00	6003	5780	255
	2 1/2"	63.500				100.00	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
	2"	50.800	88.00	1.59	1.59	98.41	Material suelo de partículas gruesas equivalente a:		
	1 1/2"	38.100	270.0	4.89	6.48	93.52	92.34%		
	1"	25.400	225.0	4.07	10.55	89.45	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
	3/4"	19.050	455.0	8.24	18.79	81.21	Limite Líquido	=	N.P.
	1/2"	12.700	578.0	10.46	29.25	70.75	Limite Plástico	=	N.P.
	3/8"	9.525	308.0	5.57	34.82	65.18	Índice Plástico	=	N.P.
	1/4"	6.350	380.0	6.88	41.70	58.30	D ₆₀ (Diámetro efectivo)	=	7.03 mm
	No 4	4.760	319.0	5.77	47.48	52.52	D ₃₀ (Diámetro efectivo)	=	1.24 mm
ARENA	No 8	2.380	566.0	10.24	57.72	42.28	D ₁₀ (Diámetro efectivo)	=	0.15 mm
	No 10	2.000	174.0	3.15	60.87	39.13	Coficiente de Curvatura	=	47.24
	No 16	1.190	530.0	9.59	70.46	29.54	Coficiente de Uniformidad	=	1.47
	No 20	0.840	298.0	5.39	75.86	24.14	CLASIFICACION		
	No 30	0.590	321.0	5.81	81.67	18.33	SUCS	:	GW-GM
	No 40	0.426	181.0	3.28	84.94	15.06	AASHTO	:	A-1-a (0)
	No 50	0.297	130.0	2.35	87.29	12.71	OBSERVACIONES		
	No 60	0.250	59.0	1.07	88.36	11.64	% de grava	=	47.48%
	No 80	0.177	71.0	1.29	89.65	10.35	% de arena	=	44.87%
	No 100	0.149	48.0	0.87	90.52	9.48	% de limo y arcilla	=	7.66%
No 200	0.074	101.0	1.83	92.34	7.66	% de humedad	=	4.04%	
CAZOLETA	0.000	423.00	7.66	100.00	0.00				
TOTAL			5525.00	100.00					



Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

📍 N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
 📧 laboratorio.montana.ing@gmail.com
 📞 962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD
DE LA QUEBRADA JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024
UBICACIÓN : AMARILIS - HUÁNUCO
SOLICITA : JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA
CALICATA : C-4
FECHA : OCTUBRE DEL 2024

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

Nº DE GOLPES				
Suelo Humedo + Tarro	N.P.			
Suelo seco + Tarro				
Peso de Tarro				
Peso del Agua				
Peso de Suelo Seco				
HUMEDAD %				

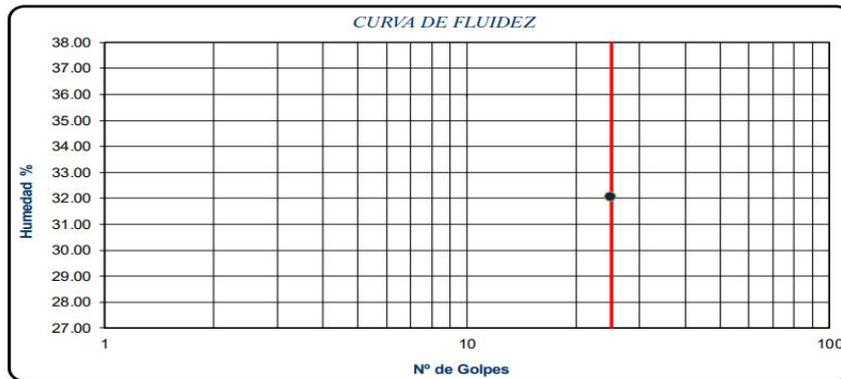
LIMITE LIQUIDO : N.P

LIMITE PLÁSTICO : N.P

ÍNDICE PLÁSTICO : N.P

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

MUESTRA	01	02	03
Suelo Humedo + Tarro	N.P.		
Suelo seco + Tarro			
Peso de Tarro			
Peso del Agua			
Peso de Suelo Seco			
HUMEDAD %			



Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).
Grava bien graduada con limo con bloques GW GM
Clasificación de suelos: AASHTO
A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
MONTAÑA
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

- N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
- laboratorio.montana.ing@gmail.com
- 962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

REGISTRO DE EXCAVACION

MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL

PROYECTO : ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA
JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024
UBICACIÓN : AMARILIS - HUÁNUCO
CALICATA : C-4
SOLICITA : JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA
FECHA : OCTUBRE DEL 2024

MUESTRA	PROF. (m)	GRACIO	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; otros: presencia de oxidaciones y materiales orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS AASHTO
---------	--------------	--------	--	--------------------

M-01	0.06		Material Organico	pt
M-02	1.94		92.34% suelo de particulas gruesas, Grava bien graduada con limo	GW - GM A-1-a (0)

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
 laboratorio.montana.ing@gmail.com
 962306428



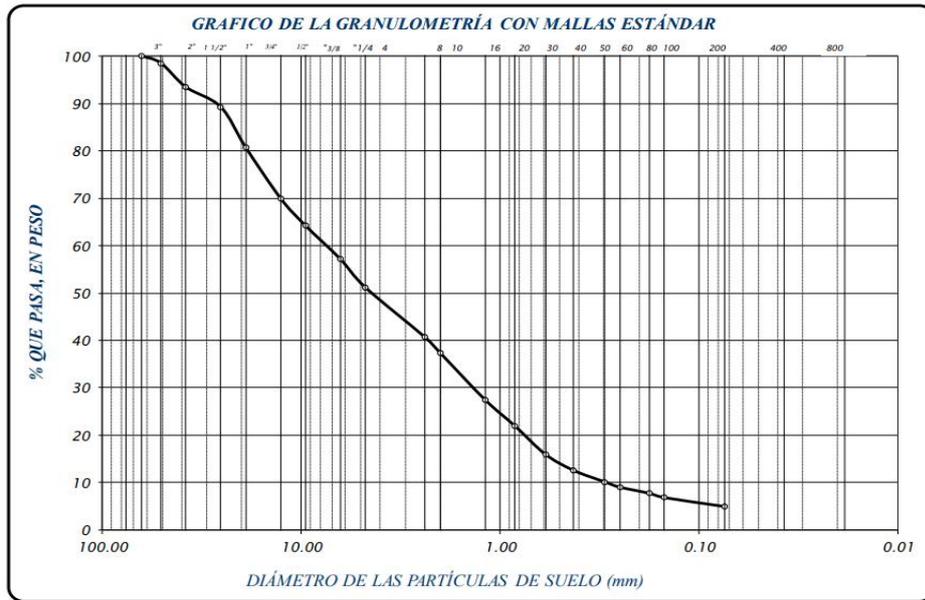
MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE
UBICACION : LA QUEBRADA JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024
SOLICITA : AMARILIS - HUANUCO
CALICATA : JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA
FECHA : C-5
FECHA : OCTUBRE DEL 2024

		TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO				
FRACCIÓN GRUESA	GRUESA	3"	76.200					muestra húmeda (mh)	muestra seca (ms)	peso de la tara (ps)		
		2 1/2"	63.500				100.00	5889	5582	225		
		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA										
		Material suelo de partículas gruesas equivalente a:										
		95.07%										
		LÍMITES DE CONSISTENCIA										
				2"	50.800	79.00	1.47	1.47	98.53			
				1 1/2"	38.100	270.0	5.04	6.51	93.49			
				1"	25.400	225.0	4.20	10.71	89.29			
				3/4"	19.050	455.0	8.49	19.21	80.79			
				1/2"	12.700	578.0	10.79	30.00	70.00			
				3/8"	9.525	308.0	5.75	35.75	64.25	Límite Líquido	=	N.P.
				1/4"	6.350	380.0	7.09	42.84	57.16	Límite Plástico	=	N.P.
				No 4	4.760	319.0	5.95	48.80	51.20	Índice Plástico	=	N.P.
FRACCIÓN FINA	ARENA GRUESA	No 8	2.380	566.0	10.57	59.36	40.64	D ₆₀ (Diámetro efectivo)	=	7.61 mm		
		No 10	2.000	174.0	3.25	62.61	37.39	D ₃₀ (Diámetro efectivo)	=	1.42 mm		
		No 16	1.190	530.0	9.89	72.50	27.50	D ₁₀ (Diámetro efectivo)	=	0.29 mm		
		No 20	0.840	298.0	5.56	78.07	21.93	Coficiente de Curvatura	=	26.33		
		No 30	0.590	321.0	5.99	84.06	15.94	Coficiente de Uniformidad	=	0.92		
		No 40	0.426	181.0	3.38	87.44	12.56	CLASIFICACIÓN				
		No 50	0.297	130.0	2.43	89.86	10.14	SUCS	:	GP		
		No 60	0.250	59.0	1.10	90.97	9.03	AASHTO	:	A-1-a (0)		
		No 80	0.177	71.0	1.33	92.29	7.71	OBSERVACIONES				
		No 100	0.149	48.0	0.90	93.19	6.81	% de grava	=	48.80%		
No 200	0.074	101.0	1.89	95.07	4.93	% de arena	=	46.28%				
	CAZOLETA	0.000	264.00	4.93	100.00	0.00	% de limo y arcilla	=	4.93%			
	TOTAL			5357.00	100.00		% de humedad	=	5.73%			



Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
MONTAÑA
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

- N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
- laboratorio.montana.ing@gmail.com
- 962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024
UBICACIÓN : AMARILIS - HUÁNUCO
SOLICITA : JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA
CALICATA : C-5
FECHA : OCTUBRE DEL 2024

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES				
Suelo Humedo + Tamo	N.P.			
Suelo seco + Tamo				
Peso de Tamo				
Peso del Agua				
Peso de Suelo Seco				
HUMEDAD %				

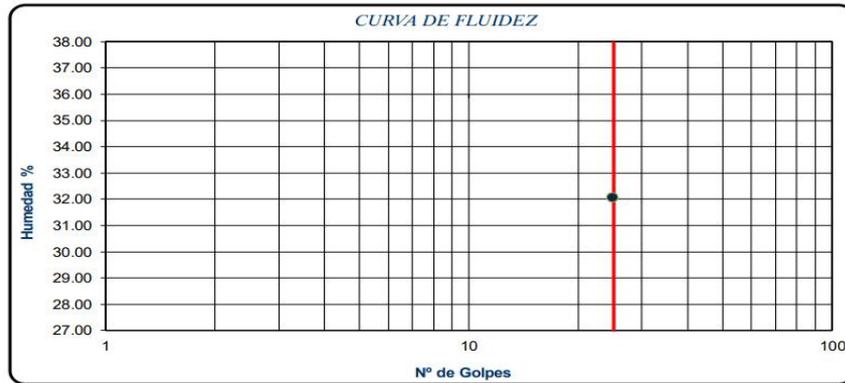
LIMITE LIQUIDO : N.P

LIMITE PLÁSTICO : N.P

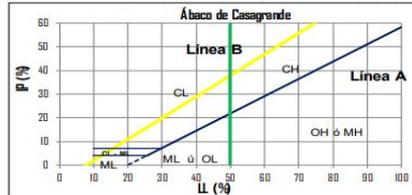
ÍNDICE PLÁSTICO : N.P

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

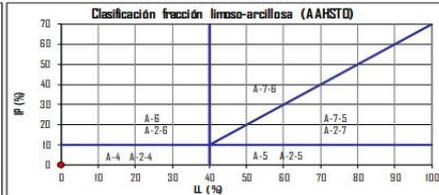
MUESTRA	01	02	03
Suelo Humedo + Tamo	N.P.		
Suelo seco + Tamo			
Peso de Tamo			
Peso del Agua			
Peso de Suelo Seco			
HUMEDAD %			



SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUICS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio. Grava mal graduada con bloques GP
Clasificación de suelos: AASHTO
A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena

Ing. Semaniel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

📍 N° 173- Jr. Las Fresas – Pilcomarca – Cayhuayna
 ✉ laboratorio.montana.ing@gmail.com
 ☎ 962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

REGISTRO DE EXCAVACION

MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL

PROYECTO : ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA
JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024
UBICACIÓN : AMARILIS - HUÁNUCO
CALICATA : C-5
SOLICITA : JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA
FECHA : OCTUBRE DEL 2024

MUESTRA	PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compactación / consistencia; otros: presencia de oxidaciones y materiales orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS AASHTO
---------	--------------	---------------------------------	--	--------------------

M-01	0.07		Material Organico	pt
M-02	1.93		95.07%	GP A-1-a (0)
			suelo de particulas gruesas, Grava mal graduada	

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
 CONCRETO Y PAVIMENTOS

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
 laboratorio.montana.ing@gmail.com
 962306428



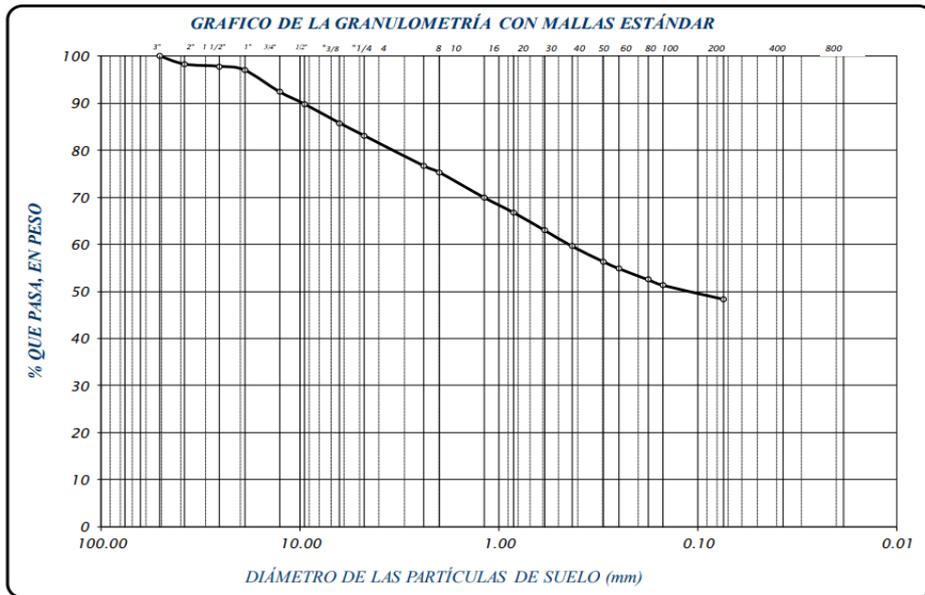
MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE
UBICACIÓN : LA QUEBRADA JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024
SOLICITA : AMARILIS - HUANUCO
CALICATA : JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA
FECHA : C-6
FECHA : OCTUBRE DEL 2024

		TAMIZ Nº	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO			
FRACCIÓN GRUESA	ARENA GRUESA	3"	76.200					muestra húmeda (ml)	muestra seca (ms)	peso de la tara (ps)	
		2 1/2"	63.500					5889	5582	225	
		2"	50.800				100.00	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA			
		1 1/2"	38.100	94.0	1.75	1.75	98.25	Material suelo de partículas gruesas equivalente a:			
		1"	25.400	24.0	0.45	2.20	97.80	51.61%			
		3/4"	19.050	42.0	0.78	2.99	97.01	LÍMITES DE CONSISTENCIA			
		1/2"	12.700	247.0	4.61	7.60	92.40	Límite Líquido	=	N.P.	
		3/8"	9.525	138.0	2.58	10.17	89.83	Límite Plástico	=	N.P.	
		1/4"	6.350	216.0	4.03	14.21	85.79	Índice Plástico	=	N.P.	
		No 4	4.760	144.0	2.69	16.89	83.11	Coficiente de Curvatura	=	29.98	
FRACCIÓN FINA	ARENA FINA	No 8	2.380	345.0	6.44	23.33	76.67	D60 (Diámetro efectivo)	=	2.67 mm	
		No 10	2.000	71.0	1.33	24.66	75.34	D30 (Diámetro efectivo)	=	0.46 mm	
		No 16	1.190	286.0	5.34	30.00	70.00	D10 (Diámetro efectivo)	=	0.09 mm	
		No 20	0.840	175.0	3.27	33.26	66.74	Coficiente de Uniformidad	=	0.89	
		No 30	0.590	198.0	3.70	36.96	63.04	CLASIFICACION			
		No 40	0.426	185.0	3.45	40.41	59.59	SUCS	:	GP - GM	
		No 50	0.297	174.0	3.25	43.66	56.34	AASHTO	:	A-1-a (0)	
		No 60	0.250	76.0	1.42	45.08	54.92	OBSERVACIONES			
		No 80	0.177	129.0	2.41	47.49	52.51	% de grava	=	16.89%	
		No 100	0.149	63.0	1.18	48.67	51.33	% de arena	=	34.72%	
FRACCIÓN CALZOLETA	CALZOLETA	No 200	0.074	158.0	2.95	51.61	48.39	% de limo y arcilla	=	48.39%	
		CALZOLETA	0.000	2592.00	48.39	100.00	0.00	% de humedad	=	5.73%	
		TOTAL			5357.00	100.00					



[Signature]
Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

[Signature]
MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

- N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
- laboratorio.montana.ing@gmail.com
- 962306428



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANALISIS DE PELIGROSIDAD
DE LA QUEBRADA JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024
UBICACIÓN : AMARILIS - HUÁNUCO
SOLICITA : JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA
CALICATA : C-6
FECHA : OCTUBRE DEL 2024

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 423

N° DE GOLPES				
Suelo Humedo + Taro	N.P.			
Suelo seco + Taro				
Peso de Taro				
Peso del Agua				
Peso de Suelo Seco				
HUMEDAD %				

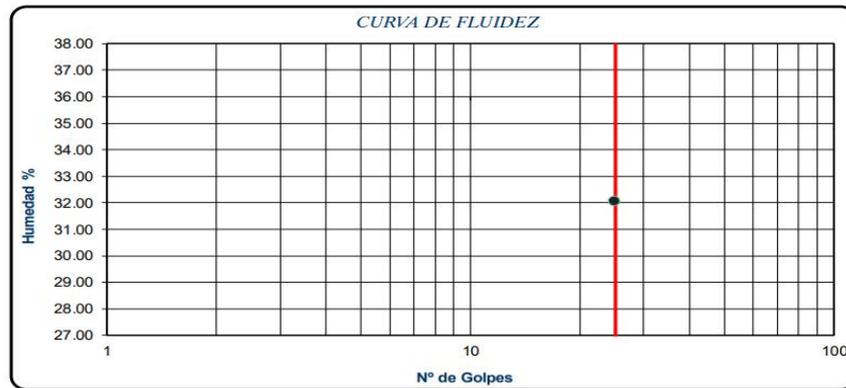
LIMITE LIQUIDO : N.P

LIMITE PLÁSTICO : N.P

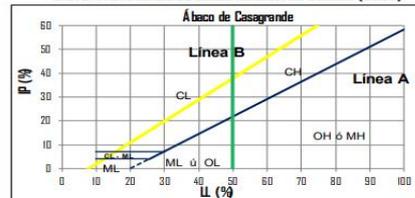
ÍNDICE PLÁSTICO : N.P

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - 424

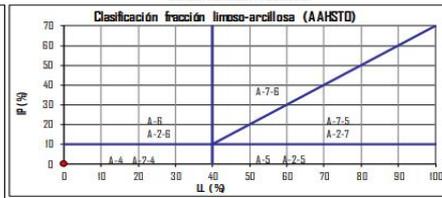
MUESTRA	01	02	03
Suelo Humedo + Taro	N.P.		
Suelo seco + Taro			
Peso de Taro			
Peso del Agua			
Peso de Suelo Seco			
HUMEDAD %			



SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas (Nomenclatura con símbolo doble). Grava mal graduada con limo con arena GP GM
Clasificación de suelos: AASHTO
A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
MONTAÑA
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

📍 N° 173- Jr. Las Fresas – Pilcomarca – Cayhuayna
✉ laboratorio.montana.ing@gmail.com
☎ 962306428



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELO, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

REGISTRO DE EXCAVACION

MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL

PROYECTO : ANALISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA
JANCAO - AMARILIS - HUÁNUCO - 2024
UBICACIÓN : AMARILIS - HUÁNUCO
CALICATA : C-6
SOLICITA : JEFFERSON HANOVER ROSAS NOREÑA
FECHA : OCTUBRE DEL 2024

MUESTRA	PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; otros: presencia de oxidaciones y materiales orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS AASHTO
---------	--------------	---------------------------------	--	--------------------

M-01	0.06		Material Organico	pt
M-02	1.94		94.41% suelo de partículas gruesas, Grava mal graduada con limo con arena	GP - GM A-1-a (0)

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

N° 173- Jr. Las Fresas – Pillcomarca – Cayhuayna
 laboratorio.montana.ing@gmail.com
 962306428

ANEXO 5

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 116

Vista de la quebrada de Jancao



Nota. Se ve el cauce de la quebrada Jancao cerca a la desembocadura del rio Huallaga.

Figura 117

Vista de la quebrada de Jancao



Nota. Se ve cauce de la parte baja de la quebrada Jancao, se puede apreciar bolonerias y cantos rodados, muy superficiales cuyo tamaño son mayores a los 2 mm.

Figura 118

Vista de la llanura de inundación



Nota. Se ve la llanura de inundación de la parte baja de la quebrada Jancao.

Figura 119

Vista de la quebrada de Jancao



Nota. Se ve el cauce de la quebrada, a la altura del puente de Jancao, donde se aprecia acumulación de material sólido como cantos rodados superiores a los 2 mm.

Figura 120

Vista de la quebrada de Jancao



Nota. Se ve el cauce de la quebrada Jancao a la altura del puente de Jancao.

Figura 121

Vista de la quebrada de Jancao



Nota. Se ve la acumulación de material sólido arrastrado en el cauce de la quebrada, lo cual reduce la sección del cauce y la capacidad de tránsito de flujo ante eventos de crecidas en los meses de invierno.

Figura 122

Vista de dique artesanal



Nota. Se ve un dique de piedra elaborado de manera Rustica por los mismos pobladores y a su vez se aprecia un desnivel de altura de 1.60m entre el cauce de la quebrada y la base de las viviendas.

Figura 123

Vista de puente de madera



Nota. Se ve un puente alternativo rustico de tronco rollizo, lo cual se encuentra en mal estado a punto de colapsar.

Figura 124

Estado actual de la quebrada de Jancao



Nota. Se ve el cauce de la parte media de la quebrada, donde se puede evidenciar la colmatación de material solido arrastrado.

Figura 125

Estado actual de la quebrada de Jancao



Nota. Se aprecia a la altura del puente peatonal de Jancao alto, una acumulación de material solido de gran tamaño.

Figura 126

Estado actual de la quebrada de Jancao



Nota. Se ve el cauce de la parte alta de la quebrada Jancao, donde se aprecia una sección transversal poco profunda y con mucha maleza en los taludes.

Figura 127

Estado actual de la quebrada de Jancao



Nota. Se ve el cauce de la parte alta de la quebrada Jancao, donde se aprecia una sección transversal poco profunda y con mucha maleza en los bordes.

Figura 128

Estado actual de la quebrada de Jancao



Nota. Se ve una llanura de inundación en la parte alta de la quebrada Jancao, ocupado por cultivos de maíz.

Figura 129

Estado actual de la quebrada de Jancao



Nota. Se ve una llanura de inundación en la parte alta de la quebrada Jancao, ocupado por cultivos de verduras.

Figura 130

Trabajo de topografía



Nota. Se ve el levantamiento topográfico de la quebrada Jancao KM 00+500.

Figura 131

Trabajo de topografía



Nota. Se ve el levantamiento topográfico de la quebrada Jancao KM 00+500.

Figura 132

Trabajo de topografía



Nota. Se ve el levantamiento topográfico de la quebrada Jancao KM 00+800.

Figura 133

Trabajo de topografía



Nota. Se ve el levantamiento topográfico de la quebrada Jancao KM 01+000.

Figura 134

Trabajo de topografía



Nota. Se ve el levantamiento topográfico de la quebrada Jancao KM 01+000.

Figura 135

Trabajo de topografía



Nota. Se ve el levantamiento topográfico de la quebrada Jancao KM 01+500.

Figura 136

Trabajo de topografía



Nota. Se ve el levantamiento topográfico de la quebrada Jancao KM 01+500.

Figura 137

Trabajo de topografía



Nota. Se ve el levantamiento topográfico de la quebrada Jancao KM 02+000.

Figura 140

Estudio de mecánica de suelos



Nota. Se ve la calicata 01 ubicada en la parte baja de la quebrada Jancao

Figura 141

Estudio de mecánica de suelos



Nota. Se ve la calicata 02 ubicada en la parte baja de la quebrada Jancao.

Figura 142

Estudio de mecánica de suelos



Nota. Se ve la calicata 02 ubicada en la parte baja de la quebrada Jancao.

Figura 143

Estudio de mecánica de suelos



Nota. Se ve la calicata 03 ubicada en la parte media de la quebrada Jancao.

Figura 144

Estudio de mecánica de suelos



Nota. Se ve la calicata 03 ubicada en la parte media de la quebrada Jancao.

Figura 145

Estudio de mecánica de suelos



Nota. Se ve la el tipo de material de calicata 03 de la quebrada Jancao.

Figura 146

Estudio de mecánica de suelos



Nota. Se ve la calicata 04 ubicada en la parte media de quebrada Jancao.

Figura 147

Estudio de mecánica de suelos



Nota. Se ve la calicata 04 ubicada en la parte media de quebrada Jancao.

Figura 148

Estudio de mecánica de suelos



Nota. Se ve la calicata 05 ubicada en la parte alta de quebrada Jancao.

Figura 149

Estudio de mecánica de suelos



Nota. Se ve la calicata 05 ubicada en la parte alta de quebrada Jancao.

Figura 150

Estudio de mecánica de suelos



Nota. Se ve la calicata 06 ubicada en la parte alta de quebrada Jancao.

Figura 151

Estudio de mecánica de suelos



Nota. Se ve la calicata 06 ubicada en la parte alta de quebrada Jancao.

Figura 152

Proceso de cuarteo



Nota. Se coloca el suelo sobre una superficie dura, limpia y horizontal evitando cualquier pérdida de material o la adición de sustancias extrañas según la NTP 339.128.

Figura 153

Mezclado de suelos



Nota. Se apilará el material de forma cónica de modo que el material caiga uniforme por los lados de lo mismo según la NTP 339.128.

Figura 154

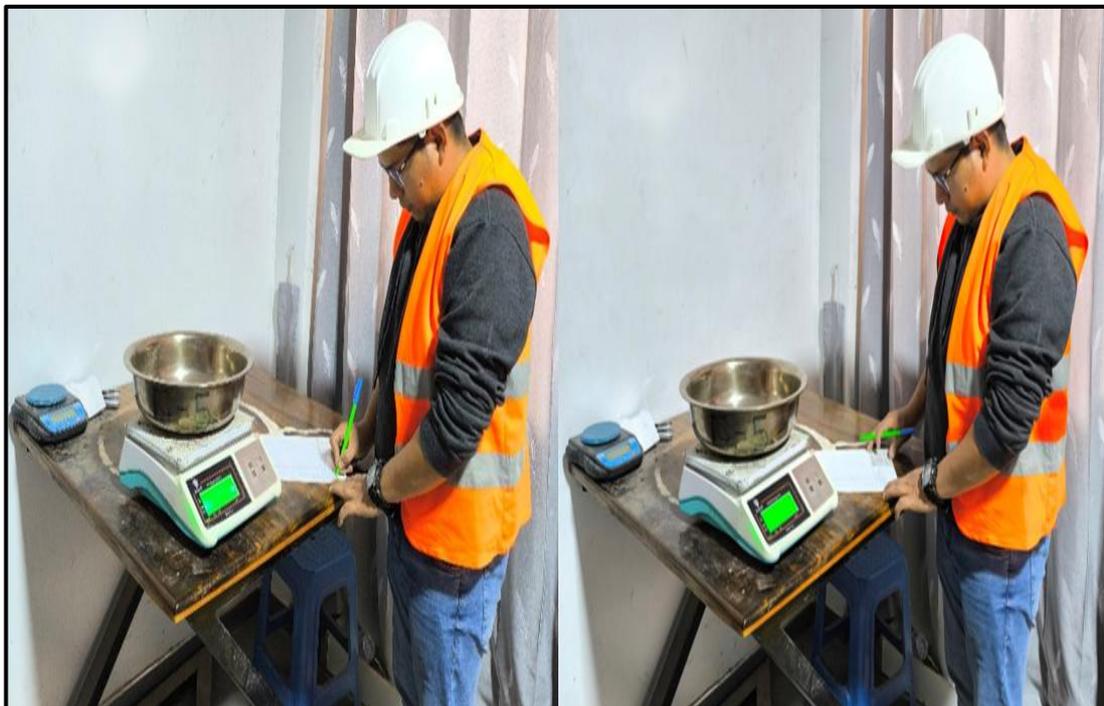
Proceso de cuarteo manual del suelo



Nota. Se aplana la pila cónica hasta darle una base circular de tal manera cada cuarto tenga el material original los materiales de uso según la NTP 339.128.

Figura 155

Pesaje de la tara



Nota. Se pesará el recipiente "Tara" sin muestra de suelo.

Figura 156

Selección de muestra de suelos



Nota. Se aplanan la pila cónica hasta darle una base circular de tal manera cada cuarto tenga el material original los materiales de uso según la NTP 339.128.

Figura 157

Pesaje de la muestra de suelos



Nota. Se pesará el recipiente "Tara" sin muestra de suelo.

Figura 158

Secado del material del suelo en el horno



Nota. Se secará el material del suelo en el horno durante un periodo de 24 horas según la norma NTP 339.128.

Figura 159

Pesaje del material seco del suelo



Nota. Se pesará el suelo seco después de haber estado en el horno por un periodo de 24 horas según la norma NTP 339.128.

Figura 160

Lavado de la muestra de suelo



Nota. Se lavará la muestra de suelo por la malla N°200 según la norma NTP 339.128.

Figura 161

Secado del suelo



Nota. Después de haber sido lavado el material de suelo se llevará al horno durante de un periodo de 24 horas

Figura 162

Vibrado manual de los tamices



Nota. Se agitará los tamices en un periodo 10 min como lo estipula la norma NTP 339.128.

Figura 163

Pesaje de las muestras de suelo



Nota. Se pesará el material retenido por cada tamiz como lo estipula la norma NTP 339.128.

Figura 164

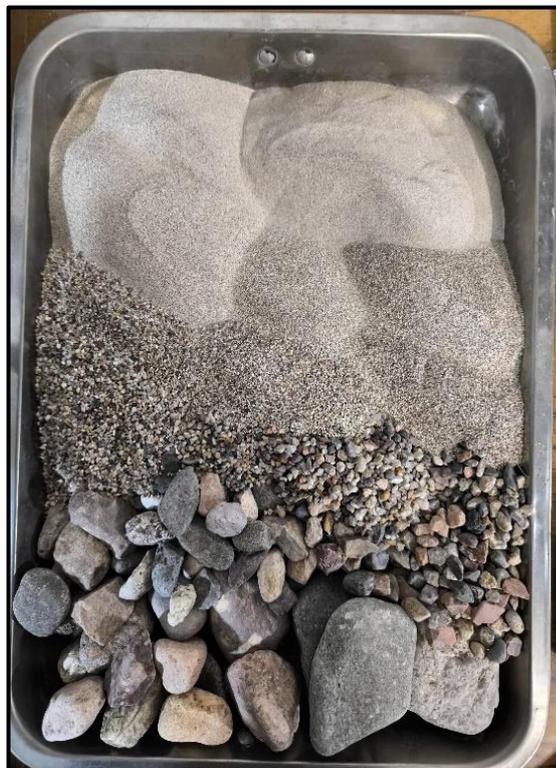
Muestra de suelo tamizada C1



Nota. Se pone en un recipiente para ver las tendencias de tipo de suelos que existe en C1.

Figura 165

Muestra de suelo tamizada C2



Nota. Se pone en un recipiente para ver las tendencias de tipo de suelos que existe en C2.

Figura 166

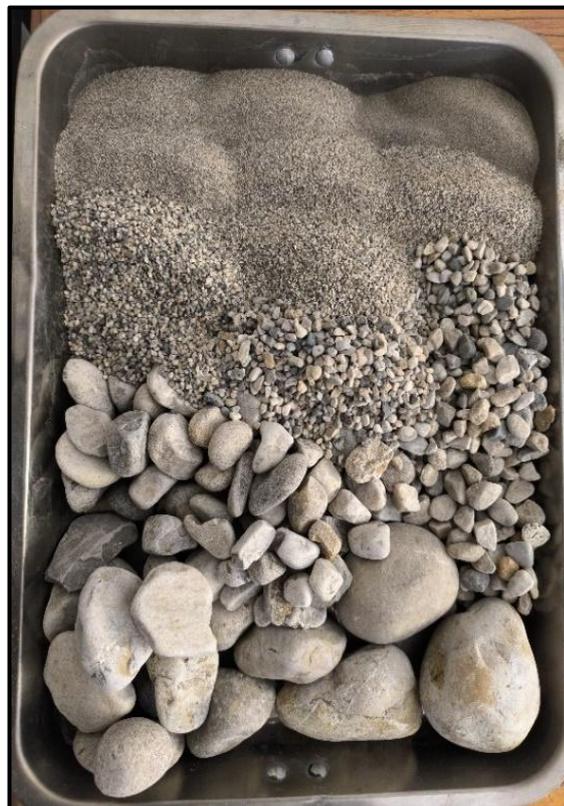
Muestra de suelo tamizada C3



Nota. Se pone en un recipiente para ver las tendencias de tipo de suelos que existe en C3.

Figura 167

Muestra de suelo tamizada C4



Nota. Se pone en un recipiente para ver las tendencias de tipo de suelos que existe en C4.

Figura 168

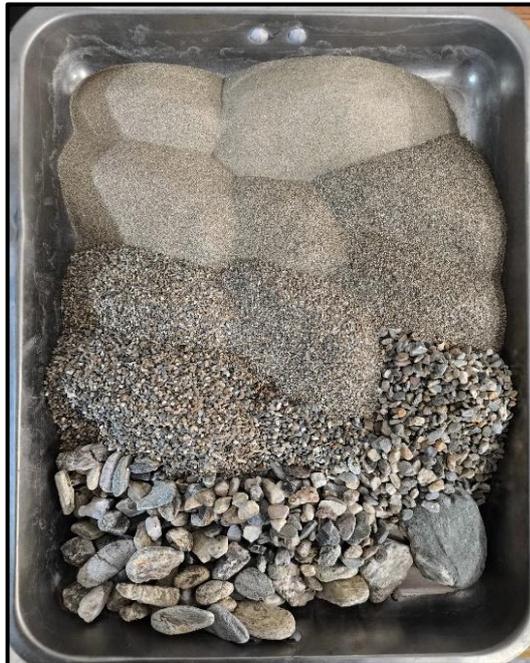
Muestra de suelo tamizada C5



Nota. Se pone en un recipiente para ver las tendencias de tipo de suelos que existe en C5.

Figura 169

Muestra de suelo tamizada C6



Nota. Se pone en un recipiente para ver las tendencias de tipo de suelos que existe en C6.

ANEXO 6
RESOLUCIONES EMITIDAS POR LA UNIVERSIDAD

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1137-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 20 de mayo de 2024

Visto, el Oficio N° 805-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 488834-0000005302, del Bach. **Jefferson Hanover ROSAS NOREÑA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

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

Que, según el Expediente N° 488834-0000005302, presentado por el (la) Bach. **Jefferson Hanover ROSAS NOREÑA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara, como Asesor de Tesis, y;

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

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

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - **DESIGNAR**, como Asesor de Tesis del Bach. **Jefferson Hanover ROSAS NOREÑA** al Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

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

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

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

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 2101-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 25 de setiembre de 2024

Visto, el Oficio N° 1438-2024-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **“MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA DE JANCAO- AMARILIS-HUÁNUCO, 2024”**, presentado por el (la) Bach. **Jefferson Hanover ROSAS NOREÑA**.

CONSIDERANDO:

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

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

Que, mediante Resolución N° 1137-2024-D-FI-UDH, de fecha 20 de mayo de 2024, perteneciente al Bach. **Jefferson Hanover ROSAS NOREÑA**, se le designó como ASESOR(A) al Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1438-2024-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **“MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA DE JANCAO- AMARILIS-HUÁNUCO, 2024”**, presentado por el (la) Bach. **Jefferson Hanover ROSAS NOREÑA**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Ingrid Delia Dignarda Arteaga Espinoza (Presidente), Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza (Secretario) y Mg. Fatima Rosaria Cecilio Reyes (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: **“MODELACIÓN DEL FLUJO DE DETRITOS PARA EL ANÁLISIS DE PELIGROSIDAD DE LA QUEBRADA DE JANCAO- AMARILIS-HUÁNUCO, 2024”**, presentado por el (la) Bach. **Jefferson Hanover ROSAS NOREÑA** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

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

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIC – Asesor – Exp. Graduando – Interesado – Archivo.
BCR/EJML/nto.