

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**“Evaluación del riesgo y vulnerabilidad ante un posible desborde  
de la quebrada Cascajal en el sector Tambo Real, Ancash-2024”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**Autores:**

Bach. Risco Torres, Jorge Antony

Bach. Cruz Regalado, Miguel Ángel

**Asesor:**

Dr. Ing. López Carranza, Atilio Rubén

DNI: 32965940

Código ORCID: 0000-0002-3631-2001

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**

**2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**“Evaluación del riesgo y vulnerabilidad ante un posible desborde de  
la quebrada Cascajal en el sector Tambo Real, Ancash-2024”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL

REVISADO Y APROBADO POR:

Dr. López Carranza, Atilio Rubén  
Asesor

DNI: 32965940

Código ORCID: 0000-0002-3631-2001

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**  
**2025**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**“Evaluación del riesgo y vulnerabilidad ante un posible desborde de la quebrada Cascajal en el sector Tambo Real, Ancash-2024”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

REVISADO Y APROBADO POR LOS SIGUIENTES JURADOS:

Ms. Spagrow Álamo, Edgar Gustavo

Presidente

DNI: 32904375

Código ORCID: 0000-0003-4469-0288

Ms. Saavedra Vera, Janet Verónica

Secretaria

DNI: 32964440

Código ORCID: 0000-0002-4195-982X

Dr. López Carranza, Atilio Rubén

Integrante

DNI: 32965940

Código ORCID: 0000-0002-3631-2001

**NUEVO CHIMBOTE – PERÚ**  
**2025**



# FACULTAD DE INGENIERÍA

## Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- EPIC -

### ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

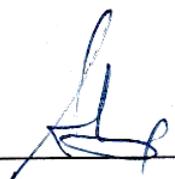
A los 02 días del mes de enero del año dos mil veinticinco, siendo las 09:00 horas, en el aula C1 del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 806-2024-UNS-CFI, con fecha 05.12.2024, integrado por los siguientes docentes: Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Presidente), Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Secretaria), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Integrante), Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 876-2024-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL RIESGO Y VULNERABILIDAD ANTE UN POSIBLE DESBORDE DE LA QUEBRADA CASCAJAL EN EL SECTOR TAMBO REAL, ANCASH - 2024", presentado por los Bachilleres CRUZ REGALADO MIGUEL ANGEL con cód. N° 0201813053 y RISCO TORRES JORGE ANTONY con cód. N° 0201813022, quienes fueron asesorados por el docente Dr. Atilio Rubén López Carranza según lo establece la T. Resolución Decanal N° 232-2024-UNS-FI, de fecha 14.05.2024.

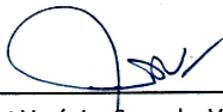
El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
RISCO TORRES JORGE ANTONY	17	BUENO

Siendo las 10:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 02 de enero de 2025.

  
Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo  
Presidente

  
Ms. Janet Verónica Saavedra Vera  
Secretaria

  
Dr. Atilio Rubén López Carranza  
Integrante



**UNS**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL SANTA

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil  
**- EPIC -**

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 02 días del mes de enero del año dos mil veinticinco, siendo las 09:00 horas, en el aula C1 del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 806-2024-UNS-CFI, con fecha 05.12.2024, integrado por los siguientes docentes: Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo (Presidente), Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Secretaria), Dr. Atilio Rubén López Carranza (Integrante), Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Accesitario) en base a la Resolución Decanal N° 876-2024-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL RIESGO Y VULNERABILIDAD ANTE UN POSIBLE DESBORDE DE LA QUEBRADA CASCAJAL EN EL SECTOR TAMBO REAL, ANCASH - 2024", presentado por los Bachilleres CRUZ REGALADO MIGUEL ANGEL con cód. N° 0201813053 y RISCO TORRES JORGE ANTONY con cód. N° 0201813022, quienes fueron asesorados por el docente Dr. Atilio Rubén López Carranza según lo establece la T. Resolución Decanal N° 232-2024-UNS-FI, de fecha 14.05.2024.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
CRUZ REGALADO MIGUEL ANGEL	17	BUENO

Siendo las 10:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 02 de enero de 2025.

  
Ms. Edgar Gustavo Sparrow Alamo  
Presidente

  
Ms. Janet Verónica Saavedra Vera  
Secretaria

  
Dr. Atilio Rubén López Carranza  
Integrante



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: **Jorge Antony RISCO TORRES**  
Título del ejercicio: **PROYECTO DE TESIS**  
Título de la entrega: **TESIS RISCO Y CRUZ FINAL.pdf**  
Nombre del archivo: **TESIS\_RISCO\_Y\_CRUZ\_FINAL.pdf**  
Tamaño del archivo: **18.28M**  
Total páginas: **222**  
Total de palabras: **26,296**  
Total de caracteres: **123,502**  
Fecha de entrega: **08-ene.-2025 06:46p. m. (UTC-0500)**  
Identificador de la entrega... **2561327572**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



"Evaluación del riesgo y vulnerabilidad ante un posible desborde de la Quebrada Casejal en el sector Tambo Real, Ancash-2024"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.

**Autores:**

- Bach. Risco Torres, Jorge Antony
- Bach. Cruz Regalado, Miguel Ángel

**Asesor:**

Dr. Ing. López Carranza, Atilio Rubén  
DNI: 32965940  
Código ORCID: 0000-0002-3631-2001

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ  
2024

## INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	6%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="https://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://repositorio.upagu.edu.pe">repositorio.upagu.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad de Piura Trabajo del estudiante	1%
6	<a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1%
8	<a href="https://manglar.uninorte.edu.co">manglar.uninorte.edu.co</a> Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Organismo de Evaluación y Fiscalización	<1%

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios,  
por brindarme salud y sabiduría durante mi  
vida e inspirarme a ser mejor persona cada  
día.

A mis padres, Walter y Lucia, por ser mi  
motivación y estar siempre en los momentos  
difíciles, por sus consejos y críticas  
constructivas que me permitieron ser una  
persona con principios y valores.

A mis hermanos Jean e Iván y hermanas  
Johana, Karen y María, quienes al ser mis  
hermanos mayores me ayudaron con su  
experiencia dándome consejos sobre la vida  
universitaria y me brindaron su apoyo moral  
siempre para seguir adelante con mis estudios.

A mis amigos, compañeros de la universidad y  
demás familiares cercanos quienes estuvieron  
pendientes de mi desarrollo académico.

*Cruz Regalado Miguel Ángel*

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios,  
por brindarme salud y sabiduría durante mi  
vida e inspirarme a ser mejor persona cada  
día.

A mis padres, Jorge y Rosmery, por apoyarme  
en todo momento, brindándome la motivación  
para seguir esforzándome en alcanzar mis  
metas.

A mis hermanos Luis, Mariela y Yamileth  
quienes me apoyaron durante todo este tiempo  
para seguir adelante con mis estudios.

A mis amigos y profesores de la universidad que  
contribuyeron a mi aprendizaje en la etapa  
universitaria.

*Risco Torres Jorge Antony*

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a todos nuestros familiares y buenos amigos, quienes siempre nos apoyaron e impulsaron a seguir adelante hasta poder culminar exitosamente nuestra formación profesional.

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento al Ing. López Carranza Atilio Rubén, quien fue el asesor de esta tesis y estuvo en todo momento orientándonos y apoyándonos en la realización de la presente tesis.

Agradecemos en general a cada uno de los docentes de la Escuela profesional de Ingeniería Civil, por ser parte de nuestra formación académica y brindarnos los conocimientos necesarios para llegar a ser profesionales competentes.

*Cruz Regalado y Risco Torres*

## Índice general

<b>DEDICATORIA</b> .....	II
<b>DEDICATORIA</b> .....	III
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	IV
<b>Resumen</b> .....	XV
<b>Abstract</b> .....	XVI
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	17
1.1. Descripción del problema .....	17
1.2. Formulación del problema .....	20
1.3. Objetivos .....	20
1.2.1 <i>Objetivo general</i> .....	20
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	20
1.4. Formulación de la hipótesis .....	21
1.5. Justificación e Importancia .....	21
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	22
2.1. Antecedentes de la investigación .....	22
2.1.1 <i>Internacionales</i> .....	22
2.1.2 <i>Nacionales</i> .....	23
2.1.3 <i>Locales</i> .....	24
2.2. Marco Conceptual .....	26
2.2.1 <i>Quebrada</i> . .....	26
2.2.2 <i>Desborde</i> .....	27
2.2.3 <i>Vulnerabilidad</i> .....	27

2.2.4.	<i>Riesgo</i> .....	28
2.2.5.	<i>HEC-RAS</i> .....	29
2.2.6.	<i>Modelación hidrológica</i> .....	29
2.2.7.	<i>DEM - modelo de elevación digital</i> .....	30
2.2.8.	<i>Subcuenca</i> .....	30
2.2.9.	<i>Tiempo de concentración</i> .....	30
2.2.10.	<i>Tiempo de Retardo</i> .....	32
2.2.11.	<i>Abstracción inicial</i> .....	32
2.2.12.	<i>Periodo de retorno</i> .....	32
2.2.13.	<i>Método de isoyetas</i> .....	33
2.2.14.	<i>Intensidad de lluvia</i> .....	33
2.2.15.	<i>Grupo hidrológico del suelo</i> .....	34
2.2.16.	<i>Número de Curva</i> .....	35
2.2.17.	<i>Cálculo del Número de Curva (CN)</i> . .....	35
2.2.18.	<i>Método diagrama unitario del SCS</i> .....	36
2.2.19.	<i>Método diagrama unitario sintético de Snyder</i> .....	37
2.2.20.	<i>Modelo Muskingum</i> .....	37
2.2.21.	<i>Método de pérdida de SCS curva número</i> .....	37
2.2.22.	<i>Cálculo de Manning</i> .....	38
<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>39</b>
3.1.	Enfoque de investigación .....	39
3.2.	Método de investigación .....	39
3.3.	Diseño de la investigación .....	39

---

3.4. Población .....	39
3.5. Muestra .....	40
3.6. Variables y Operacionalización .....	40
3.6.1. Variable Independiente .....	40
3.6.2. Variable Dependiente .....	41
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	42
3.7.1. Análisis documental .....	42
3.7.2. Observación sistemática .....	43
3.7.3. Simulación en programa.....	44
3.7.4. Encuesta.....	44
3.8. Técnicas de análisis de resultados.....	44
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>52</b>
<b>4.1. Resultados .....</b>	<b>52</b>
4.1.1. Estudio hidrológico.....	52
4.1.2. Modelamiento hidráulico con HEC-RAS.....	62
4.1.3. Análisis de riesgo y vulnerabilidad.....	68
<b>4.2. Discusiones .....</b>	<b>104</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>106</b>
5.1. Conclusiones .....	106
5.2. Recomendaciones .....	107
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>108</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>113</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Formulas del tiempo de concentración .....	38
<b>Tabla 2.</b> Periodo de retorno .....	32
<b>Tabla 3.</b> Grupos hidrológicos .....	352
<b>Tabla 4.</b> Uso de la tierra y grupo hidrológico .....	536
<b>Tabla 5:</b> Calculo de Manning.....	38
<b>Tabla 6.</b> Precipitaciones .....	52
<b>Tabla 7.</b> Análisis de regresión para las 3 estaciones .....	52
<b>Tabla 8.</b> Análisis de regresión para un tiempo de retorno de 10 años.....	53
<b>Tabla 9.</b> Análisis de regresión para un tiempo de retorno de 25 años.....	53
<b>Tabla 10.</b> Análisis de regresión para un tiempo de retorno de 50 años.....	53
<b>Tabla 11.</b> Análisis de regresión para un tiempo de retorno de 100 años.....	54
<b>Tabla 12.</b> Ecuación de regionalización .....	54
<b>Tabla 13.</b> Precipitación media subcuenca Cascajal.....	55
<b>Tabla 14.</b> Precipitación media subcuenca Tambo Real.....	55
<b>Tabla 15.</b> Cálculo del tiempo de concentración. ....	57
<b>Tabla 16.</b> Tiempo de concentración subcuenca Tambo Real.....	58
<b>Tabla 17.</b> Parámetros físicos de la sub cuenca cascajal .....	59
<b>Tabla 18.</b> Parámetros físicos de la subcuenca Tambo Real .....	59
<b>Tabla 19.</b> CN subcuenca Cascajal .....	60
<b>Tabla 20.</b> CN subcuenca Tambo Real.....	60
<b>Tabla 21.</b> CN Húmedo Tambo Real.....	60
<b>Tabla 22.</b> Caudales Máximos .....	61
<b>Tabla 23.</b> Población Expuesta.....	68
<b>Tabla 24.</b> Viviendas .....	68
<b>Tabla 25.</b> Instituciones Educativas Expuestas .....	68

---

<b>Tabla 26.</b> Universidades Expuestas.....	68
<b>Tabla 27.</b> Establecimientos de Salud Expuesta.....	69
<b>Tabla 28.</b> Peso Ponderado y Descriptor del Grupo Etario .....	69
<b>Tabla 29.</b> Peso Ponderado y Descriptor de Servicios de Educación Expuestos.....	70
<b>Tabla 30.</b> Peso Ponderado y Descriptor de Servicios de Salud Terciarios.....	70
<b>Tabla 31.</b> Valor de la Exposición Social.....	70
<b>Tabla 32.</b> Peso Ponderado y Descriptor – Material de Construcción de las Edificaciones.....	71
<b>Tabla 33.</b> Peso Ponderado y Descriptor – Estado de Conservación de la edificación .....	72
<b>Tabla 34.</b> Peso Ponderado y Descriptor – Antigüedad de Construcción de la Edificación.....	73
<b>Tabla 35.</b> Peso Ponderado y Descriptor – Configuración de Elevación de las Edificaciones.....	74
<b>Tabla 36.</b> Valor de la Fragilidad Social .....	74
<b>Tabla 37.</b> Peso Ponderado y Descriptor – Capacitación en Temas de Gestión del Riesgo.....	75
<b>Tabla 38.</b> Peso Ponderado y Descriptor – Conocimiento Local sobre Ocurrencia Pasada de desastres .....	76
<b>Tabla 39.</b> Peso Ponderado y Descriptor – Existencia de la Normatividad Política y legal.....	76
<b>Tabla 40.</b> Peso Ponderado y Descriptor – Actitud frente al Riesgo .....	77
<b>Tabla 41.</b> Peso Ponderado y Descriptor – Campaña de Difusión .....	78
<b>Tabla 42.</b> Valor de la resiliencia social .....	78
<b>Tabla 43.</b> Análisis de la dimensión social.....	78
<b>Tabla 44.</b> Peso Ponderado y Descriptor – Localización de la Edificación.....	79
<b>Tabla 45.</b> Servicio Básico de Agua Potable y Saneamiento .....	79
<b>Tabla 46.</b> Servicio de las Empresas Eléctricas Expuestas.....	79
<b>Tabla 47.</b> Servicio de las Empresas de Distribución de Combustible y Gas.....	80
<b>Tabla 48.</b> Servicio de Empresas de Transporte Expuesto .....	80
<b>Tabla 49.</b> Área Agrícola.....	80
<b>Tabla 50.</b> Servicio de Telecomunicaciones.....	80
<b>Tabla 51.</b> Valor de la Exposición Económica.....	81
<b>Tabla 52.</b> Material de Construcción de la Edificación .....	81

---

---

<b>Tabla 53.</b> Estado de Conservación de la Edificación.....	81
<b>Tabla 54.</b> Antigüedad de Construcción de la Edificación.....	82
<b>Tabla 55.</b> Incumplimiento de Procedimientos Constructivos de acuerdo a Normatividad Vigente ....	82
<b>Tabla 56.</b> Topografía del Terreno .....	82
<b>Tabla 57.</b> Configuración de Elevación de las Edificaciones.....	83
<b>Tabla 58.</b> Valor de la Fragilidad Económica .....	83
<b>Tabla 59.</b> Población Económicamente Activa Desocupada.....	84
<b>Tabla 60.</b> Ingreso Familiar Promedio Mensual.....	85
<b>Tabla 61.</b> Organización y Capacitación Institucional .....	85
<b>Tabla 62.</b> Capacitación en temas de conservación del riesgo .....	86
<b>Tabla 63.</b> Valor de la Resiliencia Económica .....	86
<b>Tabla 64.</b> Análisis de la dimensión económica.....	86
<b>Tabla 65.</b> Deforestación .....	87
<b>Tabla 66.</b> Porcentaje de Deforestación.....	87
<b>Tabla 67.</b> Pérdida del Suelo .....	87
<b>Tabla 68.</b> Pérdida de Agua.....	88
<b>Tabla 69.</b> Valor de la Exposición Ambiental.....	88
<b>Tabla 70.</b> Características Geológicas del Suelo .....	88
<b>Tabla 71.</b> Explotación de Recursos Naturales.....	89
<b>Tabla 72.</b> Localización de Centros Poblados .....	89
<b>Tabla 73.</b> Valor de la Fragilidad Ambiental.....	89
<b>Tabla 74.</b> Conocimiento y Cumplimiento de Normatividad Ambiental .....	90
<b>Tabla 75.</b> Capacitación en temas de Conservación Ambiental .....	91
<b>Tabla 76.</b> Conocimiento Ancestral para Explotación Sostenible de sus recursos naturales .....	92
<b>Tabla 77.</b> Valor de la Resiliencia Ambiental .....	93
<b>Tabla 78.</b> Análisis de la dimensión Ambiental .....	93
<b>Tabla 79.</b> Valor de la vulnerabilidad.....	93
<b>Tabla 80.</b> Nivel de vulnerabilidad.....	94

---

<b>Tabla 81.</b> Efectos previos ocasionados a las estructuras .....	96
<b>Tabla 82.</b> Cercanía a una Fuente de Agua.....	96
<b>Tabla 83.</b> Intensidad Media en una Hora .....	96
<b>Tabla 84.</b> Valor del Fenómeno de Inundación .....	96
<b>Tabla 85.</b> Relieve .....	97
<b>Tabla 86.</b> Tipo de Suelo .....	97
<b>Tabla 87.</b> Cobertura Vegetal .....	97
<b>Tabla 88.</b> Uso Actual de Suelos .....	98
<b>Tabla 89.</b> Valor del Factor Condicionante .....	98
<b>Tabla 90.</b> Hidrometereológicos.....	98
<b>Tabla 91.</b> Geológico.....	99
<b>Tabla 92.</b> Inducido por la Acción Humana .....	99
<b>Tabla 93.</b> Inducido por la Acción Humana .....	99
<b>Tabla 94.</b> Valor del Factor Desencadenante .....	99
<b>Tabla 95.</b> Valor de la susceptibilidad.....	100
<b>Tabla 96.</b> Valor de la peligrosidad.....	100
<b>Tabla 97.</b> Nivel de peligrosidad .....	100
<b>Tabla 98.</b> Valor del nivel de riesgo .....	102
<b>Tabla 99.</b> Nivel de riesgo .....	102

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Ficha recolección de datos de precipitaciones máximas anuales .....	42
<b>Figura 2.</b> Ficha de parámetros físicos de subcuenca.....	43
<b>Figura 3.</b> Ficha para número de curva .....	43
<b>Figura 4.</b> Ficha formato de topografía .....	44
<b>Figura 5.</b> Curva intensidad-duración-frecuencia subcuenca Cascajal.....	56
<b>Figura 6.</b> Curva intensidad-duración-frecuencia subcuenca Tambo Real .....	56
<b>Figura 7.</b> Esquema del modelamiento hidrológico .....	61
<b>Figura 8.</b> Modelamiento hidráulico quebrada Cascajal Tr = 5 años .....	63
<b>Figura 9.</b> Modelamiento hidráulico quebrada Cascajal Tr = 10 años .....	64
<b>Figura 10.</b> Modelamiento hidráulico quebrada Cascajal Tr = 25 años .....	65
<b>Figura 11.</b> Modelamiento hidráulico quebrada Cascajal Tr = 50 años .....	66
<b>Figura 12.</b> Modelamiento hidráulico quebrada Cascajal Tr = 100 años .....	67
<b>Figura 13:</b> . Grupo Etario.....	69
<b>Figura 14.</b> Material de Conservación de la Edificación.....	71
<b>Figura 15.</b> Estado de Conservación de la Edificación .....	71
<b>Figura 16.</b> Antigüedad de construcción de la edificación .....	72
<b>Figura 17.</b> Configuración de elevación de las edificaciones.....	73
<b>Figura 18.</b> Capacitación en temas de gestión de riesgos.....	74
<b>Figura 19.</b> Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres .....	75
<b>Figura 20.</b> Actitud frente al riesgo .....	76
<b>Figura 21.</b> Campaña de difusión .....	77
<b>Figura 22.</b> Población económicamente activa o desocupada.....	83
<b>Figura 23.</b> Ingreso familiar promedio mensual (Nuevos soles).....	84
<b>Figura 24.</b> Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental.....	90
<b>Figura 25.</b> Capacitación en temas de conservación ambiental.....	91
<b>Figura 26.</b> Conocimiento Ancestral para Exportación Sostenible de sus Recursos Natural.....	92
<b>Figura 27.</b> Mapa de Vulnerabilidad por Inundación (CENEPRED).....	95
<b>Figura 28.</b> Mapa de Peligro por Inundación (CENEPRED) .....	100
<b>Figura 29.</b> Mapa de Riesgo por Inundación (CENEPRED).....	103

## Índice de ecuaciones

<b>Ecuación 1:</b> Tiempo de retardo .....	32
<b>Ecuación 2:</b> Abstracción inicial .....	32
<b>Ecuación 3:</b> Abstracción total .....	32
<b>Ecuación 4:</b> Precipitación media.....	33
<b>Ecuación 5:</b> Precipitación máxima .....	34
<b>Ecuación 6:</b> Intensidad de lluvia.....	34
<b>Ecuación 7:</b> Coeficiente de rugosidad .....	38
<b>Ecuación 8:</b> Tamaño de la muestra .....	40
<b>Ecuación 9:</b> Análisis de la dimensión social.....	48
<b>Ecuación 10:</b> Análisis de la dimensión económica.....	48
<b>Ecuación 11:</b> Análisis de la dimensión ambiental .....	49
<b>Ecuación 12:</b> Peligrosidad .....	50
<b>Ecuación 13:</b> Nivel de riesgo .....	51

## Índice de anexos

<b>Anexo 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA .....</b>	<b>113</b>
<b>Anexo 2. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....</b>	<b>114</b>
<b>Anexo 3. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....</b>	<b>115</b>
<b>Anexo 4. PRECIPITACIONES MÁXIMAS DE CADA AÑO DE ESTACIONES .....</b>	<b>118</b>
<b>Anexo 5. AJUSTE DE DISTRIBUCIONES PROBALÍSTICAS PARA DIFERENTES ESTACIONES .....</b>	<b>121</b>
<b>Anexo 6. ECUACIÓN DE REGIONALIZACIÓN .....</b>	<b>122</b>
<b>Anexo 7. GENERACIÓN DE ISOYETAS .....</b>	<b>125</b>
<b>Anexo 8. CÁLCULO DE PRECIPITACIÓN MEDIA SUBCUENCA CASCAJAL .....</b>	<b>134</b>
<b>Anexo 9. PRECIPITACIÓN MEDIA SUB CUENCA TAMBO REAL.....</b>	<b>137</b>
<b>Anexo 10. CÁLCULO DE HIETOGRAMAS DE PRECIPITACIÓN SUBCUENCA TAMBO REAL...139</b>	
<b>Anexo 11. INTENSIDAD .....</b>	<b>140</b>
<b>Anexo 12. CÁLCULO DE HIETOGRAMAS DE PRECIPITACIÓN SUB CUENCA CASCAJAL145</b>	
<b>Anexo 13. DELIMITACIÓN DE SUB CUENCA TAMBO REAL .....</b>	<b>151</b>
<b>Anexo 14. DELIMITACIÓN DE SUB CUENCA CASCAJAL .....</b>	<b>152</b>
<b>Anexo 15. MAPA -09 COBERTURA VEGETAL SUB CUENCA TAMBO REAL .....</b>	<b>153</b>
<b>Anexo 16. MAPA COBERTURA VEGETAL SUB CUENCA CASCAJAL .....</b>	<b>154</b>
<b>Anexo 17. MODELAMIENTO HIDROLÓGICO CON EL SOFTWARE HEC-HMS 4.12.....</b>	<b>155</b>
<b>Anexo 18. RESULTADOS DE CAUDALES MÁXIMOS Y DIAGRAMA UNITARIO .....</b>	<b>157</b>
<b>Anexo 19. MODELAMIENTO HIDRÁULICO .....</b>	<b>160</b>
<b>Anexo 20. MODELAMIENTO HIDRÁULICO – RESULTADOS DE VELOCIDAD .....</b>	<b>164</b>
<b>Anexo 21. MODELAMIENTO HIDRÁULICO – RESULTADOS DE TIRANTE .....</b>	<b>166</b>
<b>Anexo 22. PERFIL LONGITUDINAL – QUEBRADA CASCAJAL.....</b>	<b>169</b>
<b>Anexo 23. SECCIÓN TRANSVERSAL .....</b>	<b>170</b>
<b>Anexo 24. FORMATO DE ENCUESTAA .....</b>	<b>174</b>
<b>Anexo 25. VALIDACIÓN DE ENCUESTA .....</b>	<b>176</b>
<b>Anexo 26. RESULTADOS DE LA ENCUESTA .....</b>	<b>182</b>
<b>Anexo 27. ANALISIS DE VULNERAVILIDAD .....</b>	<b>186</b>
<b>Anexo 28. ANALISIS DE PELIGROSIDAD .....</b>	<b>206</b>
<b>Anexo 29. PANEL FOTOGRAFICO .....</b>	<b>211</b>
<b>Anexo 30. DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICAS - ESTACIÓN BUENA VISTA .....</b>	<b>223</b>
<b>Anexo 31. DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICAS - ESTACIÓN MOLLEPATA .....</b>	<b>226</b>
<b>Anexo 32. DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICAS - ESTACIÓN SIHUAS .....</b>	<b>229</b>
<b>Anexo 33. CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD DEL DRON. ....</b>	<b>232</b>

## Resumen

La presente tesis tiene el propósito de evaluar el riesgo y la vulnerabilidad ante un posible desborde de la quebrada Cascajal en el sector Tambo Real, así como realizar su estudio hidrológico para determinar caudales máximos en los tiempos de retorno de 5,10,25,50 y 100 años, para luego desarrollar su simulación hidráulica usando el programa HEC-RAS 6.5 para determinar los posibles desbordes e inundaciones en el centro poblado, por último, proponer medidas de control y prevención ante un posible desborde.

La metodología posee un enfoque cuantitativo no experimental ya que se buscó recopilar datos de las variables para posteriormente analizarlos y describirlos sin modificación alguna. Se determinó que el centro poblado de Tambo Real se encuentra en un riesgo y vulnerabilidad alta, esto principalmente al nivel socioeconómico, el estado de construcción de las edificaciones y su cercanía a una fuente de agua, se determinó también, que el agua desborda del dique actual llegando a la base de las viviendas, generando la socavación así como colapso de estructuras cercanas de viviendas, fábricas y puente de acceso al pueblo que actualmente se encuentra deteriorado.

*Palabras clave: Desborde, quebrada, riesgo, vulnerabilidad*

### **Abstract**

The purpose of this thesis is to evaluate the risk and vulnerability to a possible overflow of the Cascajal stream in the Tambo Real sector, as well as to carry out its hydrological study to determine maximum flows in the return times of 5,10,25,50 and 100 years, to then develop its hydraulic simulation using the HEC-RAS 6.5 program to determine possible overflows and floods in the town center, finally, propose control and prevention measures in the event of a possible overflow

The methodology has a non-experimental quantitative approach since it sought to collect data on the variables to later analyze and describe them without any modification. It was determined that the population center of Tambo Real is at high risk and vulnerability, this mainly due to the socioeconomic level, the state of construction of the buildings and their proximity to a water source. It was also determined that the water overflows from the dam. current reaching the base of the homes, generating the undermining as well as the collapse of nearby housing structures, factories and the access bridge to the town that is currently deteriorated.

***Keywords:*** *Overflow, ravine, risk, vulnerability*

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Descripción del problema

En la quebrada Cascajal se ha registrado desbordes afectando a parte de la población, así como grandes áreas de cultivos, esto debido a las intensas lluvias causado por fenómenos naturales, un ejemplo de esto es el fenómeno del Niño Costero, que en 2017 afectó a gran parte del sector tambo real, ocasionando desbordes de la quebrada, generando daños materiales a las viviendas, fabricas cercanas, así como cultivos de esta localidad. En el 2023 también ocurrió una inundación de mayor envergadura ocasionando el colapso de algunas casas y la inundación de algunos sectores, de ocurrir un desborde superior al registrado estaríamos presenciando consecuencias catastróficas, en caso aumente la magnitud del fenómeno que afectaría al pueblo de tambo real.

El evento natural más reciente se produjo en 2023, cuando la temporada de lluvias en Perú estuvo caracterizada por varios fenómenos climáticos, incluido el ciclón Yaku, el primero registrado en esta región del Pacífico en 40 años, seguido de un calentamiento anómalo. Las olas en las aguas frente a la costa del país llevaron a las autoridades a emitir advertencias sobre el fenómeno El Niño. Estas inundaciones han causado importantes daños a personas y bienes, provocando un 66% de daños. Según información oficial, el número de personas afectadas es de 67.200 y el número de afectados es de 391.000.

Las inundaciones no sólo han afectado las viviendas de miles de residentes (146.539), sino que también han destruido sus medios de supervivencia y transporte. Además, en todo el país se han reportado un total de 99 fallecidos y 13 desaparecidos.

El desborde de ríos son fenómenos naturales que ocurre cuando el nivel del agua aumenta considerablemente, que puede soportar por lo cual sale de su cauce original originando muchos perjuicios para localidades cercanas. Se sabe que el Niño costero es cuando ocurre un

aumento drástico de la temperatura del mar a unos 100 metros de su superficie. Y este calentamiento también aumenta de 3 a 5 grados centígrados, esto genera mayor agua evaporada, lo que causa lluvias intensas.

Algunos casos de desborde e inundaciones lo cual generan gran vulnerabilidad a los habitantes, según la investigación de la revista Milenio el 8 de junio de 2023 al menos 20 viviendas resultaron afectadas y más de 15 vehículos arrastrados por la corriente fueron las consecuencias de las inundaciones registradas en Alcanfores, Naucalpan, Estado de México (Milenio, 2023).

Según (Giraldo, 2023) el río Tumbes se desbordó debido a la presencia de fuertes lluvias. Este desbordamiento tuvo consecuencias significativas, afectando aproximadamente a 500 viviendas en la localidad de Bellavista, en la región de Tumbes. Además de los daños a las viviendas, también se indicó que las áreas de cultivo en el sector se encuentran en peligro, lo que pone en riesgo la producción agrícola y la seguridad alimentaria de la zona.

En la región de Lambayeque, el incremento del caudal del río La Leche provocó su desbordamiento, lo que causó un significativo daño a las áreas agrícolas. Además, se reportó que varias personas tuvieron que ser rescatadas por la Fuerza Aérea debido a la emergencia (Perú.21, 2023).

(SENAMHI, 2021) ha abordado el tema de las inundaciones a nivel nacional, revelando que entre los años 2004 y 2020 se registraron 46 eventos de este tipo en Lima Metropolitana. Aunque las áreas afectadas actualmente no son consideradas críticas, representan zonas susceptibles a futuros desastres. Esta tendencia sugiere que el número de inundaciones podría aumentar con el tiempo, lo que subraya la naturaleza recurrente de estos eventos en ciertos distritos. Estas inundaciones no solo causan daños materiales a las viviendas, sino también

afectan a la población, lo que subraya la necesidad de medidas preventivas y de gestión de riesgos adecuadas.

Según el (INDECI, 2023), el río Grande se desbordó en la localidad de Santa Ana, ubicada en el distrito y provincia de Casma, como consecuencia de las intensas lluvias que provocaron un aumento considerable en su caudal. Este desbordamiento resultó en daños significativos a las viviendas, afectó extensas áreas de cultivo y puso en peligro a la población local.

El Centro Regional de Emergencia Regional (COER) de Ancash reportó inundaciones en el distrito de Suchas, provincia de Aija, debido a las fuertes lluvias que dañaron viviendas. Se llevó a cabo una evaluación preliminar de los daños, la cual reveló que 30 viviendas resultaron afectadas y una quedó en condiciones tales que no puede ser habitada (COER, 2023).

El desbordamiento del río Shasar tuvo graves consecuencias en el centro poblado de Acopalca, ubicado en la región de Ancash. Este evento provocó la inundación de numerosas viviendas, causando daños considerables a la infraestructura local. Además, las aguas desbordadas arrasaron con extensas áreas de tierras agrícolas, lo que afectó la producción y los medios de subsistencia de los agricultores de la zona. La inundación también resultó en la pérdida de decenas de animales de corral, lo que agravó aún más el impacto económico y social en la comunidad (LaRepublica, 2022).

Este trabajo es importante ya que se logrará analizar los riesgos y la vulnerabilidad de este distrito ante un posible desborde, este estudio ayudará a tomar medidas preventivas, así como una mejor gestión en el manejo de defensas rivereñas para evitar daños a este distrito.

Se debe estudiar el quebrada cascajal con el fin de determinar los efectos negativos que podría llegar a causar al desbordarse, analizar el recorrido para calcular por donde es más propenso su desborde para tomar las correctas medidas de seguridad

## **1.2. Formulación del problema**

Este trabajo es importante ya que se logró analizar los riesgos y la vulnerabilidad del centro poblado de Tambo Real ante un posible desborde, este estudio ayudará a tomar medidas preventivas, así como una mejor gestión en el manejo de defensas rivereñas para evitar daños a este distrito.

Se debe estudiar la quebrada Cascajal con el fin de determinar los efectos negativos que podría llegar a causar al desbordarse, analizar el recorrido para calcular por donde es más propenso su desborde para tomar las correctas medidas de seguridad, se planteó la siguiente interrogante:

**¿Cuál es el riesgo y vulnerabilidad ante un posible desborde de la quebrada Cascajal en el sector de Tambo Real?**

## **1.3. Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

- Evaluar el riesgo y la vulnerabilidad ante un posible desborde de la quebrada Cascajal en el sector Tambo Real.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Realizar un estudio hidráulico e hidrológico de la quebrada Cascajal.
- Desarrollar un modelamiento de la quebrada cascajal en el sector tambo real usando el programa HEC-RAS para determinar los posibles desbordes y las inundaciones en el centro poblado
- Calcular el nivel de riesgo y vulnerabilidad en el centro poblado de Tambo Real.
- Proponer medidas de control y prevención ante un posible desborde.

#### **1.4. Formulación de la hipótesis**

El riesgo y vulnerabilidad en el centro poblado Tambo Real ocasionado por un desborde de la quebrada Cascajal es alto.

#### **1.5. Justificación e Importancia**

Las comunidades están en riesgo de inundaciones debido a la mala planificación territorial y las limitaciones económicas que obligan a que las personas construyan sus casas en áreas de riesgo a inundaciones. Esto crea una situación peligrosa donde no son únicamente los fenómenos naturales los que provocan los desastres, sino las elecciones de la sociedad las que hacen que estas amenazas sean aún más peligrosas para quienes se encuentran en sectores vulnerables (Vergara, 2011).

Para evaluar adecuadamente el riesgo y la vulnerabilidad del centro poblado de Tambo Real ante posibles inundaciones provocadas por el desbordamiento de la quebrada Cascajal, es fundamental llevar a cabo una investigación detallada. Justificadamente consideramos que esta investigación es necesaria ya que permitirá la implementación de acciones preventivas y mitigadoras basadas en un análisis de riesgo y vulnerabilidad de inundaciones.

La importancia de esta investigación radica en la preocupación por un posible desborde de la quebrada Cascajal, por lo que una evaluación de riesgo y vulnerabilidad ayuda a alertar a la población los daños económicos y sociales que podría causar dicho fenómeno; ofreciendo así un soporte para planificar los parámetros de prevención.

Se establecen un precedente para el diseño y obtención de parámetros de prevención, tales como la capacitación de la población para una respuesta oportuna durante emergencias y generar una educación de prevención.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Internacionales

Según (Adama, 2022) detecto y mapeo las áreas de inundación en Fogera – Dera Floodplain, Etiopía, que sufrió inundaciones durante la temporada de lluvias. Este estudio utilizó dos métodos para identificar las zonas de inundación propensas a las lluvias. Primero, se mapearon las áreas vulnerables mediante el procesamiento y análisis de imágenes SAR con el software SNAP. Esto permitió obtener una imagen clara con coordenadas geográficas utilizando el DEM topográfico. Luego, al analizar esta imagen con el método del histograma, se interpretaron los píxeles para identificar las áreas que podían inundarse y las que no. El segundo método fue el modelado hidrodinámico 2D con HEC-RAS, que usó imágenes DEM como datos de entrada para realizar diversas simulaciones de inundaciones en fechas y horas específicas, basadas en datos históricos, con el fin de calibrar el software y generar un mapa del área inundada.

Por otro lado, (Duarte, 2021) analizó el riesgo por las inundaciones que afectan en ciudad de Tijuana, México, se utilizó una metodología para la elaboración de mapas de riesgos por inundación para determinar cuán peligrosa es la situación, se recopiló datos sobre la altura del terreno y la cantidad de agua, simuló diferentes posibilidades de inundación y evaluó qué tan vulnerables son las casas. Por último, se calculó el riesgo esperado dentro de 25 años y los resultados mostraron que alrededor de 8,072 hectáreas se vieron afectadas por las inundaciones, y el 4% de la población se vio directamente afectada.

Por otro lado, (Sanabria, 2021) se llevó a cabo un análisis de los modelos HEC RAS e IBER en las áreas de riesgo del departamento de Casanare, Colombia. De acuerdo con las simulaciones realizadas mediante estos softwares y la información proporcionada por Punta

Yopal-Casanare, se identificó que la ciudad de Morichal, situada en el centro, enfrenta un riesgo significativo de inundaciones. Adicionalmente, en la zona adyacente a la ronda hídrica, se observó un problema que afecta las propiedades rurales, así como áreas de cultivos y ganadería susceptibles a inundaciones.

Según (Sierra, 2020) evaluó el riesgo de inundación causado por el desbordamiento del estero Bellavista en Chile, los resultados del modelo hidráulico indican que la probabilidad de inundación en la zona de Bellavista es muy baja. Asimismo, el análisis de la vulnerabilidad y la exposición del área urbana de Bellavista muestra que la mayoría de los residentes tienen un bajo riesgo de sufrir daños por inundación. Por último, los periodos de retorno de 50 y 100 años no identifican áreas con un riesgo muy alto de inundación.

### **2.1.2 Nacionales**

(Gonzales, 2022) en su investigación, evaluó el riesgo de inundación de la quebrada San Idelfonso en Trujillo, con el objetivo principal de determinar el nivel de riesgo de inundación. Para esta evaluación, se utilizaron los softwares ArcGIS, Google Earth e Hydrognomon. Además, se realizaron encuestas para recopilar opiniones que contribuyeron a determinar la vulnerabilidad de la zona analizada. Las conclusiones indicaron que el nivel de riesgo de inundación de la quebrada San Idelfonso en el Distrito de El Porvenir es alto, con un valor de 0.052 según el intervalo de la matriz de riesgo. Además, el nivel de peligrosidad por inundación fue de 0.234, clasificándose como alto riesgo según el intervalo de la matriz de peligrosidad. La vulnerabilidad también fue alta, con un valor de 0.222 según el intervalo de la matriz de vulnerabilidad. Basándose en lo anterior, se sugirieron alternativas de mitigación, incluyendo inversiones en obras estructurales como diques y enrocados, así como medidas no estructurales como capacitaciones en gestión de riesgos, campañas de limpieza del cauce y evaluación del reasentamiento de poblaciones en áreas vulnerables cercanas a la quebrada San Idelfonso.

Según (Lara, 2021) Se analizaron los niveles y áreas de riesgo de inundación en el caserío Santa Rosa de Shapajilla, ubicado en Huánuco. Se identificaron las zonas con mayor riesgo de inundaciones utilizando el método CENEPRED y se empleó el modelado HEC-RAS para calcular los peligros. Por otro lado, la vulnerabilidad se evaluó mediante el procesamiento de 242 encuestas en ArcGIS. Se determinó el nivel de riesgo en el corregimiento de Santa Rosa de Shapajilla mediante el cálculo de los valores de peligro y vulnerabilidad. Mayoritariamente, se encontró que el área de estudio presenta un nivel de riesgo alto, abarcando un 60,3%.

Según (Carrillo, 2021) evaluó el nivel de riesgo por inundaciones en la cuenca del río Huallaga en el sector San Rafael, Huánuco, en el año 2019. Se determinaron los niveles de amenaza, vulnerabilidad y riesgo utilizando el manual de evaluación de riesgo de inundaciones fluviales como referencia. Se empleó el software HEC-RAS para identificar áreas inundables según diferentes períodos de retorno y calcular los niveles de peligro en el sector de San Rafael de la cuenca del río Huallaga. Se utilizaron indicadores para analizar las vulnerabilidades correspondientes. Como conclusión, se determinó que el nivel de riesgo en esta área fue clasificado como medio.

### **2.1.3 Locales**

Según (Valderrama & Yataco, 2024) en su investigación analizó las inundaciones del C.P. Cascajal producido por la activación de la quebrada Cascajal – del distrito de Chimbote. El tramo de estudio fue de aproximadamente 4.0 Km, realizaron un modelamiento hidráulico empleando el software Hec-RAS y Hec-GeoRas. Obtuvieron caudales máximos de 16.5 m<sup>3</sup>/s y 29 m<sup>3</sup>/s para  $t_r = 25$  así como  $t_r = 50$  años. También se identificó 9.19 km<sup>2</sup> de áreas inundadas totales y 5.03 km<sup>2</sup> de áreas de cultivo

(Diestra, 2021) indica que su investigación se centró en calcular los caudales máximos del río Pomabamba, Ancash, en el mismo año, con el fin de mapear las zonas susceptibles a inundaciones. El objetivo principal fue analizar cómo los aspectos físicos de la cuenca afectan

el comportamiento hidráulico de las crecidas máximas, identificar y medir las áreas inundables generadas por estos caudales y establecer un indicador de vulnerabilidad frente a las amenazas de inundación provocadas por el río Pomabamba. Los caudales máximos de diseño del río Pomabamba son fundamentales para identificar las áreas propensas a inundaciones. Conforme el nivel del agua en el río aumenta, también se expanden las áreas afectadas por las inundaciones.

Según (Muñoz, 2020) evaluó el riesgo de inundación en la quebrada Río Seco, Huaraz, entre 2015 a 2020, determinando el nivel de peligrosidad. Este riesgo se debe a que algunas viviendas han invadido la faja marginal, reduciendo así el cauce natural de la quebrada. El análisis reveló un alto nivel de vulnerabilidad, determinado mediante la metodología de la matriz Saaty y ArcGIS, siendo más vulnerables las viviendas situadas en áreas propensas a inundaciones. Al evaluar la peligrosidad y la vulnerabilidad, se concluyó que el nivel de riesgo es alto, las zonas más riesgosas incluyen las viviendas ubicadas desde la altura del puente Taclán en la margen derecha hasta la altura del Jr. Horacio Zevallos.

Según los autores (Flores Zavaleta & Salazar Vercelli, 2019) realizaron una propuesta de mejora sobre las inundaciones vulnerables del río Sechin Alto, Casma, en el 2019, se determinaron los rangos de vulnerabilidad aplicando el método de comparación de pares, obteniendo como resultado rangos para los cuatro niveles de vulnerabilidad en el tramo de estudio, donde el nivel mínimo de vulnerabilidad es de 0.002 y el máximo nivel comprende 0.5578 se determinó que la propensión del río Sechín a las inundaciones está directamente influenciada por su vulnerabilidad, causada por los diversos factores presentes a lo largo del tramo analizado, las cuales conllevan a que el río no pueda contener todo el caudal que transcurre y se genere desbordes.

(Valdez, 2019), su propósito fue evaluar el riesgo de desastres por inundación en Aquia, Ancash, mediante el análisis de la situación actual de la quebrada Pomay en la cuenca

hidrográfica del río Pativilca. Se buscó obtener datos oficiales como base técnica para ayudar en el análisis de inundaciones y proponer acciones para la prevención de inundaciones en Aquia. Además, se planificó realizar una simulación utilizando estándares críticos y establecer un sistema de alerta temprana para prevenir el riesgo de inundaciones en la localidad. El objetivo fue proporcionar información a la población y crear conciencia con los datos recopilados. Durante la simulación de las crecidas máximas del río Pomay, se determinó que el caudal máximo, calculado mediante la fórmula del Instituto Italo Latinoamericano (IILA), sería de 107.25 m<sup>3</sup>/seg. Este caudal podría provocar daños en la localidad de Aquia, mostrando una alta susceptibilidad a posibles inundaciones que afectarían la zona urbana de dicha localidad.

Según (Aguilar & Rodriguez, 2019) en su investigación de la evaluación del riesgo y vulnerabilidad en Nuevo Chimbote causado por una precipitación intensa en la quebrada San Antonio determinó nivel de vulnerabilidad alto y riesgo alto. El estudio se elaboró mediante el uso del Manual de Estimación del Riesgo ante Inundaciones Pluviales (CENEPRED). También determinaron las zonas más propensas de vulnerabilidad.

## **2.2. Marco Conceptual**

### **2.2.1 Quebrada.**

Son consideradas como rasgos geográficos naturales, se caracterizan como microcuencas, que son trayectos de agua generalmente más pequeños que los ríos principales y que desembocan en ellos (WMOU, 2013).

Además, desempeñan un papel crucial en el drenaje de agua de las regiones montañosas, lo que puede ayudar a prevenir inundaciones y erosionar el paisaje con el tiempo. Sin embargo, debido a su tamaño más reducido y a menudo a su ubicación en áreas empinadas, las quebradas pueden ser más propensas a desbordamientos repentinos y a deslizamientos de tierra durante eventos climáticos extremos (Yarham & Robinson, 2011)

**2.2.1.1. Evaluación hidráulica.** Según (Chow, Maidmen, & Mays, 1994), menciona que, para realizar la evaluación hidráulica, primero se debe evaluar la subcuenca hidrográfica donde intercepta el alineamiento del tramo que se pretende analizar, cuyo propósito es pronosticar el flujo de diseño para determinar los diferentes ciclos de repetición y efectos de inundación. Cuando el objetivo es mostrar las características físicas del canal principal, incluyendo su superficie, pendiente, longitud, forma y topografía., así como identificar cambios hechos por el hombre tales como embalses, presas, canales o estructuras que además pueden cambiar las características del sumergible hidráulico canal.

**2.2.1.2. Riesgo de inundación.** Es la probabilidad de que ocurran inundaciones en un área específica y los impactos adversos que estas inundaciones pueden tener en las personas, la infraestructura, el medio ambiente y la economía. Este riesgo puede ser influenciado por una variedad de factores, que van desde condiciones climáticas hasta características geográficas y acciones humanas (Fajardo, 2022).

### **2.2.2. Desborde**

El desborde se refiere al fenómeno en el cual un cuerpo de agua, como un río, arroyo o embalse, excede su capacidad normal y se sale de sus márgenes habituales, inundando áreas circundantes (OAS, 2000).

Puede ser causado por lluvias intensas, fusión de nieve, deshielo repentino, obstrucciones o deslizamientos de tierra. Los desbordamientos pueden tener graves consecuencias, incluyendo pérdida de vidas, daños a la propiedad e impacto ambiental (MINAM, 2011).

### **2.2.3. Vulnerabilidad**

Abarca la evaluación de elementos de exposición, vulnerabilidad y capacidad de recuperación. El resultado generalmente se debe a la presencia de personas en áreas propensas a amenazas que surgen por problemas la población no tiene conocimiento de las condiciones

físicas del terreno en el que se instalan o el proceso de construcción. Por un lado, la capacidad de recuperación, que se convierte en la respuesta de una población o de una persona ante los daños causados por un determinado fenómeno natural y su capacidad de recuperación. (RUBEN, 2017)

**2.2.3.1. Evaluación de vulnerabilidad.** Para la investigación, la susceptibilidad se enfoca en respaldar la identificación y descripción de los elementos expuestos, en una ubicación geográfica particular, a los efectos adversos de un riesgo (INDECI, 2011).

Después de identificar los factores de riesgo, se determina y analiza los tipos de vulnerabilidad, los cuales están relacionados directa e indirectamente con la probabilidad de inundación, se identificarán, evaluarán y analizarán otros indicadores entre sí que reflejarán los niveles de sensibilidad, debilidad y capacidad que describe una condición específica en términos de espacio y tiempo que afecta la vulnerabilidad del área (INDECI, 2011).

#### **2.2.4. Riesgo**

Se define como la probabilidad de que ocurra un evento dañino en una ubicación específica y dentro de un tiempo determinado. Este concepto se construye a partir de la combinación de tres elementos fundamentales: el peligro o amenaza, que es la posibilidad de que el evento ocurra; la vulnerabilidad de la zona, que señala las características que pueden aumentar el daño potencial; y la exposición, que se refiere a los elementos presentes en la zona que podrían ser afectados por el evento (CENEPRED, 2014).

El riesgo es una combinación compleja de diversos factores que interactúan para determinar el potencial de daño en una determinada área. Este riesgo no solo se basa en la posibilidad de ocurrencia de un evento natural o antropogénico, sino también en cómo las características y acciones humanas influyen en la magnitud y el impacto de dicho evento. una intersección de la amenaza de eventos peligrosos, la vulnerabilidad de las áreas afectadas, y la exposición de elementos valiosos a esos eventos (UNDRR, 2004).

**2.2.4.1. Evaluación de riesgo.** La evaluación de riesgos es un componente esencial en la gestión de desastres naturales y eventos inducidos por la actividad humana. Para asegurar una evaluación precisa y efectiva, es imperativo que esta tarea sea llevada a cabo por profesionales altamente capacitados en diversas disciplinas. Estos especialistas deben formar parte de las oficinas y/o Comités de Defensa Civil, garantizando así una respuesta coordinada y competente ante la presencia potencial o inminente de cualquier peligro (INDECI, 2006).

#### **2.2.5. HEC-RAS**

Abreviado de "Centro de Ingeniería Hidrológica - Sistema de Análisis de Ríos", es un software de modelado hidráulico unidimensional que ofrece diversas funcionalidades, incluyendo; Simulación de flujo en condiciones estables, Análisis de flujo en régimen no estacionario, Modelado del transporte de sedimentos, Evaluación de la calidad del agua. Su propósito central consiste en llevar a cabo investigaciones sobre inundaciones y delimitar áreas propensas a inundaciones mediante la simulación de corrientes, tanto en cursos de agua naturales como en aquellos de origen humano (GIS, 2015).

#### **2.2.6. Modelación hidrológica**

Actualmente, estos modelos se utilizan para el análisis y prevención de inundaciones, además, se pueden utilizar supuestos suficientemente realistas o predecibles para asegurar un cierto grado de confianza en la toma de decisiones tanto en la planificación de las zonas circundantes a los ríos como en los mismos, a la demanda; soporte y operación adecuados de las normas de diseño de ingeniería y infraestructura. Si las fuertes lluvias pueden crear condiciones peligrosas, incluso se puede alertar a la defensa civil y desarrollar protocolos de acción (Estrada & Pacheco, 2012)

### ***2.2.7. DEM - modelo de elevación digital***

La elevación digital es un concepto de medición de altura que se realiza con equipos especializados de fotografía o videocámaras, esto genera un modelo de valores absolutos de altura que al ser procesados se puede obtener un terreno en 3d de manera más precisa y detallada. El término se puede usar para describir un arreglo rectangular o hexagonal de muchos puntos en el espacio con valores de la altura obtenidos por métodos cartográficos o fotogramétricos (Fallas, 2007)

### ***2.2.8. Subcuenca***

Es una parte de una cuenca más grande, se representa como un área que posee un sistema de corrientes, tales que originan un escurrimiento y se descarga por medio de una salida, que puede ser un río, dren, quebrada (Linsley, 1993)

### ***2.2.9. Tiempo de concentración***

(Monsalve, 2005) define como el tiempo mínimo necesario para en todos los lugares de una cuenca se esté aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de aforo o salida. Se puede entender también como el tiempo que demora en llegar a la salida de la cuenca o subcuenca el agua que procede del punto más alejado de la misma, mientras la cuenca tenga puntos más alejados el tiempo de concentración será mayor, ya que demoraría en concentrarse hasta llegar al aforo o salida.

**Tabla 1**
*Formulas del tiempo de concentración*

MÉTODO TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	FORMULA
Método de Passini	$t_c = 0.085 \times \left(\frac{A^{0.3}L^{0.5}}{S^{0.5}}\right)$
Método Australiano	$t_c = \frac{58L}{A^{0.1}S^{0.2}}$
Método de Giandotti	$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}$
Método De Temez	$t_c = 0.28 \times \left(\frac{L}{\sqrt[4]{S}}\right)^{0.76}$
Método de Cuerpo De Ingenieros De Ee Uu	$t_c = 0.1 \times \frac{L^{0.7}}{S^{0.1}}$
Método De Johnstone Cross	$t_c = 2.6 \times \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.5}$
Método de Scs Ranser	$t_c = 0.947 \times \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$
Método de Clark	$t_c = 0.335 \times \left(\frac{A}{S^{0.5}}\right)^{0.593}$
Método de Ven Te Chow	$t_c = 0.213 \times \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.64}$
Método de Kirpich	$t_c = 0.06628 \times \left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.77}$
Método de Williams	$t_c = 0.61 \times \left(\frac{L}{A^{0.1}S^{0.25}}\right)$
Método de Dooge	$t_c = 0.3 \times \frac{A^{0.4}}{S^{0.1}}$

Tc = Tiempo de concentración (Hrs)

Lc = Longitud del cauce (Km)

S = Pendiente (m/m)

H = Desnivel total del cauce principal (m)

A = Área de la cuenca en Km<sup>2</sup>

### 2.2.10. Tiempo de Retardo

El tiempo de retardo o lag time es el intervalo de tiempo entre el centroide de la tormenta y el momento en que se produce la caudal punta del hidrograma. Este tiempo depende del periodo de retorno de la lluvia y se puede calcular como un porcentaje del tiempo de concentración de la cuenca, (Martinez & Ruiz, 2012).

**Ecuación 1:** Tiempo de retardo

$$T_r = 0.6 * T_c$$

### 2.2.11. Abstracción inicial

Se refiere a la infiltración durante los primeros momentos de la tormenta, y el almacenaje superficial de pequeñas depresiones del terreno (Chow, 1994)

**Ecuación 2:** Abstracción inicial

$$I_a = 0.2 * S$$

**Ecuación 3:** Abstracción total

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

### 2.2.12. Periodo de retorno

Se define como la frecuencia con la que puede presentarse un evento, normalmente es expresado en años, de acuerdo a eso se puede determinar los efectos comparando con un evento máximo pasado, el cual podría ser igualado o superior, (Melice & Reason, 2007).

El periodo de retorno se puede determinar de acuerdo a los niveles de intensidad presentes en el área de estudio (INDECI, 2011).

**Tabla 2**

*Periodo de retorno*

Niveles de intensidad	Periodo de retorno en años (T)
Muy Alta	1 < T < 5 años
Alta	5 < T < 15 años
Media	15 < T < 50 años
Baja	50 < T < 200 años o más

### 2.2.13. Método de isoyetas

Este método es el más preciso para determinar la precipitación media, se realiza a través de la interpolación entre valores de precipitaciones de estaciones, para realizar este método se debe ubicar las estaciones en coordenadas UTM con el valor de precipitaciones para luego interpolarlas como sucede en las curvas de nivel y con cada valor de estas isoyetas se multiplica el promedio entre las dos isoyetas por el área que comprende, se realiza una sumatoria total y se divide entre el área de la cuenca (Martinez & Ruiz, 2012)

La precipitación promedio usando el método de las isoyetas emplea la siguiente formula:

**Ecuación 4:** Precipitación media

$$P_m = \frac{\sum_{j=1}^m \left( \frac{P_{j+1} + P_j}{2} \right) * area}{\sum areas}$$

P<sub>m</sub>: Precipitación media

P<sub>j</sub>: Precipitación isoyeta j

P<sub>J+1</sub>: Precipitación isoyeta j+1

m: Total de isoyetas

### 2.2.14. Intensidad de lluvia

Se define como la cantidad de agua que llueve con respecto a una unidad de tiempo es decir es el cociente de la precipitación en un tiempo determinada sobre la duración de la precipitación total, por lo que, al aumentarse el tiempo de duración de la lluvia, la intensidad disminuye, (MTC, 2011)

### **Ecuación 5:** Precipitación máxima

$$p_D = P_{24h} * \left(\frac{D}{1444}\right)^{0.25}$$

PD =precipitación máxima de duración D en mm

P21h = precipitación máxima de 24 horas en mm

D = duración de la precipitación

### **Ecuación 6:** Intensidad de lluvia

$$I = \frac{P_D}{D}$$

PD = precipitación máxima de duración D, en mm

D = duración de la precipitación

I = intensidad de lluvia

#### **2.2.15.** Grupo hidrológico del suelo

(Villegas, 2017) Es un conjunto de suelos que se comportan de manera similar frente a la generación de escorrentía. Estos grupos se clasifican en A, B, C y D, y corresponden a un potencial de escorrentía que se explican de mejor manera a continuación:

**Grupo A:** Este suelo tiene bajo potencial de escurrimiento aun cuando están saturados tienen menos del 10% de arcilla y más del 90% de la arena y/o Comprenden terrenos profundos sueltos (arenosos-limosos, arenoso, etc.)

**Grupo B:** Pertenece a los suelos con moderada capacidad de infiltración cuando sea encuentran con humedad poseen de entre un 10% a 20% de arcilla y de entre un 50% a 90% poseen textura franco- arenosa de mediana profundidad y los francos profundos.

**Grupo C:** Estos suelos poseen escasa capacidad de infiltración una vez saturados los cuales son más impermeables, están compuestos de entre un 20% a 40% de arcilla y menos de un 50% de arena posee una textura franco – arcillosa o arcillosa.

**Grupo D:** estos suelos presentan elevado nivel de escorrentía son suelos de mucha impermeabilidad con la presencia de arcilla en su mayor parte

**Tabla 3**

*Grupos hidrológicos*

<b>Grupo hidrológico del suelo</b>	<b>Infiltración cuando están muy húmedos</b>	<b>Características</b>	<b>Textura</b>
<b>A</b>	Rápida	Alta capacidad de Infiltración >76 mm/h	Arenosa Arenosa-limosa Franca
<b>B</b>	Moderada	Capacidad de infiltración 76-38mm/h	Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa
<b>C</b>	Lenta	Capacidad de infiltración 36-13mm/h	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa
<b>D</b>	Muy lenta	Capacidad de Infiltración <13 mm/h	Arcillosa

**2.2.16. Número de Curva.**

Es un parámetro hidrológico que se utiliza para calcular la precipitación efectiva que produce una tormenta en una zona determinada, se determina a partir de características físicas del territorio como el grupo hidrológico, la cobertura vegetal, el uso del suelo, la pendiente media (MTC, 2011)

**2.2.17. Cálculo del Número de Curva (CN).**

El modelo de numero de curva es un modelo empírico que calcula la escorrentía superficial generado por las precipitaciones, bajo diferentes tipos de suelo y de cobertura vegetal desarrollados por el USDA Soil Conservation Service Para determinar el número de curva que se usara en el área de estudio se empleó los datos del grupo hidrológico y la descripción del uso de la tierra o cobertura vegetal, (SCS.1991).

**Tabla 4**

*Uso de la tierra y grupo hidrológico*

<i>Descripción del uso de la tierra</i>	<i>Grupo hidrológico</i>			
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
Cuerpos de agua	100	100	100	100
Nevados	98	98	98	98
Centros poblados	77	85	90	92
Cultivos/Áreas intervenidas	62	71	78	81
Matorral arbustivo abierto	45	66	77	83
Pradera en zona de clima frío	68	79	86	89
Sabana de árboles leñosos	45	66	79	83
Sabana hidromórfica	25	55	60	77
Selva lluviosa tropical	25	55	60	77
Selva lluviosa tropical con bambúes	25	55	60	77
Selva temporal de hojas anchas	25	55	60	77
Selva hidrofílica	39	61	74	80
Desierto en zona de clima árido	72	81	88	91

*Fuente:* ANA (Generación Del Mapa Temático De Curva Número)

**2.2.18. Método diagrama unitario del SCS**

Es una técnica desarrollada por el sistema de conservación de suelos de los Estados Unidos se emplean para cuencas menores a los 30km<sup>2</sup>. Para obtener un hidrograma unitario sintético se relacionan las características de los hidrogramas con las características geomorfológicas de la cuenca. Entre las características de los hidrogramas se encuentran el caudal peak, el tiempo al peak y el tiempo base. Por otro lado, las características geomorfológicas de la cuenca son el área de la cuenca, el largo del cauce principal, la longitud al centroide de la cuenca y la pendiente. (MTC, 2011)

### **2.2.19. Método diagrama unitario sintético de Snyder**

Este método se emplea para cuencas mayores de los 30Km<sup>2</sup> hasta los 30000Km<sup>2</sup>, este método se empleó para determinar el diagrama unitario de la cuenca alta, ya que presenta un área mayor a los 30Km<sup>2</sup>. Snyder (1938) desarrollo este método realizando estudios en cuencas de los Montes Apalaches en Estados Unidos, (MTC, 2011)

### **2.2.20. Modelo Muskingum**

Para la modelización del tránsito del hidrograma en la red de drenaje se ha empleado el método de tránsito de Muskingum-Cunge. Este método, desarrollado por Cunge en 1969, mejora la versión clásica de Muskingum al incorporar principios físicos y numéricos. A diferencia del enfoque hidrológico del método clásico de Muskingum, el método Muskingum-Cunge presenta una perspectiva claramente hidráulica. Que computa tanto el traslado de la onda de avenida como su atenuación, más o menos pronunciada según las características del cauce, considera principalmente los parámetros de longitud, pendiente, número de Manning, flujo índice, ancho de fondo y talud, (Ponce, 2021)

### **2.2.21. Método de pérdida de SCS curva número.**

Este método fue desarrollado por el Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos su objetivo es determinar un umbral de escorrentía para ello emplea el número de curva (CN). El Numero de Curva puede tomar valores de entre 0 y 100 según la capacidad que posea de generar escorrentía superficial. Si posee valores cercanos a 0 significa que son suelos más permeables, mientras que si posee valores cerca de 100 significa que posee mayor impermeabilidad, con este método el programa calcula la pérdida de agua que se entrega al área de estudio por medio de la infiltración. También Considera todas las pérdidas netas a excepción de la evaporación real. (Villegas, 2017)

### 2.2.22. Cálculo de Manning

El coeficiente de rugosidad de Manning se determina empleando el método de Cowan el cual requiere datos como el material del terreno, el grado de irregularidad, variación de la sección transversal, efectos relativos de las obstrucciones, densidad de la vegetación y la frecuencia de meandros, el coeficiente de rugosidad se halla con la siguiente ecuación. (HidroJING, 2016)

#### Ecuación 7: Coeficiente de rugosidad

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

**Tabla 1**

*Cálculo de Manning*

Condiciones del canal		Valores
<b>Material considerado</b>	Tierra	0.020
	Roca cortada	0.025
	Grava fina	0.024
	Grava gruesa	0.028
<b>Grado de irregularidad</b>	Liso	0.000
	Menor	0.005
	Moderado	0.010
	Severo	0.020
<b>Variaciones de la sección transversal del canal</b>	Gradual	0.000
	Ocasionalmente alternante	0.005
	Frecuentemente alternante	0.010-0.015
<b>Vegetación</b>	Despreciable	0.005-0.010
	Menor	0.010-0.015
	Apreciable	0.020-0.030
	Severo	0.040-0.060
	Baja	0.005-0.010
	Media	0.010-0.025
	Alta	0.020-0.050
	Muy alta	0.050-0.100
<b>Cantidad de meandros</b>	Menor	1.000
	Apreciable	1.150
	Severa	1.300

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Enfoque de investigación**

La metodología empleada en la investigación sigue un enfoque cuantitativo ya que buscó recopilar datos de las variables según los instrumentos de recolección, datos como valores de precipitaciones máximas anuales, caudales máximos, topografía del terreno, así también datos cuantitativos del centro poblado Tambo Real los cuales serán analizados y medidos para finalmente determinar los niveles de riesgo, así como el de vulnerabilidad en que se encuentra el centro poblado Tambo Real.

#### **3.2. Método de investigación**

La investigación posee un nivel descriptivo ya que su propósito es observar para analizar e identificar las características, así como las dimensiones que contribuyen en el análisis del riesgo y vulnerabilidad del fenómeno en estudio para posteriormente describir detalladamente el estudio analizando sus resultados

#### **3.3. Diseño de la investigación**

La investigación es no experimental, ya que en este estudio se buscó recolectar los datos de las variables como las precipitaciones, topografía, caudales, viviendas entre otras. Para luego ser descritos y analizados determinando así los niveles de riesgo y vulnerabilidad del centro poblado Tambo Real.

#### **3.4. Población**

Centro poblado de Tambo Real (315 viviendas).

### 3.5. Muestra

Se uso una muestra probabilística aleatorio simple, para la cual se empleó la siguiente fórmula para adquirir la muestra:

**Ecuación 8:** Tamaño de la muestra

$$n = Z^2 * p * q * N / (e^2 * (N - 1) + K^2 * p * q)$$

Donde:

- n: Tamaño de la Muestra..... (X)
- N: Son las viviendas del centro poblado de Tambo Real ..... (315)
- k: Nivel de Confianza (90%) ..... (1.645)
- e: Error muestral.....(0.05)
- p: Número de individuos que poseen esa cualidad ..... (0.5)
- q: Número de individuos que no poseen esa cualidad..... (0.5)
- n: Muestra será de **146** viviendas

### 3.6. Variables y Operacionalización

#### 3.6.1. Variable Independiente

Quebrada Cascajal y centro poblado Tambo Real, ya que los datos que obtuvimos tanto de la quebrada, así como del pueblo donde se realizó el estudio, estos pueden variar independientemente y afectar los resultados en nuestro análisis de riesgo y vulnerabilidad.

**3.6.1.1. Definición Conceptual.** Se define a una quebrada como un paso estrecho y abrupto entre montañas. Se puede decir que se genera por la acción del discurrir las aguas en el transcurso del tiempo, la activación de quebradas puede ocasionar huaycos e inundaciones (SENAMHI, 2021)

**3.6.1.2. Definición Operacional.** Se realizó un estudio de la quebrada cascajal en el sector de Tambo Real, así como del centro poblado tambo real, donde se tuvo en cuenta la topografía del lugar, así como sus estudios de hidráulica e hidrología estos datos recolectados se procesaron con los programas HEC-RAS Y HEC-HMS

**3.6.1.3. Dimensiones.** Las dimensiones que analizamos fueron, Hidráulica, Hidrología y Topografía.

### 3.6.2. Variable Dependiente

Riesgo y vulnerabilidad, esta variable dependerá de la quebrada Cascajal y del pueblo de tambo real.

**3.6.2.1. Definición Conceptual.** El riesgo se define como la probabilidad de que ocurra un evento y sus consecuencias. La vulnerabilidad implica fragilidad, una situación de amenaza o posibilidad de sufrir daño (CENEPRED, 2014).

**3.6.2.2. Definición Operacional.** Se realizó una encuesta para obtener datos del centro poblado Tambo Real luego se analizaron empleando la metodología de CENEPRED el cual analiza la dimensión social, económica, ambiental, así como factores de inundación para calcular el nivel de riesgo y vulnerabilidad.

**3.6.2.3. Dimensiones.** para la evaluación de la vulnerabilidad se analizará los indicadores sociales, ambientales y económicas mientras que para el riesgo se analizará la vulnerabilidad y peligrosidad de inundación

### 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.7.1. Análisis documental

Se empleo esta técnica para obtener el modelo digital de elevación. Se investigo en documentos y portal de Earthdata que es una aplicación web desarrollada por la NASA EOSDIS que permite el descubrimiento de datos, así como la visualización actualizada de terrenos, estos datos se obtuvieron utilizando como instrumento el programa GGIS (**Anexo 3**).

Se empleo esta técnica para la obtención de datos de precipitaciones máximas anuales, estos datos se obtuvieron de la plataforma de datos meteorológicos del SENAMI de la cual se tomó datos de 3 estaciones más cercanas a nuestra área de estudio, se eligió los 30 últimos datos de cada estación, para ello se utilizó como instrumento fichas de recolección de datos que se muestran continuación a continuación se muestran los instrumentos utilizados

#### Figura 1

Ficha recolección de datos de precipitaciones máximas anuales.

ESTACION: TIPO CONVENCIONAL - METEOROLOGICA													
DATOS MENSUALES DE PRECIPITACION MAXIMA EN 24Hrs(mm) SENAMHI													
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Max. Anual
...													
...													
...													
2013													
2014													
2015													
2016													
2017													
2018													
2019													
2020													
2021													
2022													
2023													
Max mensual													

**Figura 2**

*Ficha de parámetros físicos de subcuenca*

<b>Parámetros físicos de subcuenca</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Área		Km <sup>2</sup>
Perímetro		Km
Cota superior		Msnm
Cota inferior		Msnm
Longitud del cauce		Km
Pendiente del cauce		%
Ancho máximo		Km
Longitud axial		Km

**Figura 3**

*Ficha para número de curva*

<b>NÚMERO DE CURVA PROMEDIO</b>				
<b>SUELO-GRUPO HIDROLOGICO</b>				
<b>Cobertura Vegetal</b>	<b>Área</b>	<b>Cn</b>	<b>Cn*Área</b>	<b>Cn Promedio</b>
C-1				
C-2				
C-3				
C-4				
C-5				
<b>TOTAL</b>				

### 3.7.2. Observación sistemática

Esta técnica se utilizó para obtener datos de Fotogrametría. Se empleó un dron con un GPS para realizar el levantamiento topográfico del centro poblado Tambo Real y parte de la quebrada Cascajal que fluye por un costado, con esta técnica se obtuvieron datos de pendientes, cotas, curvas de nivel. Para la recolección de datos se utilizó los formatos de topografía

### Figura 4

Ficha formato de topografía

N° DE PUNTO	COORDENADAS		
	Este	Norte	Altitud
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

#### 3.7.3. Simulación en programa

Esta técnica se empleó para obtener los datos hidráulicos de la quebrada Cascajal después de realizar una simulación de flujo usando el programa HEC-RAS, se recopiló datos como los caudales, tirantes, velocidades para la obtención de estos datos se utilizó el programa HEC-RAS (**Anexo 20**).

#### 3.7.4. Encuesta

Esta técnica se utilizó con el objetivo de recopilar datos de las dimensiones ambientales, económicas y sociales de 146 viviendas del centro poblado Tambo Real, luego se procesó la información del área evaluada, mediante la metodología del manual de riesgo de desastres naturales del CENEPRED, determinando de esa manera el nivel de riesgo y vulnerabilidad ante una inundación, se utilizó como instrumento un cuestionario que se muestra en el (**Anexo 24**), así también se muestra la validación de la encuesta (**Anexo 25**).

### 3.8. Técnicas de análisis de resultados

Para analizar los resultados se empleó la metodología del manual de CENEPRED el cual categoriza el riesgo y la vulnerabilidad con valores bajos, medios, altos, muy alto que se obtienen al realizar las operaciones empleando parámetros con su respectivo valor,

**Estadística.** Se empleó las técnicas estadísticas para determinar las funciones de probabilidad que más se ajustan a la distribución de precipitaciones de cada estación, también para determinar las probabilidades con tiempos de retorno específicos

**Precipitaciones Máximas.** Los datos de precipitaciones se analizaron utilizando los modelos probabilísticos de Distribución Normal, Log Normal 2 Parámetros, Log Pearson Tipo III, Log Normal 3 Parámetros, Log Gumbel, Gamma 2 Parámetros, Gamma 3 Parámetros, Gumbel esto se realizó con el programa HISROESTA 2, también se verifico con el programa EasyFit 5.5 para luego determinar el mejor ajuste y determinar las precipitaciones para los diferentes tiempos de retorno

**Prueba de ajuste de bondad.** Para realizar el ajuste se empleó la Prueba de Kolmogórov-Smirnov la cual compara la función de distribución acumulada observada de una variable con una distribución teórica determinada, se calcula restando las funciones de distribución acumuladas teórica y observada, para elegir el mayor valor absoluto del resultado. Esta prueba de bondad de ajuste contrasta la mejor opción de entre los distintos modelos probabilísticos donde se elige el menor delta teórico ya que es el que mejor se ajusta a la distribución probabilística

**Análisis de regresión.** Para generar los nuevos puntos de estaciones se buscó la ecuación que relacione la precipitación con respecto a la altitud empleando las estaciones cercanas al área de estudio, esto determino una característica de la región Ancash relacionando las precipitaciones y su variación con respecto a la altitud sobre el nivel del mar

Las herramientas visuales que ayudan a comprender mejor lo que se quiere explicar fueron:

**Gráficos.** Se emplearon gráficos circulares para mostrar de mejor manera el porcentaje de los resultados obtenidos al realizar la encuesta a los pobladores, el uso de estos gráficos nos ayuda a una mejor comprensión de los resultados, dado que ilustran detalles complejos de manera clara y comprensible.

**Tablas.** Se usaron tablas para mostrar los resultados de manera más compacta y resumida, esto genera una mejor comprensión de los resultados ya que contribuyen a ordenar los datos obtenidos al realizar el procesamiento de los datos recolectados, además permite realizar un contraste entre varias categorías o variables.

**Mapas.** Se emplearon para identificar las zonas críticas de inundación, así como las áreas con mayor vulnerabilidad y riesgo según el estudio realizado, estos mapas nos sirven para representar de manera gráfica los valores obtenidos de la investigación.

A continuación, se muestran los métodos empleados para la obtención de los resultados

**Modelamiento hidrológico.** Para el modelamiento se utilizó el programa HEC-HMS en su versión 4.12 este software simula las precipitaciones y genera la escorrentía para luego generar un caudal con el paso del tiempo esto según la precipitación durante las 24 horas que se programa en su ejecución. Para su ejecución se realizó un esquema conformado por dos subcuencas (alta y baja) ya que presentan propiedades físicas diferentes el caudal en la cuenca alta será trasladado al punto de estudio a través del método de tránsito de avenidas de Muskingum-Cunge y para determinar el caudal generado por cada sub cuenca el programa empleará los siguientes métodos.

**Modelamiento hidráulico.** Se realizó con el software HEC-RAS, es un programa de modelización hidráulica unidimensional, bidimensional y hasta tridimensional que nos permite simular flujos en canales artificiales o cauces naturales para determinar velocidades máximas, tirantes, estudios hidráulicos, desbordes de flujo entre otros. El programa se empleó en su versión 6.5 para lo cual se realizó el siguiente procedimiento en donde primero incorpora la topografía del terreno en el sector de Tambo Real, este terreno se obtuvo con la fotogrametría a través de un dron y GPS para datos más precisión.

Luego se creó el perímetro computacional con una malla de 5m x 5m en el cual fluiría el agua y de determina una nueva malla por el cause, después se coloca las condiciones de entrada y salida del caudal, para luego crear un nuevo polígono donde se dividirá para colocar el coeficiente de rugosidad calculado anteriormente.

Finalmente se guarda la geometría, se ingresa los datos de los caudales a través de los hidrogramas calculados con el software HEC-HMS y se configura la simulación según la duración que queramos, así como el intervalo de mapeo, que para mayor precisión se hará cada segundo durante las 24 horas de simulación del paso del flujo.

**Análisis de vulnerabilidad.** Para determinar el nivel de vulnerabilidad se empleó el manual de CENEPRED, donde indica los pasos a seguir (El método para la evaluación de la vulnerabilidad consiste en el análisis de las dimensiones sociales, económica y ambiental, las cuales a su vez emplean factores de resiliencia, exposición y fragilidad tomando en cuenta el nivel de peligrosidad, con los cuales se realizan los mapas de identificación) se emplearon los parámetros del manual de CENEPRED que se detallan en el (*Anexo N°24 y N°25*)

Se empleó las siguientes fórmulas:

**Ecuación 8:** Vulnerabilidad

$$V = (ADS * 0.633) + (ADE * 0.106) + (ADA * 0.260)$$

En donde:

**V:** Vulnerabilidad

**ADS:** Análisis de la Dimensión Social

**ADE:** Análisis de la Dimensión Económica

**ADA:** Análisis de la Dimensión Ambiental

**0.633 – 0.106 – 0.260:** Pesos Ponderados Predeterminados

**A) Análisis de dimensión social.** Se determino la dimensión social en la zona de estudio propensa a un desborde de la quebrada Cascajal, para lo cual se utilizó los resultados obtenidos en la resiliencia social, fragilidad social y exposición social con la siguiente formula:

**Ecuación 9:** Análisis de la dimensión social

$$ADS = (ES * 0.633) + (FS * 0.106) + (RS * 0.260)$$

En donde:

**ADS:** Análisis de la Dimensión Social

**ES:** Exposición Social

**FS:** Fragilidad Social

**RS:** Resiliencia Social

**0.633 – 0.106 – 0.260:** Pesos Ponderados Predeterminados

**B) Análisis de dimensión económica.** Se determino la dimensión económica en el centro poblado de tambo real propenso a un desborde de la quebrada Cascajal, para lo cual se utilizó los resultados obtenidos en la resiliencia económica, fragilidad económica y exposición económica con la siguiente formula:

**Ecuación 10:** Análisis de la dimensión económica

$$ADE = (EE * 0.633) + (FE * 0.106) + (RE * 0.260)$$

En donde:

**ADE:** Análisis de la Dimensión Económica

**EE :** Exposición Económica

**FE :** Fragilidad Económica

**RE :** Resiliencia Económica

**0.633 – 0.106 – 0.260:** Pesos Ponderados Predeterminados

C) **Análisis de dimensión ambiental.** Se determino la dimensión ambiental a la zona de estudio propensa a un desborde de la quebrada Cascajal, para lo cual se utilizó los resultados obtenidos en la resiliencia ambiental, fragilidad ambiental y exposición ambiental con la siguiente formula:

**Ecuación 11:** Análisis de la dimensión ambiental

$$ADA = (EA * 0.633) + (FA * 0.106) + (RA * 0.260)$$

En donde:

**ADA:** Análisis de la Dimensión Ambiental

**EA:** Exposición Ambiental

**FA:** Fragilidad Ambiental

**RA:** Resiliencia Ambiental

**0.633 – 0.106 – 0.260:** Pesos Ponderados Predeterminados

El nivel de riesgo se identificó mediante la tabla N°6

**Tabla 6**

*Niveles de vulnerabilidad*

NIVEL	RANGO
<b>VULNERABILIDAD MUY ALTA</b>	$0.260 \leq R < 0.503$
<b>VULNERABILIDAD ALTA</b>	$0.134 \leq R < 0.260$
<b>VULNERABILIDAD MEDIA</b>	$0.068 \leq R < 0.134$
<b>VULNERABILIDAD BAJA</b>	$0.035 \leq R < 0.068$

**Nivel de peligrosidad.** Para ello se empleó el manual de CENEPRED, donde indica los pasos a seguir (El método para la evaluación de la peligrosidad consiste en el análisis de los fenómenos de inundación que emplea, la magnitud de efectos ocasionados a las estructuras, cercanía a una fuente de agua e intensidad media en una hora; además se emplea la susceptibilidad con factores condicionantes y desencadenantes, con los cuales se realizan los mapas de identificación) se emplearon los parámetros del manual de CENEPRED que se detallan en el (**Anexo N°25**)

**Ecuación 12:** Peligrosidad

$$PL = (FI * 0.50) + (S * 0.50)$$

En donde:

**PL:** Peligrosidad

**FI :** Fenómeno de Inundación

**S :** Susceptibilidad

**0.5:** Peso Ponderado Definido

El nivel de riesgo se identificó mediante la tabla N°7

**Tabla 7**

*Niveles de peligrosidad*

NIVEL	RANGO
<b>PELIGRO MUY ALTO</b>	$0.260 \leq R < 0.503$
<b>PELIGRO ALTO</b>	$0.134 \leq R < 0.260$
<b>PELIGRO MEDIO</b>	$0.068 \leq R < 0.134$
<b>PELIGRO BAJO</b>	$0.035 \leq R < 0.068$

**Nivel de riesgo.** Para determinar el nivel de vulnerabilidad se empleó el manual de CENEPRED, donde indica los pasos a seguir (El método para la evaluación de riesgo consistió en la identificación y caracterización de los peligros, así como los análisis de vulnerabilidades descritos anteriormente, con los cuales se realizaron los mapas de identificación), para la determinación del riesgo se utilizó la siguiente formula

**Ecuación 13:** Nivel de riesgo

$$NR = P * V$$

En donde:

**NR:** Nivel de Riesgo

**P:** Peligrosidad

**V:** Vulnerabilidad

El nivel de riesgo se identificó mediante la tabla N°9

**Tabla 9**

*Niveles de riesgo*

NIVEL	RANGO
<b>RIESGO MUY ALTO</b>	$0.068 \leq R < 0.253$
<b>RIESGO ALTO</b>	$0.018 \leq R < 0.068$
<b>RIESGO MEDIO</b>	$0.005 \leq R < 0.018$
<b>RIESGO BAJO</b>	$0.001 \leq R < 0.005$

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Resultados

#### 4.1.1. Estudio hidrológico

**4.1.1.1. Precipitaciones máximas en 24 horas.** Se realizó mediante el análisis de distribución de frecuencias usando el programa HODOESTA 2 se determinó la distribución que más se ajusta con la prueba de Kolmogórov-Smirnov con un nivel de significancia del 5% y se encontró las precipitaciones para los tiempos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años de las estaciones Buena Vista, Mollepata y Sihuas, que son las más cercanas al área de estudio. Las pruebas de ajuste para cada estación se muestran en el (Anexo 3)

**Tabla 2**

*Precipitaciones*

ESTACIÓN	Distribución De Ajuste	$\Delta$ Teórico	$\Delta$ Tabular	Periodo De Retorno				
				5	10	25	50	100
Buena Vista	Normal	0.0925	0.2483	21.52	25.05	28.8	31.22	33.4
Mollepata	GUMBEL	0.0833	0.2483	34.1	39.91	47.25	52.7	58.1
Sihuas	Logpearson Tipo III	0.0833	0.2483	34.1	39.91	47.25	52.7	58.1

Con los datos obtenidos anteriormente de las precipitaciones a diferente periodo de retorno se analiza para determinar una ecuación que relacione la precipitación vs altitud y poder hallar las precipitaciones un punto cualquiera de esta región empleando su altura.

**Tabla 3**

*Análisis de regresión para las 3 estaciones*

Análisis de regresión para un periodo de retorno de 5 años					
Estación	Altitud m.s.n.m	Precipitación máxima			
		Valor Real	Ecuación 1	ecuación 2	ecuación 3
Buena Vista	213	21.52	21.52	21.34	21.748
Mollepata	2708	34.1	33.80	33.57	35.821
Sihuas	3420	37.1	36.62	37.06	41.302
	R <sup>2</sup>		1	0.9991	0.9929
	R		1	0.9995	0.9964
	aceptación		SI	NO	NO

**Tabla 4**
*Análisis de regresión para un tiempo de retorno de 10 años*

<b>Análisis de regresión para un periodo de retorno de 10 años</b>					
Estación	Altitud m.s.n.m	Precipitación máxima			
		Valor Real	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3
Buena Vista	213	25.05	25.04	25.11	25.299
Mollepata	2708	39.91	39.57	39.58	41.669
Sihuas	3420	43.54	43.03	43.71	48.046
	R <sup>2</sup>		1	0.9993	0.9935
	R		1	0.9996	0.9967
	aceptación		SI	NO	NO

**Tabla 5**
*Análisis de regresión para un tiempo de retorno de 25 años*

<b>Análisis de regresión para un periodo de retorno de 25 años</b>					
Estación	Altitud m.s.n.m	Precipitación máxima			
		Valor Real	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3
Buena Vista	213	28.8	28.79	28.84	28.999
Mollepata	2708	47.25	47.05	47.05	47.764
Sihuas	3420	52.12	51.80	52.25	55.074
	R <sup>2</sup>		1	0.9998	0.9948
	R		1	0.9999	0.9974
	aceptación		SI	NO	NO

**Tabla 6**
*Análisis de regresión para un tiempo de retorno de 50 años*

<b>Análisis de regresión para un periodo de retorno de 50 años</b>					
Estación	Altitud m.s.n.m	Precipitación máxima			
		Valor Real	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3
Buena Vista	213	31.22	31.23	31.19	31.341
Mollepata	2708	52.7	52.76	52.40	51.621
Sihuas	3420	58.86	58.92	58.45	59.521
	R <sup>2</sup>		1	0.9990	0.9962
	R		1	0.9995	0.9981
	Aceptación		SI	NO	NO

**Tabla 7**

*Análisis de regresión para un tiempo de retorno de 100 años*

<b>Análisis de regresión para un periodo de retorno de 100 años</b>					
Estación	Altitud m.s.n.m	Precipitación máxima			
		Valor Real	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 3
Buena Vista	213	33.4	33.3303	33.39	33.410
Mollepata	2708	58.1	58.5298	56.07	55.029
Sihuas	3420	65.88	65.721	62.61	63.451
	R <sup>2</sup>		1.00	1.00	0.9976
	R		1.00	1.00	0.9988
	Aceptación		SI	NO	NO

Se escogió la mejor ecuación que contenga a los datos reales de las estaciones y que posea un coeficiente de correlación aceptable, con esto se determinó las ecuaciones para los tiempos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años los cuales se muestran en la siguiente tabla se muestra las gráficas de las ecuaciones en el **(Anexo 6)**

**ECUACION DE REGIONALIZACION**

**Tabla 8**

*Ecuación de regionalización*

<b>Tiempo de retorno (años)</b>	<b>Ecuación de precipitación</b>	<b>R</b>
5	$Y = -0.0000003x^2 + 0.0058x + 20.297$	1
10	$Y = -0.0000003x^2 + 0.0067x + 23.627$	1
25	$Y = -0.0000002x^2 + 0.0079x + 27.125$	1
50	$Y = 0.00000001x^2 + 0.0086x + 29.394$	1
100	$Y = 0.0101x + 31.179$	1

**4.1.1.2. Cálculo de precipitación media.** La precipitación media se halló empleando el método de las isoyetas, se determinó la precipitación media para las 2 subcuencas del área de estudio y en los diferentes periodos de retorno, se detalla los mapas de isoyeta en el (Anexo 7.5-7.14) así como el cálculo de la precipitación media en el (Anexo 8 y Anexo 9)

**Tabla 9**

*Precipitación media subcuenca Cascajal*

<b>Subcuenca Cascajal</b>	
Tiempo de retorno	Precipitación media (mm)
5 años	26.022
10 años	30.292
25 años	35.185
50 años	38.436
100 años	41.734

**Tabla 10**

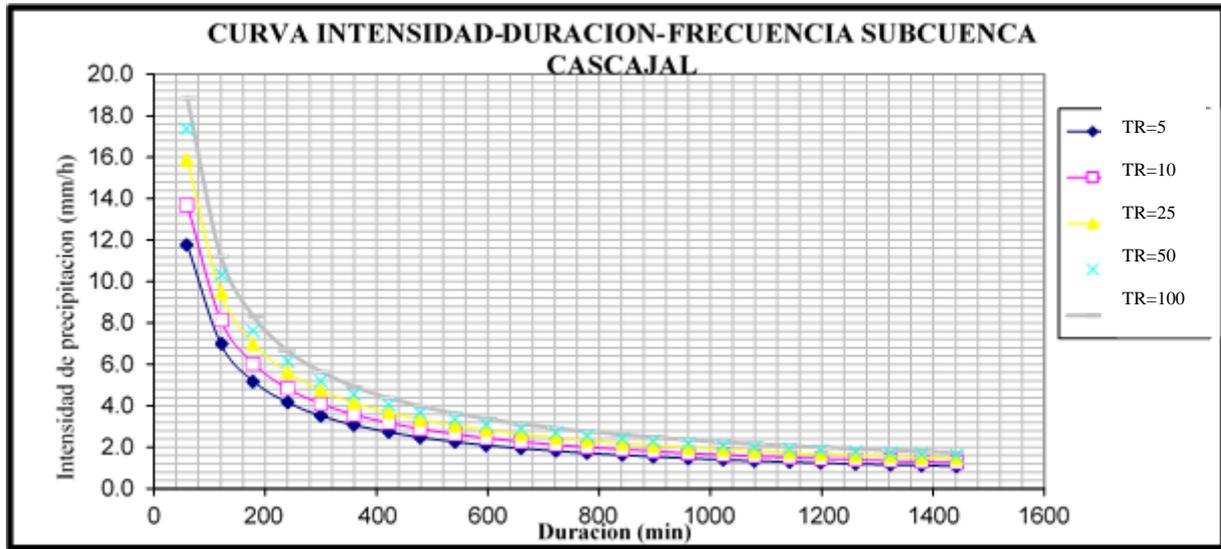
*Precipitación media subcuenca Tambo Real*

<b>Subcuenca Tambo Real</b>	
Tiempo de retorno	Precipitación media (mm)
5 años	21.313
10 años	24.665
25 años	28.360
50 años	32.889
100 años	36.052

**4.1.1.3. Curvas IDF.** Se empleo el método de Dick Peschke para determinar la precipitación en cada tiempo transcurrido de las 24 horas para luego hallar la intensidad de las precipitaciones de cada periodo de retorno, se detalla los cálculos en el (Anexo 10 y 11). finalmente se muestra las curvas de intensidad duración y frecuencia a continuación.

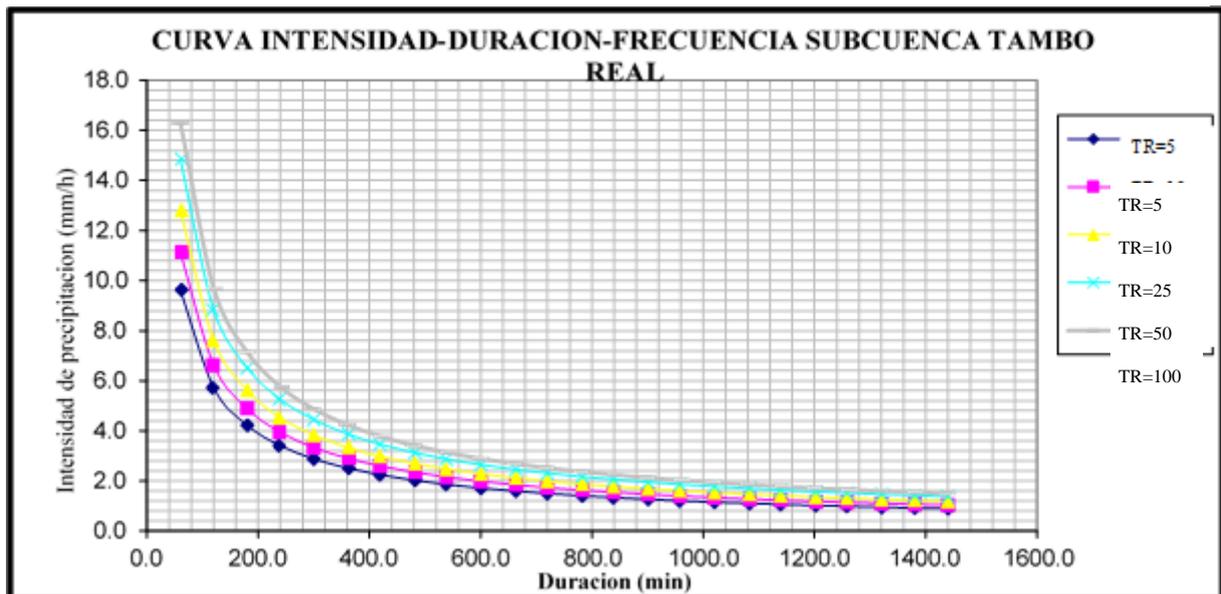
**Figura 5**

*Curva intensidad-duración-frecuencia subcuena Cascajal*



**Figura 6**

*Curva intensidad-duración-frecuencia subcuena Tambo Real*



**4.1.1.4. Ecuación de Intensidad de Precipitación.** Para determinar la ecuación de intensidad de la precipitación para cada sub cuenca se usó los datos anteriores de las curvas IDF y a través del método de regresión múltiple que se hizo en Excel, se muestran los cálculos en en (**Anexo 10.2 y 11.2**) y finalmente se determinó las siguientes ecuaciones de intensidad

- Ecuación de intensidad de precipitación para la sub cuenca cascajal

$$I = \frac{202.404 \times T^{0.1560}}{D^{0.750}}$$

- Ecuación de intensidad de precipitación para la sub cuenca Tambo Real

$$I = \frac{158.036 \times T^{0.1761}}{D^{0.750}}$$

**4.1.1.5. Tiempo de concentración.** Se determino usando varios métodos para luego hacer un descarte de datos atípicos, finalmente se promedió los métodos que más se aproximan mostrándose en la siguiente tabla

**Tabla 11**

*Cálculo del tiempo de concentración.*

<b>TIEMPO DE CONCENTRACIÓN SUBCUENCA CASCAJAL</b>	
<b>Método Empleado</b>	<b>HORAS</b>
Método de Passini	4.048
Método de Giandotti	2.778
Método de Johnstone Cross	4.601
Método de SCS Ranser	2.281
Método de Ven Te Chow	4.033
Método de Kirpich	2.279
Método de Dooge	2.959
<b>Promedio</b>	<b>3.283</b>

El tiempo de concentración de la subcuenca cascajal fue de 3.283 horas lo que equivale a 196.98 minutos

**Tabla 12**

*Tiempo de concentración subcuenca Tambo Real*

<b>TIEMPO DE CONCENTRACIÓN SUBCUENCA TAMBO REAL</b>	
<b>Método Empleado</b>	<b>HORAS</b>
Método de Passini	3.915
Método de Giandotti	3.478
Método de Temez	4.664
Método de SCS Ranser	2.596
Método de Ven Te Chow	4.491
Método de Kirpich	2.594
<b>Promedio</b>	<b>3.623</b>

El tiempo de concentración de la subcuenca Tambo Real fue de 3.623 horas lo que equivale a 217.38 minutos

**4.1.1.6. Tiempo de retardo.** Se determinó empleando la siguiente fórmula que representa un 60% del tiempo de concentración.

**Sub cuenca Cascajal**

$$Tr = 0.6Tc$$

1.969 horas  
118.188 minutos

**Sub cuenca Tambo Real**

$$Tr = 0.6Tc$$

2.173 horas  
130.428 minutos

**4.1.1.7. Parámetros físicos de las sub cuencas.** Esto se realizó mediante el software QGIS 3.38, los parámetros físicos se emplearán en el modelamiento hidrológico para determinar caudales máximos, se muestra el **MAPA-09** y **MAPA-10** en los (**Anexos 13 Y 14**) donde se detalla la delimitación de cuenca con sus parámetros físicos de las 2 sub cuencas que se muestran a continuación

**Tabla 13**

*Parámetros físicos de la sub cuenca cascajal*

<b>Parámetros físicos de la sub cuenca Cascajal</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Área	152.009381	Km <sup>2</sup>
Perímetro	80.9191591	Km
Cota superior	2250	Msnm
Cota inferior	250	Msnm
Longitud del cauce	24.5	Km
Pendiente del cauce	6.12	%
Ancho máximo	12.16	Km
Longitud axial	23.804	Km

**Tabla 14**

*Parámetros físicos de la subcuenca Tambo Real*

<b>Parámetros físicos de la sub cuenca Tambo Real</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Área	21.05	Km <sup>2</sup>
Perímetro	37.255	Km
Cota superior	250	Msnm
Cota inferior	50	Msnm
Longitud del cauce	14	Km
Pendiente del cauce	1.43	%
Ancho máximo	2.856	Km
Longitud axial	13.34	Km

**4.1.1.8. Cálculo del número de curva y abstracción inicial en condiciones normales.** Se determino empleando el grupo hidrológico, así como uso de suelo según la cobertura vegetal esto se detalla en el **MAPA 09 (Anexos 15)** cobertura vegetal de la sub cuenca cascajal y en el **MAPA 10 (Anexo 16)** cobertura vegetal de la sub cuenca Tambo Real. A continuación, se muestra el número de curva en condiciones normales.

**Tabla 15**

*CN subcuenca Cascajal*

<b>Subcuenca Cascajal</b>	
CN	78.069
S	71.351
Ia	14.270

**Tabla 16**

*CN subcuenca Tambo Real*

<b>Subcuenca Cascajal</b>	
CN	73.105
S	93.444
Ia	18.689

**4.1.1.9. Cálculo del número de curva y abstracción inicial en condiciones húmedas.** Para la sub cuenca Tambo Real se empleó el número de curva en condiciones húmedas ya que la mayor parte del área representa cultivos agrícolas que son regados periódicamente lo cual presenta un suelo saturado a diferencia de la sub cuenca alta.

**Tabla 17**

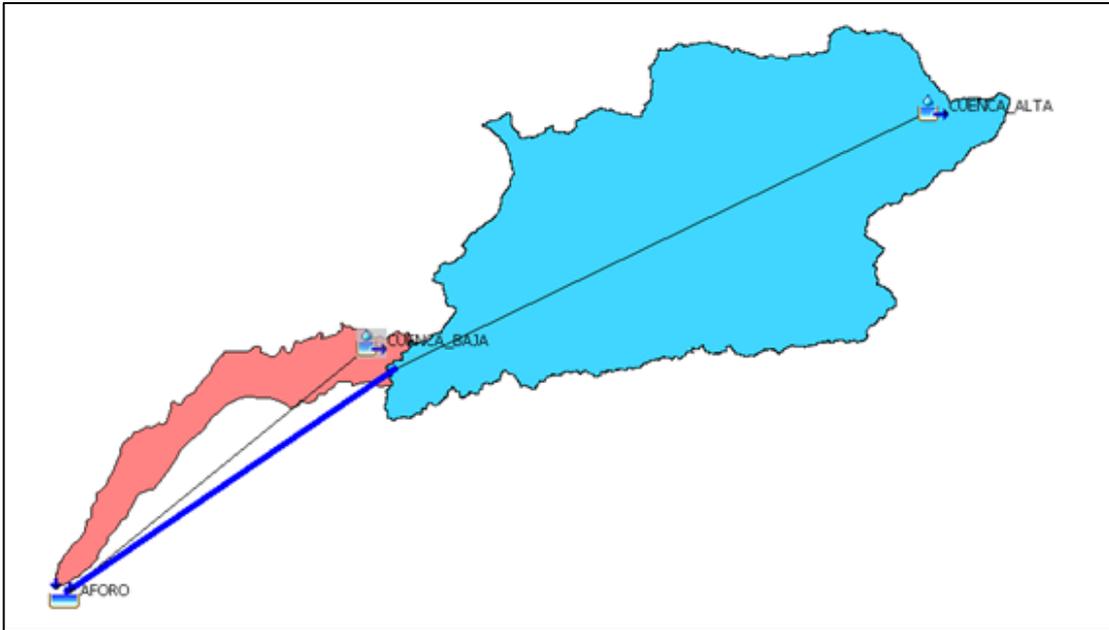
*CN Húmedo Subcuenca Tambo Real*

<b>Subcuenca Tambo Real</b>	
CN	86.21
S	40.627
Ia	8.1256

**4.1.1.10. Modelamiento hidrológico.** el esquema hidrológico se realizó con dos subcuencas (cuenca alta y cuenca baja) por separado ya que presentan propiedades físicas diferentes, el caudal que se obtiene de la cuenca alta será trasladado por el dren cascajal hasta llegar al punto de estudio, mientras que el caudal de la cuenca baja ya está destinada al punto de estudio o aforo que sería el sector tambo real, ambos caudales formaran uno solo para el modelamiento hidráulico

**Figura 7**

*Esquema del modelamiento hidrológico*



**4.1.1.11. Cálculo del caudal máximo con el HEC-HMS.** Los caudales máximos se obtuvieron por el método de los diagramas unitarios y la pérdida del SCS de numero de curva, se detalla el procedimiento en el (Anexo 18), para la obtención de los diagramas y caudales máximo se detallan en el (Anexo 15) muestran a continuación los resultados.

**Tabla 18**

*Caudales Máximos*

<b>Caudal máximo</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
TR = 5	10.3	m <sup>3</sup> /s
TR = 10	16.3	m <sup>3</sup> /s
TR = 25	28.5	m <sup>3</sup> /s
TR = 50	41.2	m <sup>3</sup> /s
TR = 100	57.4	m <sup>3</sup> /s

#### 4.1.2. Modelamiento hidráulico con HEC-RAS

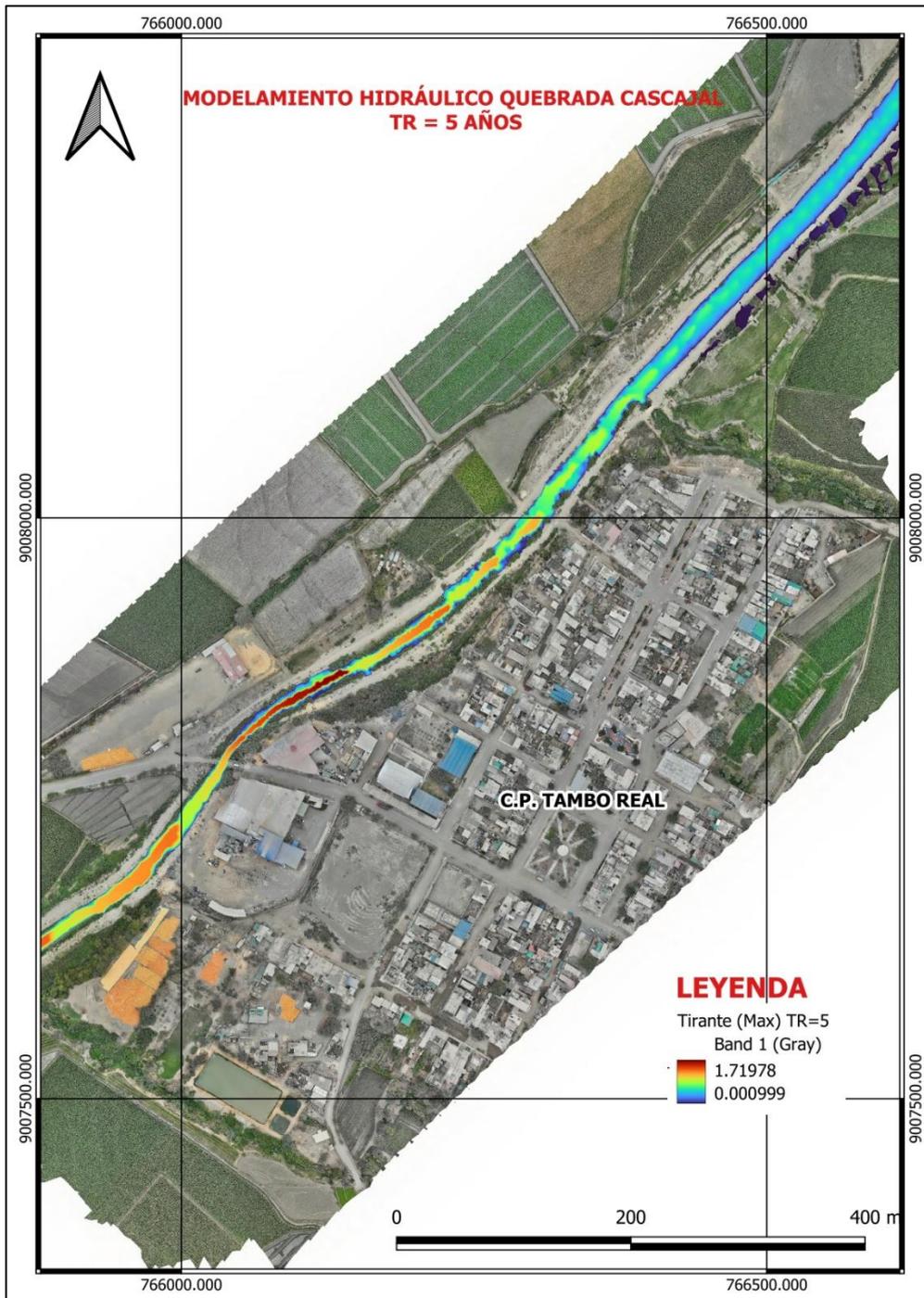
**4.1.2.1. Modelamiento hidráulico (HEC).** El modelamiento se realizó para los distintos periodos de retorno que se plantearon, esto determino las áreas de inundación o desborde de la quebrada cascajal para el sector tambo real, el procedimiento de modelación se detalla en el (**Anexo 16**)

SECTOR	MANNING
Cause	0.048
tierras agrícolas	0.05
zona urbana	0.075

**4.1.2.2. Determinación de la rugosidad.** El coeficiente de rugosidad se implementó en el modelado para las distintas superficies que presenta y así tener un modelamiento que se ajuste a la realidad junto con las ecuaciones de flujo, el valor de Manning se muestra a continuación.

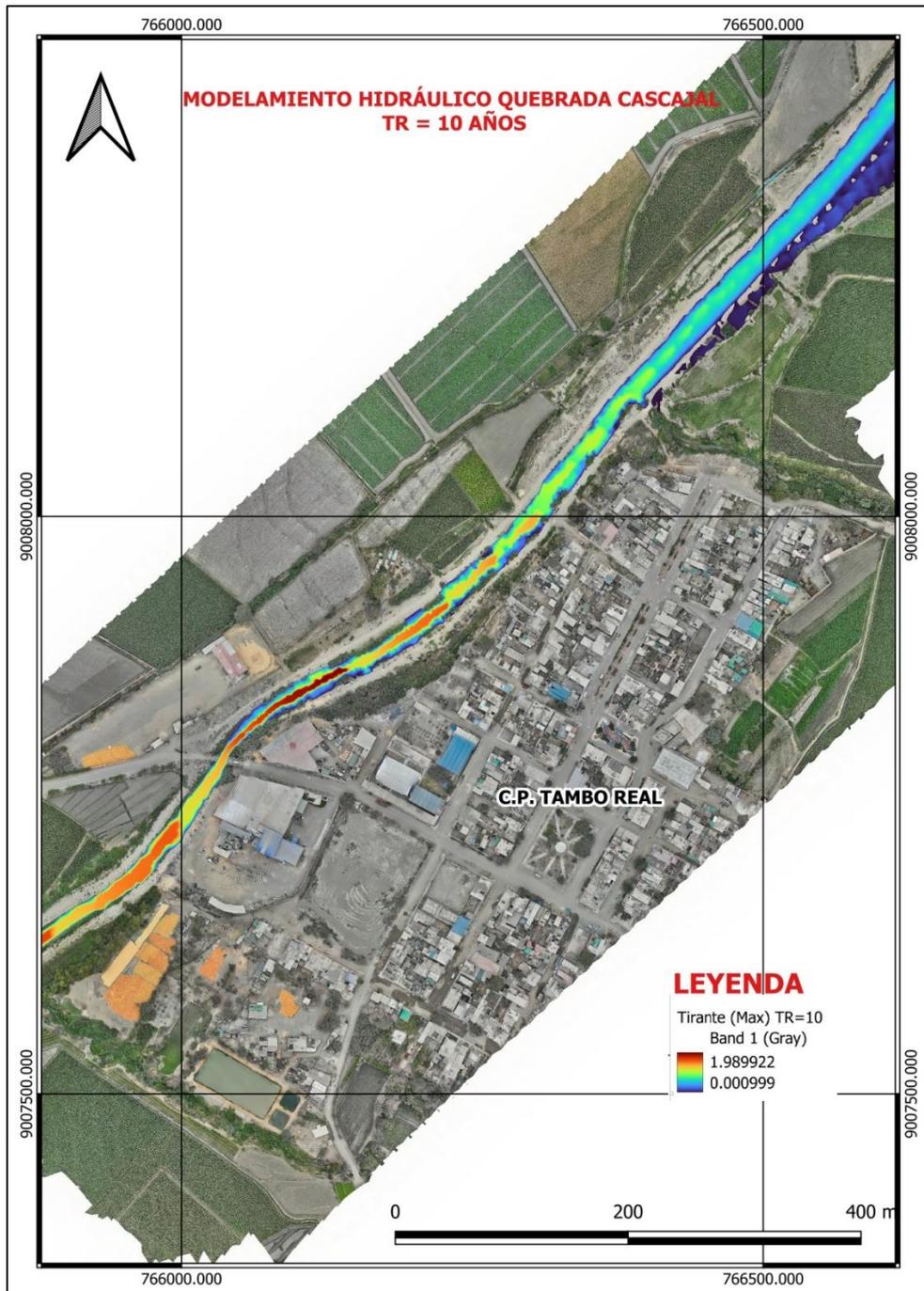
**4.1.2.3. Mapas de Inundación.** A continuación, se muestran los mapas de inundación para los periodos de retorno de 5,10, 25, 50, y 100 años, se puede observar que para los tiempos de retorno de 50 y 100 años el agua logra salir de su cauce y se acerca mucho a la base de las estructuras originando la socavación, así como el colapso de las viviendas, también se puede observar los detalles de los tirantes en el (**Anexo 21**) así como velocidades en el (**Anexo 20**) .

**Figura 8. Modelamiento hidráulico quebrada Cascajal Tr = 5 años**



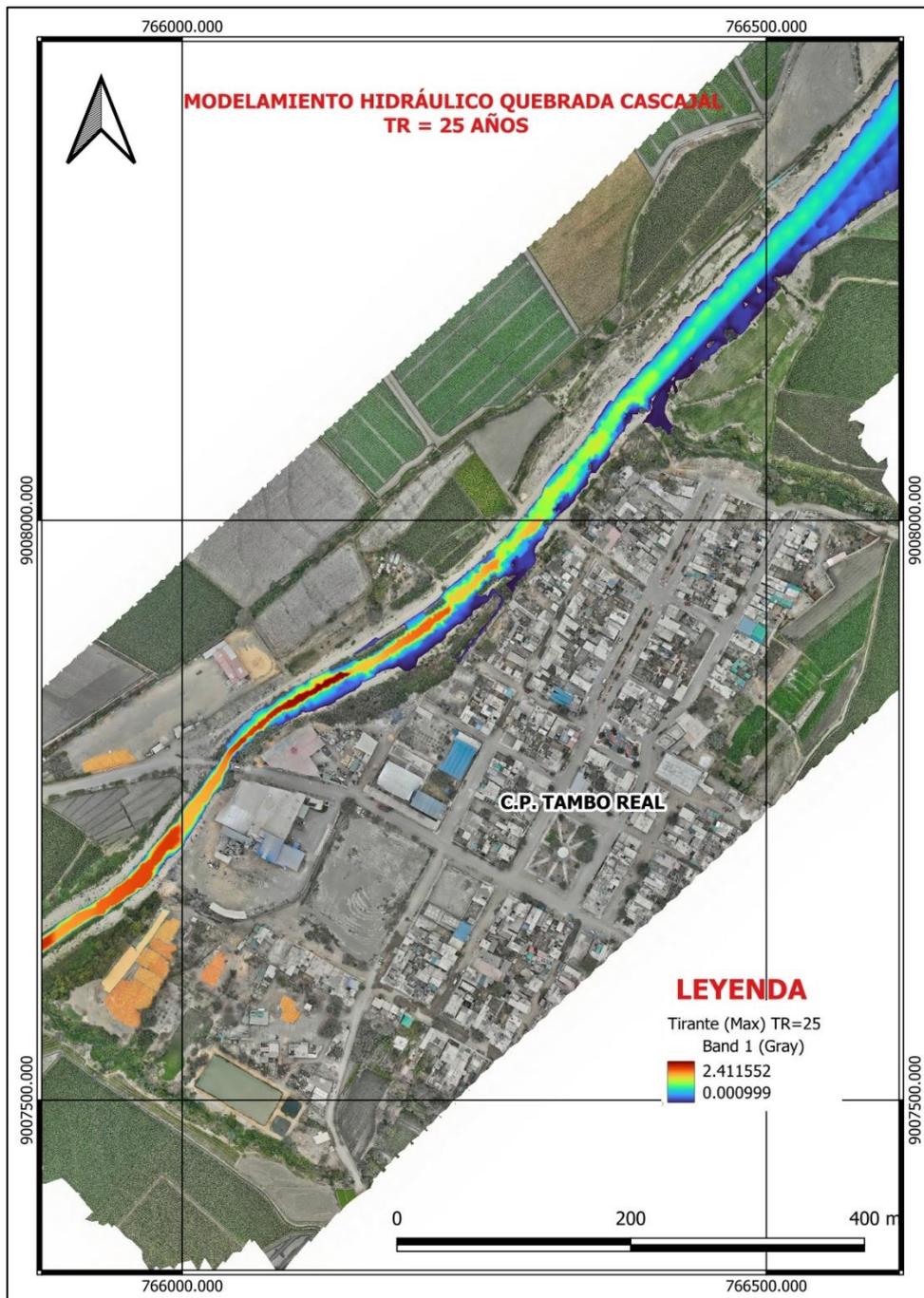
En el modelamiento hidráulico para un  $tr = 5$  años se empleó un hidrograma que posee un caudal máximo de  $10.3\text{m}^3/\text{s}$ , se puede observar que el agua fluye por la quebrada de manera normal sin sufrir ningún desborde ya que recientemente se ha realizado un enrocado para encausar el flujo, presentando un tirante máximo de  $1.7\text{m}$  y velocidades máximas de  $1.96\text{m/s}$ .

**Figura 9. Modelamiento hidráulico quebrada Cascajal Tr = 10 años**



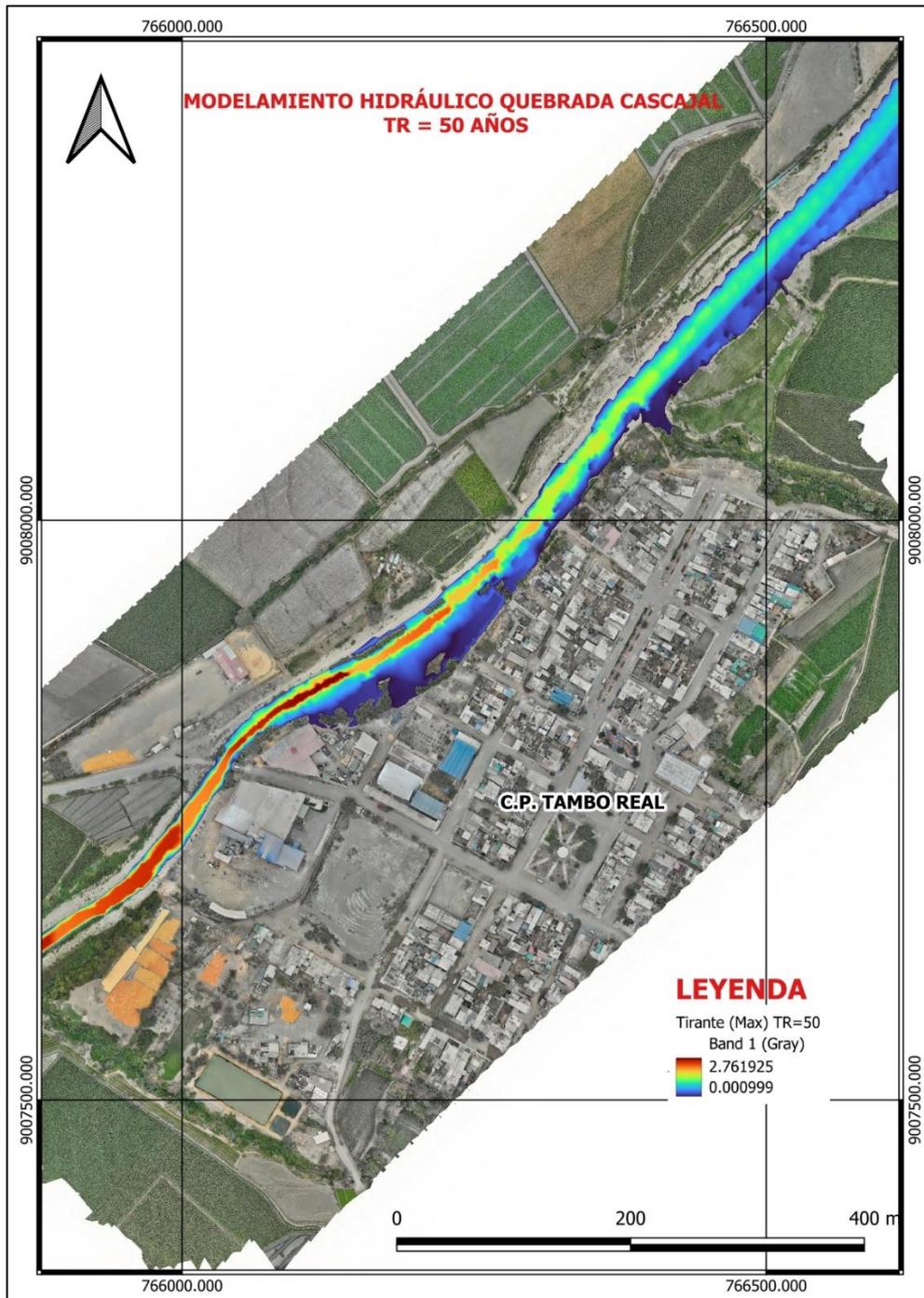
En el modelamiento hidráulico para un tr = 10 años se empleó un hidrograma que posee un caudal máximo de  $16.3\text{m}^3/\text{s}$ , se puede observar que el agua fluye dentro de los márgenes de la quebrada sin sufrir ningún desborde ya que recientemente se ha realizado un enrocado para encausar el flujo cercano a Tambo Real, esto presenta un tirante máximo de 1.99m y velocidades máximas de 2.25m/s. Pero antes de llegar al pueblo sufre pequeños desbordes para los cultivos

**Figura 10. Modelamiento hidráulico quebrada Cascajal Tr = 25 años**



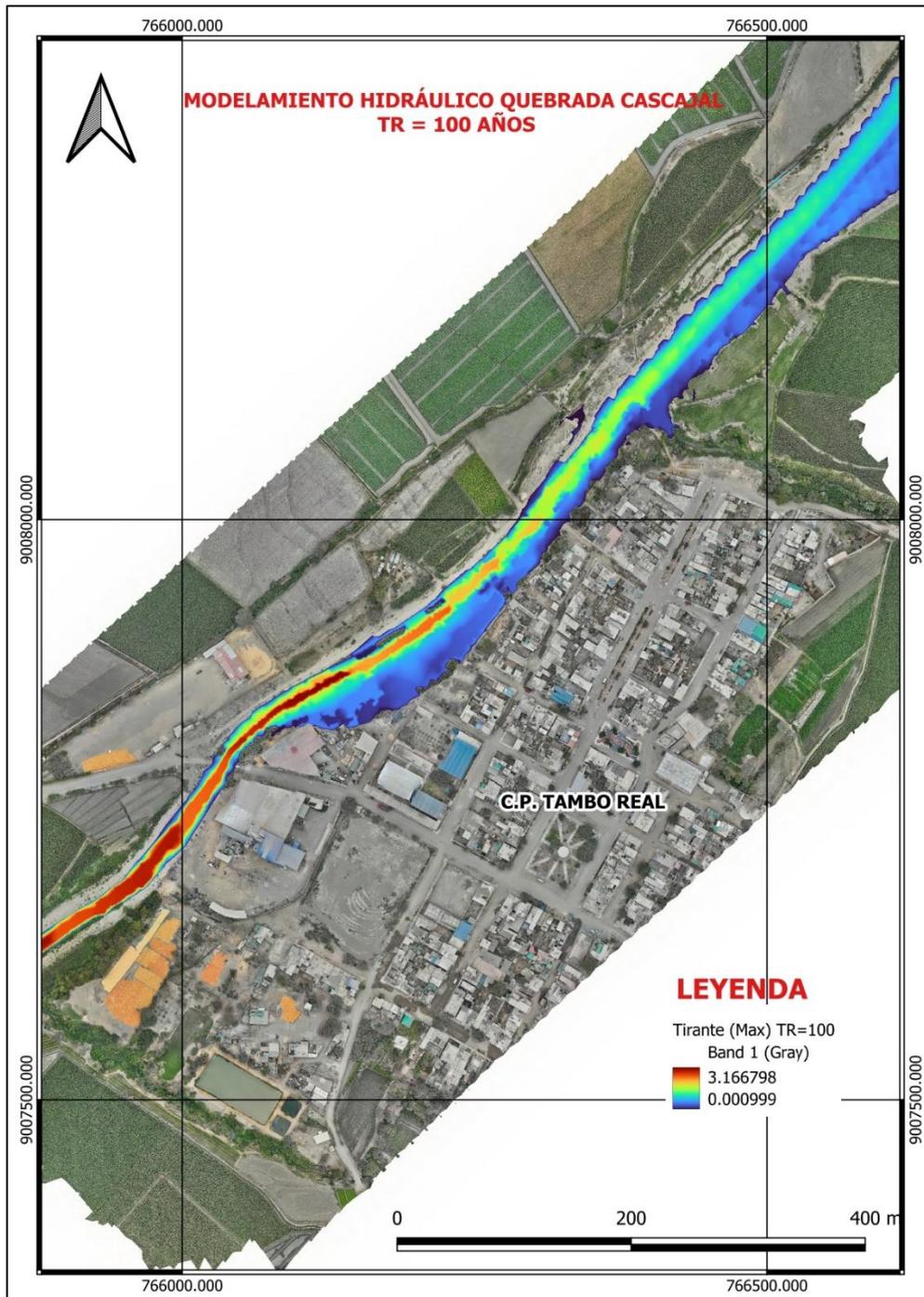
En el modelamiento hidráulico para un  $tr = 25$  años posee un caudal máximo de  $28.5\text{m}^3/\text{s}$ , se puede observar que el agua llega hasta la parte superior del enrocado desbordando poco por algunos lados, pero continúa fluyendo, mientras que para la parte de los cultivos si desborda hasta un máximo de 30m del cauce, el flujo presenta tirantes máximos de 2.411m y velocidades máximas de 2.37m/s.

**Figura 11. Modelamiento hidráulico quebrada Cascajal Tr = 50 años**



En el modelamiento hidráulico para un  $tr = 50$  años posee un caudal máximo de  $41.2\text{m}^3/\text{s}$ , se puede observar que el agua supera el enrocado desbordando por el margen izquierdo de la quebrada empezando a afectar los cimientos de las estructuras cercanas, mientras que para la parte de los cultivos también desborda del cauce, el flujo presenta tirantes máximos de  $2.761\text{m}$  y velocidades máximas de  $2.55\text{m/s}$ .

**Figura 12. Modelamiento hidráulico quebrada Cascajal Tr = 100 años**



En el modelamiento hidráulico para un tr = 100 años posee un caudal máximo de  $57.4\text{m}^3/\text{s}$ , se puede observar que el agua supera el enrocado desbordando por el margen izquierdo, llegando hasta la base de las viviendas, afectando fábricas, puente y cultivos, la topografía del terreno no permite que el agua desborde al pueblo. Pero la cercanía a la base genera socavación y colapso de las viviendas, especialmente de la fábrica que se encuentra cerca

del puente, el cual ya presenta daño estructural está en mucho peligro, mientras que para la parte de los cultivos también genera desbordes, el flujo presenta tirantes máximos de 3.166m y velocidades máximas de 2.8m/s.

#### **4.1.3. Análisis de riesgo y vulnerabilidad**

A continuación, se muestran los resultados del análisis de riesgo y vulnerabilidad, para ello se analizó primeramente la dimensión social, económica y ambiental, así como información geográfica y geoespacial del área de estudio, necesarios para analizar el nivel de riesgo y vulnerabilidad en el centro poblado de Tambo Real, según el manual de CENEPRED, dichos elementos son los siguientes:

**Tabla 19**

*Población Expuesta*

CANTIDAD
1121 habitantes

**Tabla 20**

*Viviendas*

CANTIDAD
315 viviendas

**Tabla 21**

*Instituciones Educativas Expuestas*

CANTIDAD
2 instituciones educativas

**Tabla 22**

*Universidades Expuestas*

CANTIDAD
0 universidades

**Tabla 23**

*Establecimientos de Salud Expuesta*

CANTIDAD
0 puestos de salud

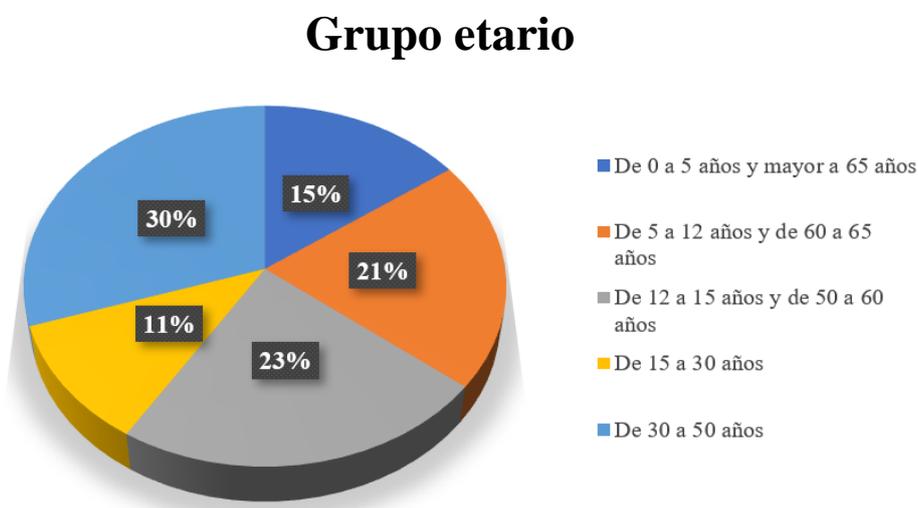
**4.1.3.1. Determinación del nivel de vulnerabilidad**

*Análisis de la dimensión social*

**a) Exposición Social**

**Figura 13**

*Grupo Etario*



En el grafico se muestran los resultados de la encuesta realizada a 146 viviendas de Tambo Real, se obtuvo que la mayoría de la población tiene edades de entre 30 y 50 años.

Empleando la tabla del (**Anexo 27**) se obtiene el parámetro 0.035

**Tabla 24**

*Grupo Etario*

GRUPO ETARIO	0.260
Entre 30 y 50 años de edad	PES5 0.035

Se identificaron 2 I.E Públicas, determinando así los principales servicios de educación expuestos mayores a un 75%:

**Tabla 25**

*Servicios de Educación Expuestos*

<b>SERVICIOS DE EDUCACIÓN EXPUESTOS</b>		<b>0.160</b>
> 75% del servicio de educación expuestos	PES6	0.503

Se identificó un servicio de salud, determinando así los principales servicios salud expuestos mayores a un 10%:

**Tabla 26**

*Servicios de Salud Terciarios*

<b>SERVICIOS DE EDUCACION EXPUESTOS</b>		<b>0.160</b>
> 75% del servicio de educación expuestos	PES6	0.503

**Tabla 27**

*Total, de la exposición social*

**EXPOSICIÓN SOCIAL**

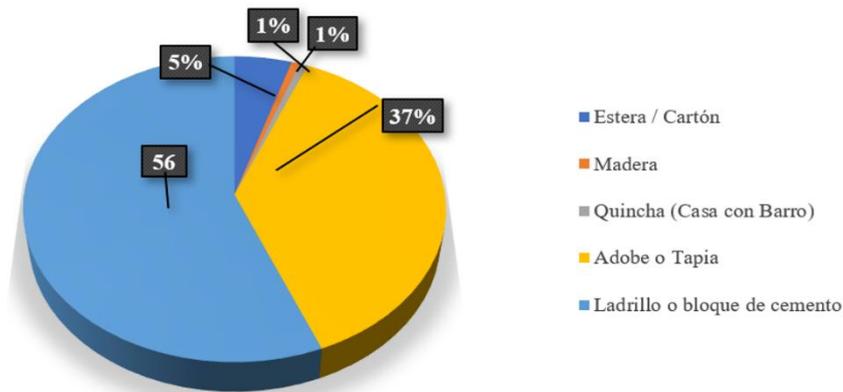
GRUPO ETARIO		SERVICIO EDUCATIVO EXPUESTO		SERVICIO DE SALUD EXPUESTO		TOTAL
P. ponderado	Parámetro	P. ponderado	Parámetro	P. ponderado	Parámetro	
0.26	0.035	0.16	0.503	0.633	0.035	<b>0.112</b>

**b) Fragilidad Social**

**Figura 14**

*Material de Conservación de la Edificación*

**Material de construcción de la edificación**



Estos datos se obtuvieron evaluando el material de construcción de las edificaciones, en donde se tiene que existen una mayor cantidad de edificaciones construidas con ladrillo o bloque de cemento, sin embargo, también existente un gran porcentaje de viviendas construidas cm adobe lo que significa una mayor vulnerabilidad para estas viviendas.

**Tabla 28**

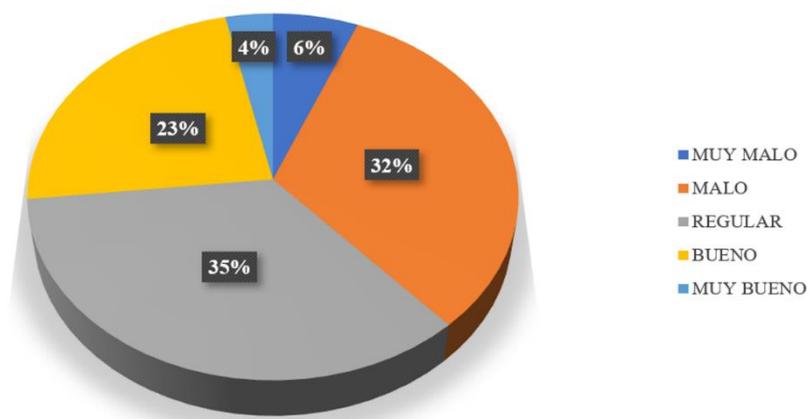
*Valor de material de construcción de las edificaciones*

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	0.430	
bloque o ladrillo de cemento	PFS5	0.035

**Figura 15**

*Estado de Conservación de la Edificación*

**Estado de conservación de la edificación**



Datos obtenidos al realizar la entrevista a 146 viviendas del centro poblado Tambo Real, teniendo como REGULAR, en donde se tiene existe una mayor cantidad de edificaciones con estado de conservación regular, determinando lo siguiente:

**Tabla 29**

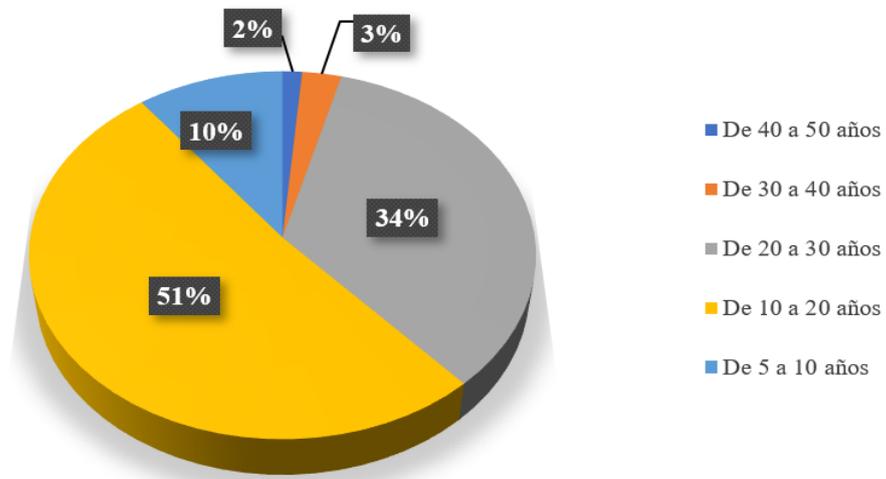
*Valor de estado de conservación de la edificación*

ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		0.317
Regular	PFS8	0.134

**Figura 16**

*Antigüedad de construcción de la edificación*

### Antigüedad de construcción de la edificación



Datos obtenidos al realizar la entrevista en 146 viviendas de Tambo Real, en donde se tiene que existen más edificaciones con una antigüedad comprendida de 10 a 20 años, determinando lo siguiente:

**Tabla 30**

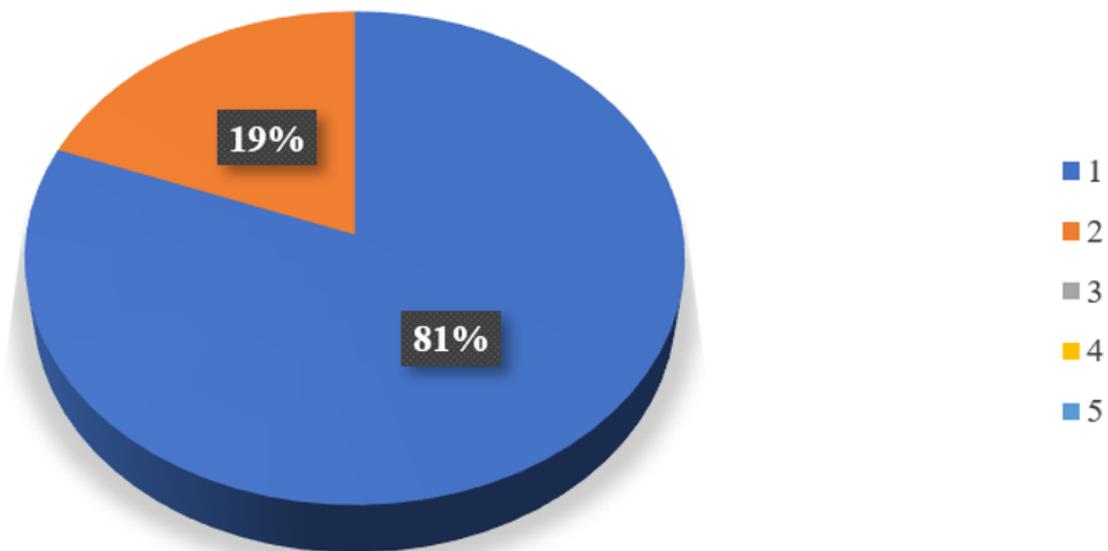
*Valor de antigüedad de construcción de la edificación*

ANTIGÜEDAD DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACION		0.042
De 10 a 20 años	PFS14	0.068

**Figura 17**

*Configuración de elevación de las edificaciones*

### Configuración de elevación de las edificaciones



Datos obtenidos al realizar la entrevista en 146 viviendas del Tambo Real, en donde se tiene que la mayor cantidad de viviendas es de 1 piso, determinando lo siguiente:

**Tabla 31**

*Valor de configuración de elevación de las edificaciones*

CONFIGURACION DE ELEVACION DE LAS EDIFICACIONES			0.078
1 pisos	PFS20		0.035

**Tabla 32**

*Total, de fragilidad social*

FRAGILIDAD SOCIAL								
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN		ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		ANTIGÜEDAD DE LA CONSTR. DE LA EDIFICACIÓN		CONF. DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES		TOTAL
0.430	0.035	0.317	0.134	0.042	0.068	0.078	0.035	<b>0.063</b>

**c) Resiliencia Social**

**Figura 18**

*Capacitación en temas de gestión de riesgos*

**Capacitación en temas de gestion de riesgos**



Datos obtenidos al realizar la entrevista en 146 viviendas del centro poblado Tambo Real (Muestra), en donde se tiene que el 96% de las personas considera que no cuentan ni se desarrolla ningún tipo de programa de capacitación en tema concernientes a gestión de riesgo.

**Tabla 33**

*Valor de capacitación en temas de gestión del riesgo*

<b>CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO</b>	<b>0.285</b>
No cuentan ni desarrollan	PFS21 0.503

**Figura 19**

*Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres*

### Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres



Datos obtenidos al realizar la entrevista en 146 viviendas de Tambo Real, en donde la gran mayoría de la población con un valor del 83% de los pobladores tienen conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres ocurridos en el centro poblado Tambo Real, esto debido a que ya se registró eventos de inundación, determinando así el siguiente parámetro:

**Tabla 34**

*Valor de conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres*

CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES	PESO PONDERADO: 0.152	
Toda la población tiene conocimiento, sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS10	0.035

Dentro del área evaluada se identificó que no existen instrumentos legales locales que apoyen en la reducción del riesgo, ante una precipitación intensa en la quebrada Cascajal en el sector Tambo Real, determinando lo siguiente:

**Tabla 35**

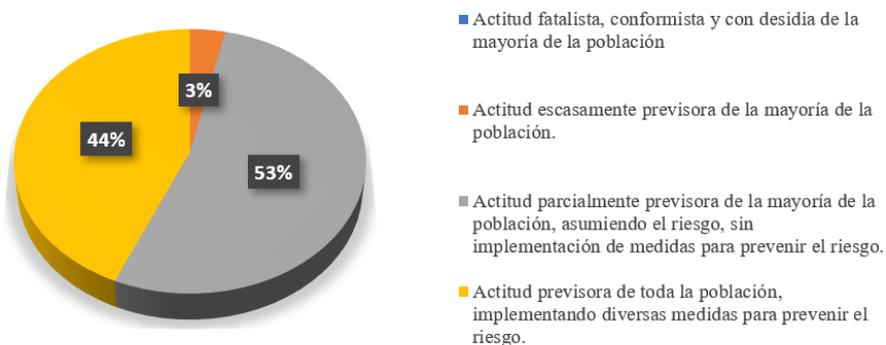
*Valor de existencia de la normatividad política y legal*

EXISTENCIA DE LA NORMATIVIDAD POLITICA Y LEGAL	PESO PONDERADO: 0.096	
El soporte legal que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio genera efectos negativos a su desarrollo. No existen instrumentos legales locales que apoyen en la reducción del riesgo (ejemplo: ordenanzas municipales).	PRS12	0.260

**Figura 20**

*Actitud frente al riesgo*

### Actitud frente al riesgo



Datos obtenidos al realizar la entrevista en 146 viviendas del centro poblado Tambo Real (Muestra), en donde se tiene que, que el 53 % de los pobladores presenta una actitud parcialmente previsor, asumiendo el riesgo, pero no implementando medidas para reducir o prevenir el riesgo, con esta opción se determina el siguiente parámetro:

**Tabla 36**

*Valor de actitud frente al riesgo*

<b>ACTITUD FRENTE AL RIESGO</b>	<b>0.421</b>	
Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir el riesgo.	PRS18	0.134

**Figura 21**

*Campaña de difusión*

### Campaña de difusión



Datos obtenidos al realizar la entrevista en 146 viviendas de Tambo Real, en donde se tiene que, el 82% de la población manifiesta que no hay difusión de los diversos medios de comunicación local, sobre temas de Gestión del Riesgo, generando una mayor vulnerabilidad en caso exista una inundación, con esta información se determina el siguiente parámetro:

**Tabla 37**

*Valor de Campaña de Difusión*

<b>CAMPAÑA DE DIFUSION</b>		<b>0.046</b>
No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo para la población local.		
PRS21	0.503	

**Tabla 38**

*Resultados de la resiliencia social*

<b>RESULTADOS DE LA RESILIENCIA SOCIAL</b>										
CAPACITACION EN TEMAS DE GESTION DEL RIESGO		CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE LA OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES		EXISTENCIA DE NORMATIVIDAD POLITICA Y LOCAL		ACTITUD FRENTE AL RIESGO		CAMPAÑA DE DIFUSIÓN		VALOR
0.285	0.503	0.152	0.035	0.096	0.260	0.421	0.134	0.046	0.503	<b>0.253</b>

**Tabla 39**

*Resultados de la dimensión social*

<b>RESULTADOS DIMENSIÓN SOCIAL</b>						
EXPOSICIÓN SOCIAL	FRAGILIDAD SOCIAL	RESILIENCIA SOCIAL	TOTAL			
0.112	0.633	0.063	0.106	0.253	0.260	<b>0.143</b>

*Análisis de la Dimensión Económica*

**a) Exposición Económica**

Las viviendas del centro poblado Tambo Real más cercanos a la quebrada cascajal se encuentran de 0 Km a 0.2 Km, determinándose así los siguientes parámetros:

**Tabla 40**

*Localización de las edificaciones*

<b>LOCALIZACIÓN DE LAS EDIFICACIONES</b>	<b>0.318</b>
Cercana 0 km – 0.2 km	PEE1 0.503

Las viviendas del centro poblado Tambo Real no posee servicios de agua potable y saneamiento expuestos, sin embargo, la planta de tratamiento del Tambo Real se encuentra relativamente expuesto, determinando así un parámetro bajo como el siguiente:

**Tabla 41**

*Servicio Básico de Agua Potable y Saneamiento*

<b>SERVICIO BÁSICO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO</b>	<b>0.219</b>
> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE9 0.068

Las viviendas del centro poblado Tambo Real no posee servicios eléctricos expuestos.

**Tabla 42**

*Servicio de las Empresas Eléctricas Expuestas*

<b>SERVICIO DE LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS EXPUESTAS</b>	<b>0.14</b>
> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE15 0.035

No existen servicios de empresas de distribución de gas expuestas ya que no hay gas natural en el centro poblado, tampoco existe combustible expuesto, determinando así lo siguiente:

**Tabla 43**

*Servicio de las Empresas de Distribución de Combustible y Gas*

<b>SERVICIO DE LAS EMPRESAS DE COMBUSTIBLE Y GAS</b>	<b>0.063</b>
<b>EXPUESTAS</b>	
> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE20 0.035

Dentro de Tambo Real no se encontraron empresas de transportes expuestos, determinándose así el siguiente valor del parámetro menor a un 10%.

**Tabla 44**

*Servicio de Empresas de Transporte Expuesto*

<b>SERVICIO DE LAS EMPRESAS DE TRANSPORTE EXPUESTOS</b>	<b>0.089</b>
> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE25 0.035

Dentro del área evaluada si existen áreas agrícolas expuestas propensas a sufrir inundaciones, determinando así lo siguiente valor del parámetro mayor a un 75%.

**Tabla 45**

*Área Agrícola*

<b>ÁREA AGRÍCOLA</b>	<b>0.121</b>
> 75% del servicio expuesto	PEE26 0.503

Dentro del centro poblado Tambo Real no se encuentran servicios de telecomunicaciones expuestos, determinándose el siguiente valor de parámetro.

**Tabla 46**

*Servicio de Telecomunicaciones*

<b>SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES</b>	<b>0.05</b>
> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE33 0.134

**Tabla 47**

*Resultados de la Exposición Económica*

RESULTADOS DE LA EXPOSICIÓN ECONÓMICA														
LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACION	SERVICIO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO		SERVICIOS ELECTRICOS EXPUESTOS		DISTRIBUCION DE COMBUSTIBLE Y GAS EXPUESTO		SERVICIO DE TRANSPORT E EXPUESTO		ÁREA AGRÍCOLA		SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES		TOTAL	
	P.P	P	P.P	P	P.P	P	P.P	P	P.P	P	P.P	P		
0.318	0.503	0.219	0.068	0.14	0.035	0.063	0.035	0.089	0.035	0.121	0.503	0.05	0.134	<b>0.253</b>

**b) Fragilidad Económica**

La mayor cantidad de viviendas del centro poblado Tambo Real están construidas con material de ladrillo, seguido del material de adobe por poca diferencia:

**Tabla 48**

*Material de Construcción de la Edificación*

<b>Material de Construcción de la Edificación</b>	<b>0.386</b>
Ladrillo o bloque de cemento	PFE5 0.035

La mayor cantidad de viviendas del centro poblado Tambo Real presentan un estado de conservación de regular:

**Tabla 49**

*Estado de Conservación de la Edificación*

<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES</b>	<b>0.386</b>
REGULAR	PFE3 0.134

La mayor cantidad de viviendas del centro poblado Tambo Real tienen una antigüedad de construcción de 10 a 20 años:

**Tabla 50**

*Antigüedad de Construcción de la Edificación*

<b>Antigüedad de Construcción de la Edificación</b>	<b>PESO PONDERADO:</b>	
	<b>0.111</b>	
De 10 a 20 años	PFE14	0.068

La mayoría de las viviendas del centro poblado Tambo Real incumplen con procedimientos constructivos en un 96.6%, obteniéndose un parámetro mayor a 80% y menor a 100%.

**Tabla 51**

*Incumplimiento de Procedimientos Constructivos de acuerdo a Normatividad Vigente*

<b>INCUMPLIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS</b>		
<b>CONSTRUCTIVOS DE ACUERDO A</b>	<b>0.156</b>	
<b>NORMATIVIDAD VIGENTE</b>		
80 - 100%	PFE16	0.503

La pendiente del terreno del área de estudio del Centro Poblado Tambo Real, es de 2% a 3%, determinando un valor menor a 10% en pendiente:

**Tabla 52**

*Topografía del Terreno*

<b>TOPOGRAFÍA DEL TERRENO (P=PENDIENTE)</b>	<b>0.044</b>	
P ≤ 10%	PFE25	0.035

Se determinó que la mayor parte de las viviendas del centro poblado Tambo Real tienen 01 pisos en su elevación, determinando el siguiente valor:

**Tabla 53**

*Configuración de Elevación de las Edificaciones*

CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO:
	<b>0.068</b>
1 piso	PFE30 0.035

**Tabla 54**

*Resultados de la fragilidad económica*

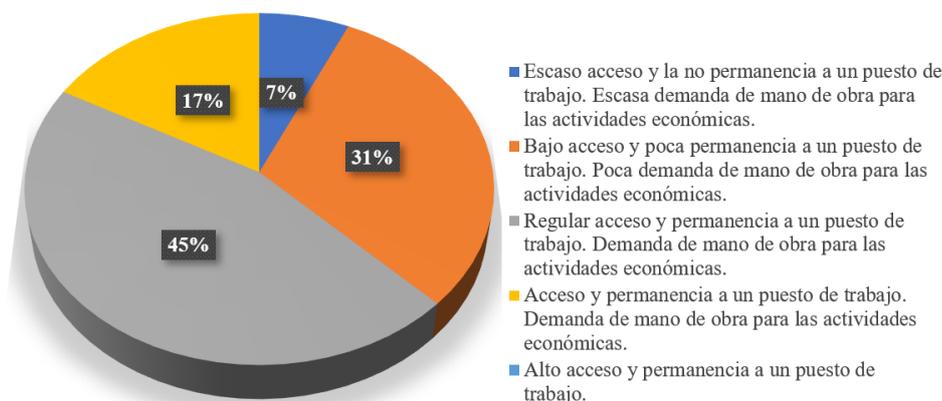
RESULTADOS DE LA FRAGILIDAD ECONÓMICA												
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIIFICACIÓN	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	ANTIGÜEDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	INCUMPLIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS	TOPOGRAFÍA DEL TERRENO	CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	TOTAL						
0.386	0.035	0.386	0.134	0.111	0.068	0.156	0.503	0.044	0.035	0.068	0.035	<b>0.155</b>

**c) Resiliencia Económica**

**Figura 22**

*Población económicamente activa o desocupada*

**Poblacion económicamente activa desocupada**



Datos obtenidos al realizar la encuesta a 146 viviendas del centro poblado Tambo Real (Muestra), en donde se tiene que, el 45% de los pobladores tienen regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo, seguida de un 31% de la población que tiene bajo acceso a un puesto de trabajo, determinándose así el siguiente valor del parámetro:

**Tabla 55**

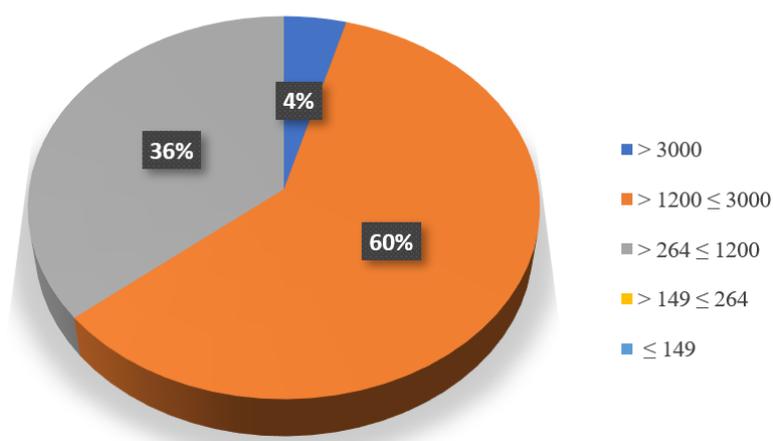
*Población Económicamente Activa Desocupada*

<b>POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA</b>	<b>0.159</b>
Regular acceso y permanencia	PRE3 0.134

**Figura 23**

*Ingreso familiar promedio mensual (Nuevos soles)*

**Ingreso familiar promedio mensual (Nuevos soles)**



Datos obtenidos al realizar la encuesta a 146 viviendas del centro poblado Tambo Real (Muestra), en donde se tiene que, el 60% de viviendas registra ingresos familiares mensuales de entre 1200 y 3000 soles seguido de un 36% de viviendas que registra un ingreso mensual menor a 1200 soles, determinándose así el valor de su parámetro:

**Tabla 56**

*Ingreso Familiar Promedio Mensual*

<b>INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL</b>	<b>0.501</b>
Entre 1200 y 3000	PRE7 0.260

Se determinó que el centro poblado de Tambo Real, presenta un bajo apoyo en la capacitación institucional y organización por las instituciones regionales y locales, obteniéndose el siguiente valor.

**Tabla 57**

*Organización y Capacitación Institucional*

<b>ORGANIZACIÓN Y CAPACITACIÓN INSTITUCIONAL</b>	<b>0.077</b>
Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión.	PRE11 0.503

Se determinó además que la mayor parte del centro poblado no cuenta con ningún tipo de capacitación en temas de gestión de riesgos ante una posible inundación.

**Tabla 58**
*Capacitación en temas de conservación del riesgo*

<b>CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO</b>		<b>0.263</b>
La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a Gestión de Riesgo.	PRE16	0.503

**Tabla 59**
*Resultados de la Resiliencia Económica*

<b>RESULTADOS DE LA RESILIENCIA ECONÓMICA</b>								
<b>POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA</b>		<b>INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL</b>		<b>ORGANIZACIÓN Y CAPACITACIÓN INSTITUCIONAL</b>		<b>CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO</b>		<b>VALOR</b>
0.159	0.134	0.501	0.260	0.077	0.503	0.263	0.503	<b>0.323</b>

**Tabla 60**
*Resultados de la dimensión económica*

<b>RESULTADOS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA</b>						
<b>EXPOSICIÓN ECONOMICA</b>		<b>FRAGILIDAD ECONOMICA</b>		<b>RESILIENCIA ECONOMICA</b>		<b>VALOR</b>
0.253	0.633	0.155	0.106	0.323	0.260	<b>0.260</b>

### *Análisis de la Dimensión Ambiental*

#### **a) Exposición Ambiental**

El centro poblado Tambo Real presenta bastante área de cultivo con mucha vegetación y un sistema de irrigación por canales, determinándose el siguiente valor:

**Tabla 61**

*Deforestación*

<b>DEFORESTACIÓN</b>	<b>0.501</b>	
Áreas de cultivo. Tierras dedicadas a cultivos de pan llevar.	PEA2	0.260

Según el estudio de análisis documental se determinó que el centro poblado Tambo Real presenta un porcentaje bajo de deforestación el cual comprende de entre 25 a 50% de áreas de estudio, determinándose así lo siguiente:

**Tabla 62**

*Porcentaje de Deforestación*

<b>PORCENTAJE DE DEFORESTACIÓN (%)</b>	<b>0.077</b>	
25 – 50 % del total del ámbito de estudio	PEA8	0.134

El centro poblado de Tambo Real presenta pérdida de suelo ya que la expansión urbana origina que la población deteriore el suelo por malas prácticas de conservación ambiental.

**Tabla 63**

*Pérdida del Suelo*

<b>PÉRDIDA DEL SUELO</b>	<b>0.263</b>	
Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos.	PEA3	0.134

El área que se evaluó presenta cultivos, lo cual genera pérdidas de agua ya que el uso para los regadíos a veces no es de la forma correcta y se desperdicia.

**Tabla 64**

Pérdida de Agua

<b>PÉRDIDA DE AGUA</b>	<b>0.159</b>
Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío y canales de transporte en tierra.	PEA19 0.068

**Tabla 65**

*Resultados de la Exposición Ambiental*

RESULTADOS DE LA EXPOSICIÓN AMBIENTAL									
DEFORESTACIÓN		PORCENTAJE DE DEFORESTACIÓN			PÉRDIDA DE SUELO		PÉRDIDA DE AGUA		VALOR
0.501	0.260	0.077	0.134	0.263	0.134	0.159	0.068	<b>0.187</b>	

**b) Fragilidad Ambiental**

El área evaluada del centro poblado Tambo Real, presenta gran parte de sus suelos con alta capacidad portante, esta información fue obtenida a través de un estudio de suelos de un expediente técnico de la obra donde se realizó la laza deportiva de un colegio.

**Tabla 66**

*Características Geológicas del Suelo*

<b>CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL SUELO</b>	<b>0.283</b>
Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante.	PFA2 0.260

Existen prácticas inadecuadas que degradan los márgenes del dren Cascajal en el sector Tambo Real ya que se observó basura cerca a estos márgenes, siendo estas no poca intensidad, determinándose el siguiente valor:

**Tabla 67**
*Explotación de Recursos Naturales*

PARÁMETRO	EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	PESO PONDERADO:
		<b>0.047</b>
DESCRIPTOR	Prácticas de degradación del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales) sin asesoramiento técnico capacitado. Pero las actividades son de baja intensidad.	PFA3 0.134

Al realizar las observaciones en capo se determinó que las viviendas de tambo real se encuentran a pocos metros de la quebrada Cascajal estando en un rango de 0 a 10 metros, por lo cual se tomo el valor mas desfavorable de su parámetro

**Tabla 68**
*Localización de Centros Poblados*

LOCALIZACIÓN DE CENTROS POBLADOS	0.643
Muy cercana 0 km – 0.2 km	PFA11 0.503

**Tabla 69**
*Resultados de la Fragilidad Ambiental*

RESULTADOS DE LA FRAGILIDAD AMBIENTAL						
CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL SUELO		EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES		LOCALIZACIÓN DE CENTROS POBLADOS		VALOR
0.283	0.260	0.047	0.134	0.643	0.503	<b>0.403</b>

**c) Resiliencia Ambiental**

**Figura 24**

*Conocimiento y cumplimiento de la normativa ambiental*

**Conocimiento y cumplimiento de la normalidad ambiental**



Datos obtenidos al realizar la entrevista a 146 viviendas del centro poblado Tambo Real (Muestra), en donde se tiene que el 80% de la población opina que sólo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental, no cumpliéndolas.

**Tabla 70**

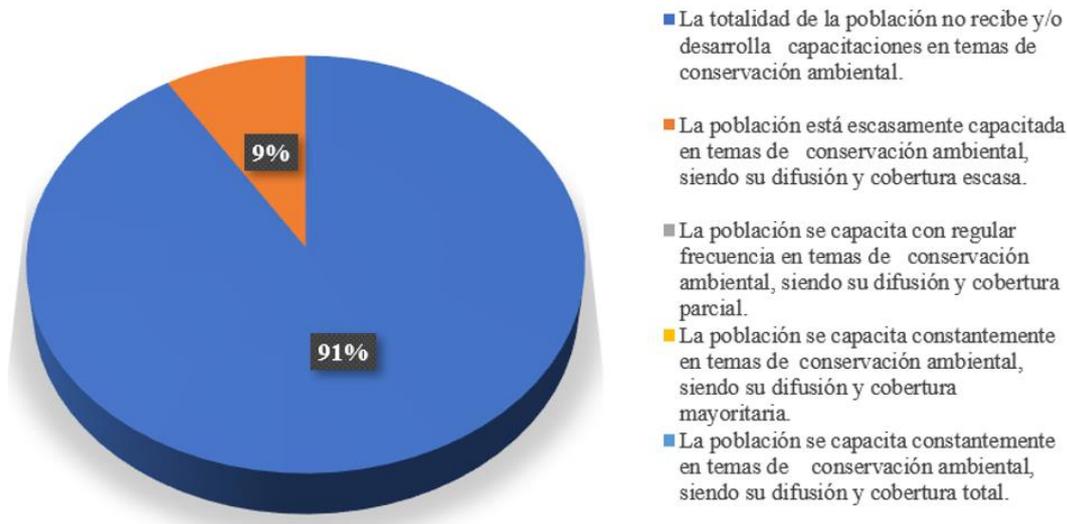
*Conocimiento y Cumplimiento de Normatividad Ambiental*

CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE		0.633
NORMATIVIDAD AMBIENTAL		
Sólo las autoridades conocen la existencia de normatividad, no cumpliéndolas.	PRA2	0.26

**Figura 25**

*Capacitación en temas de conservación ambiental*

### Capacitación en temas de conservación ambiental



El mayor porcentaje de los pobladores de Tambo Real no presenta capacitación en temas de conservación ambiental, información obtenida al realizar la encuesta a 146 viviendas determinando así el siguiente valor:

**Tabla 71**

*Capacitación en temas de Conservación Ambiental*

CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL	
	<b>0.260</b>
La totalidad de la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	PRA6 0.503

**Figura 26**

*Conocimiento Ancestral para Exportación Sostenible de sus Recursos Naturales*

**Conocimiento ancestral para exportación Sostenible de sus recursos naturales**



Según la encuesta realizada a 146 viviendas de Tambo Real (Muestra), se determinó que, el 51% de la población poseen y aplican sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales, determinando así lo siguiente:

**Tabla 72**

*Conocimiento Ancestral para Explotación Sostenible de sus recursos naturales*

CONOCIMIENTO ANCESTRAL PARA EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE DE SUS RECURSOS NATURALES	0.106
Algunos pobladores poseen y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA7 0.260

**Tabla 73**

*Valor de la Resiliencia Ambiental*

VALOR DE LA RESILIENCIA AMBIENTAL						
CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL		CONOCIMIENTO ANCESTRAL PARA EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE DE SUS RECURSOS NATURALES		CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL		TOTAL
		VALOR	P, PONDERADO	VALOR	P, PONDERADO	
0.633	0.260	0.106	0.260	0.260	0.503	<b>0.323</b>

**Tabla 74**

*Resultados de la dimensión Ambiental*

RESULTADOS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL						
EXPOSICIÓN AMBIENTAL		FRAGILIDAD AMBIENTAL		RESILIENCIA AMBIENTAL		TOTAL
VALOR	P, PONDERADO	VALOR	P, PONDERADO	VALOR	P, PONDERADO	
0.187	0.633	0.403	0.106	0.323	0.260	<b>0.245</b>

Una vez determinado los valores del análisis de la dimensión Social, Económica y Ambiental, se determinó el nivel de la vulnerabilidad empleando los pesos ponderados para cada dimensión, los resultados se muestra continuación

**Tabla 75**

*Resultados de la vulnerabilidad*

VALOR DE LA VULNERABILIDAD						
ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL		ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA		ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL		TOTAL
VALOR	P, PONDERADO	VALOR	P, PONDERADO	VALOR	P, PONDERADO	
0.143	0.633	0.260	0.106	0.245	0.26	<b>0.180</b>

**Tabla 76**

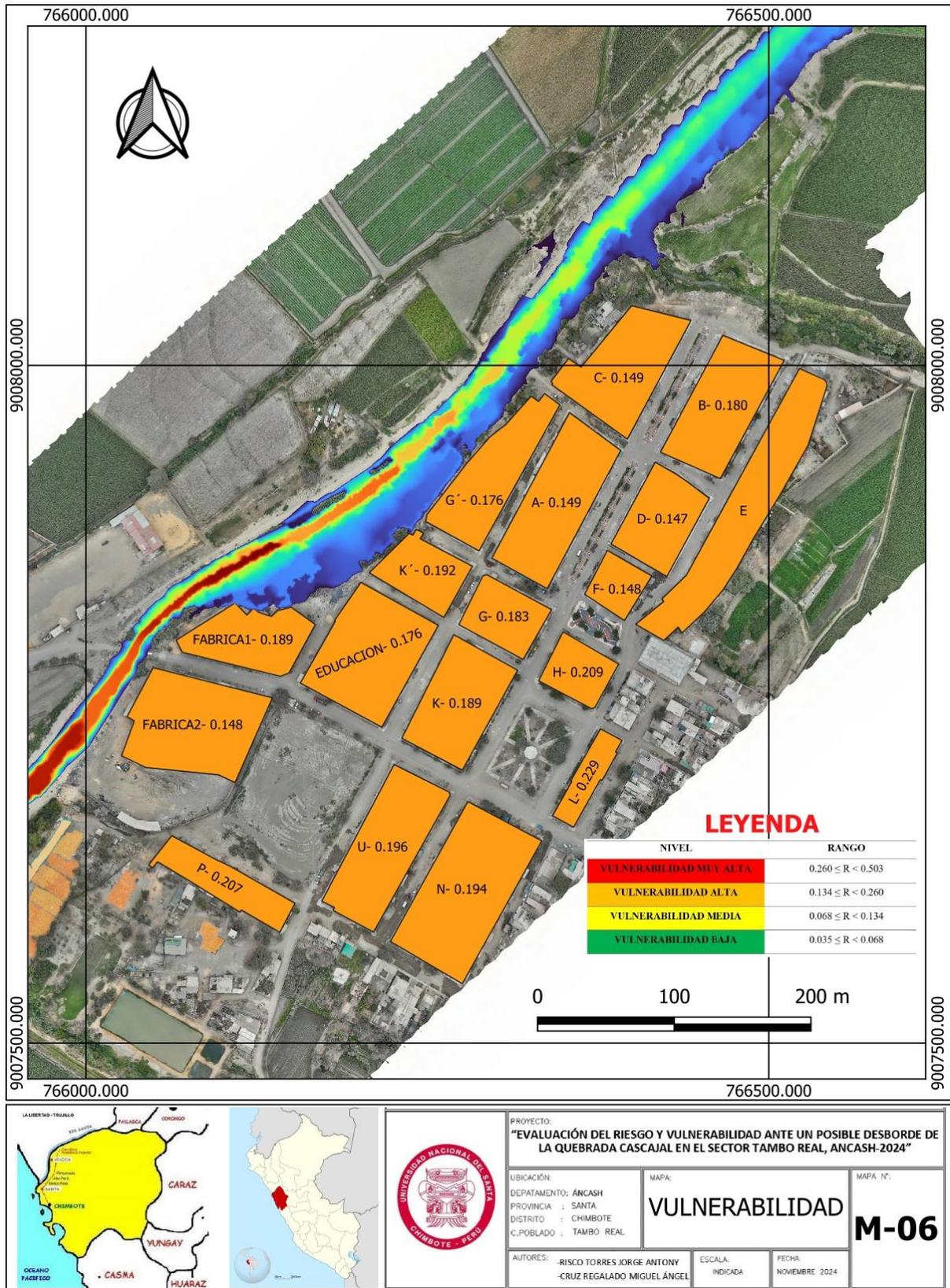
*Nivel de vulnerabilidad*

<b>NIVEL DE VULNERABILIDAD</b>		
<b>NIVEL</b>	<b>RANGO</b>	<b>VALOR</b>
<b>VULNERABILIDAD ALTA</b>	$0.134 \leq R < 0.260$	<b>0.180</b>

Finalmente se determinó que el centro poblado Tambo Real presenta una vulnerabilidad alta con un valor de 0.180, esto según el análisis de la dimensión social económica y ambiental del manual de riesgo de desastres naturales del CENEPRED, la población se encuentra en vulnerabilidad alta debido a poseen distintas deficiencias en cada dimensión estudiada,

También se identificó la vulnerabilidad de cada cuadra del centro poblado Tambo Real para determinar los valores independientes de vulnerabilidad alta, y así tener un mejor registro, a continuación, se muestra el mapa de vulnerabilidad por cada cuadra con su respectivo valor.

**Figura 27. Mapa de Vulnerabilidad por Inundación (CENEPRED)**



### 4.1.3.2. Determinación del nivel de peligrosidad

#### Análisis del Fenómeno de Inundación

Se puede observar que existen estructuras dañadas cerca al paso de la quebrada cascajal, como de viviendas y fábricas, así como el deterioro del enrocado realizado hace un año que intensifican el peligro para el desborde del flujo.

**Tabla 77**

*Efectos previos ocasionados a las estructuras*

PARÁMETRO	EFFECTOS PREVIOS OCASIONADOS A LAS ESTRUCTURAS	0.26	
DESCRIPTOR	Presenta estructuras dañadas de contención, como diques, muros de contención, enrocados, así como viviendas	PAP2	0.26

las viviendas del área de estudio se encuentran a menos de 20 metros de la fuente de agua generando una mayor peligrosidad a esa población, con esto se determina el valor del parámetro

**Tabla 78**

*Cercanía a una Fuente de Agua*

CERCANÍA A UNA FUENTE DE AGUA	0.106	
Menor a 20m	PCA1	0.503

**Tabla 79**

*Intensidad Media en una Hora*

Intensidad Media en una Hora
Moderadas: Mayor a 2 y Menor o igual a 15

**Tabla 80**

*Fenómeno de Inundación*

RESULTADOS DEL FENOMENO DE INUNDACIÓN			
EFFECTOS PREVIOS OCASIONADOS A LAS ESTRUCTURAS	CERCANÍA A UNA FUENTE DE AGUA	INTENSIDAD MEDIA EN UNA HORA	VALOR

P. Ponderado	Parámetro	P. Ponderado	Parámetro	P. Ponderado	Parámetro	<b>0.164</b>
0.26	0.26	0.106	0.503	0.633	0.068	

**a) Factores Condicionantes**

El área evaluada del Centro Poblado Tambo Real, es generalmente plano y ondulado, determinando así lo siguiente:

**Tabla 81**

*Relieve*

<b>RELIEVE</b>	<b>0.145</b>
Generalmente plano y ondulado, con partes montañosos en la parte sur. Presenta pampas, dunas, tablazos, vales; zona eminentemente árida y desértica.	PY5 0.035

El área evaluada del centro poblado Tambo Real, presenta como tipo de suelo arenas eólicas y/o limo, datos obtenidos del estudio de suelos del expediente técnico “Construcción de losa deportiva, cobertura y tribuna y/o palco, en la IE 88332 – Santa en la localidad de Tambo Real, provincia del Santa, departamento de Ancash” determinando así lo siguiente:

**Tabla 82**

*Tipo de Suelo*

<b>TIPO DE SUELO</b>	<b>0.515</b>
Arena Eólica y/o Limo (Sin agua)	PY8 0.134

El área evaluada del Centro Poblado Tambo Real, presenta una cobertura vegetal expuesta de entre 20% y 40%, los datos se obtuvieron del mapa de cobertura vegetal, determinando así lo siguiente:

**Tabla 83**

*Cobertura Vegetal*

<b>COBERTURA VEGETAL</b>	<b>0.058</b>
20% - 40%	PY13 0.134

El centro poblado presenta terrenos con cultivos permanentemente de diversos productos ya que es te vendría a ser su fuente de ingreso, determinando así lo siguiente:

**Tabla 84**

*Uso Actual de Suelos*

<b>USO ACTUAL DE SUELOS</b>	<b>0.058</b>
Terrenos cultivados permanentes como frutales, cultivos diversos como productos alimenticios, industriales, de exportación, etc. Zonas cultivables que se encuentre en descanso como los barbechos que se encuentran improproductivas por periodos determinados.	PY17 0.26

**Tabla 85**

*Factor Condicionante*

<b>FACTOR CONDICIONANTE</b>								
<b>RELIEVE</b>		<b>TIPO DE SUELO</b>		<b>COBERTURA VEGETAL</b>		<b>USO ACTUAL DE SUELOS</b>		<b>VALOR</b>
0.145	0.035	0.515	0.134	0.058	0.134	0.058	0.260	<b>0.097</b>

**b) Factores Desencadenantes**

Se considera como un factor desencadenante a la intensidad de la precipitación, la cual dependerá de su magnitud de las lluvias para que dé inicio a una posible inundación en el centro poblado, determinándose así el siguiente valor:

**Tabla 86**

*Hidrometereológicos*

<b>HIDROMETEREOLÓGICOS</b>		<b>0.106</b>
Lluvias	PSH1	0.503

Las lluvias intensas, pueden originar movimientos en masa, en la zona evaluada de Tambo Real, determinando así el siguiente valor:

**Tabla 87**

*Geológico*

<b>GEOLÓGICOS</b>		<b>0.26</b>
Movimientos en Masa	PSG4	0.068

La infraestructura del centro poblado Tambo Real, es un factor desencadenante, para que la zona de estudio se encuentre en riesgo, con ello se determina el valor del parámetro:

**Tabla 88**

*Inducido por la Acción Humana*

<b>INDUCIDO POR LA ACCIÓN HUAMANA</b>		<b>0.633</b>
Infraestructura	PSI3	0.134

**Tabla 89**

*Inducido por la Acción Humana*

<b>INDUCIDO POR LA ACCIÓN HUAMANA</b>		<b>0.633</b>
Infraestructura	PSI3	0.134

**Tabla 90**

*Valor del Factor Desencadenante*

<b>VALOR DEL FACTOR DESENCADENANTE</b>						
<b>HIDROMETEOROLÓGICOS</b>	<b>GEOLÓGICOS</b>	<b>INDUCIDOS POR ACCIÓN HUAMANA</b>		<b>TOTAL</b>		
0.106	0.503	0.26	0.068	0.633	0.134	<b>0.156</b>

**Tabla 91**

*Susceptibilidad*

<b>SUSCEPTIBILIDAD</b>				
<b>FACTOR CONDICIONANTE</b>		<b>FACTOR DESENCADENANTE</b>		<b>TOTAL</b>
0.097		0.5	0.156	0.5
				<b>0.126</b>

**Tabla 92**

*Peligrosidad*

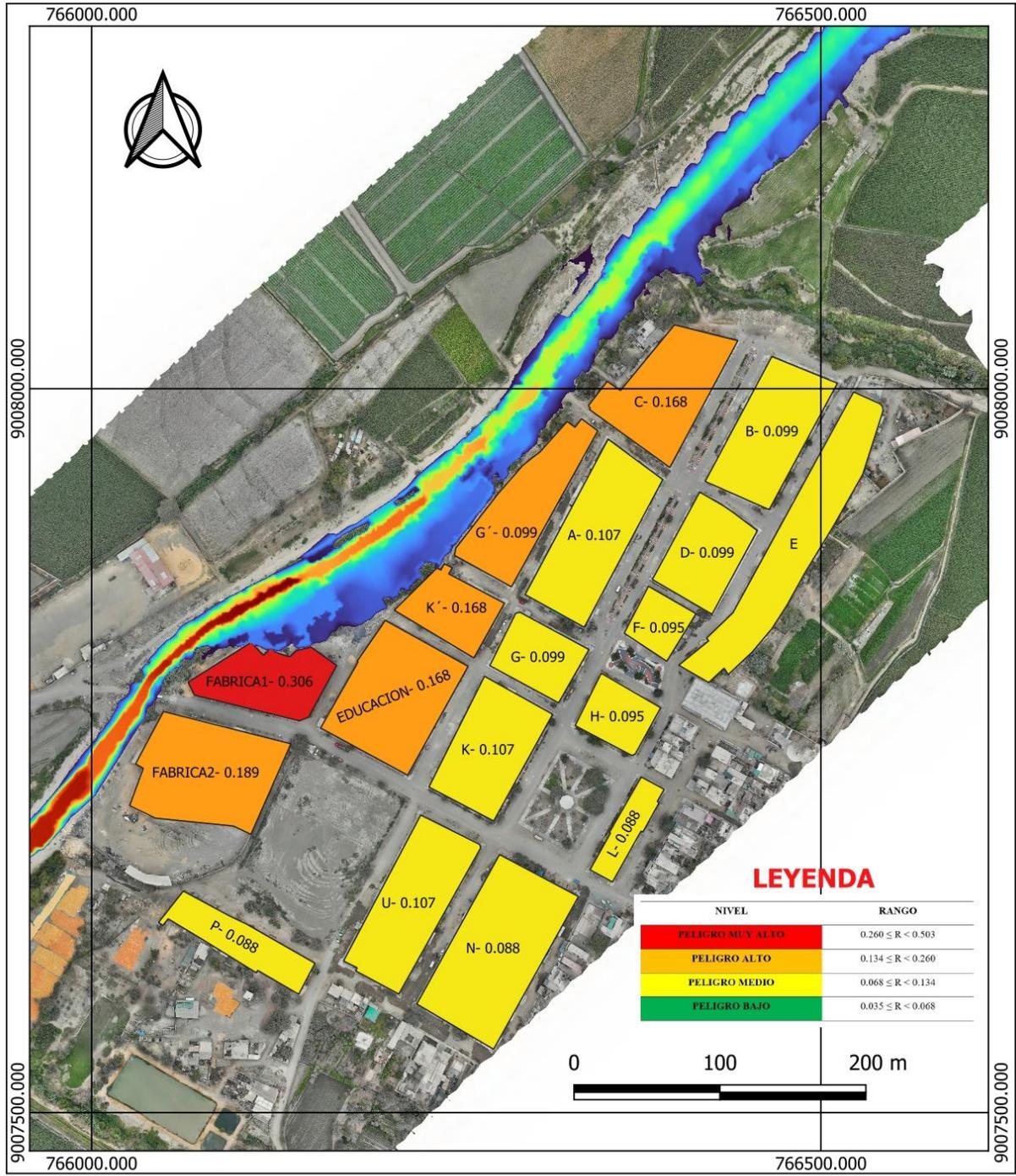
<b>PELIGROSIDAD</b>				
<b>FENÓMENO DE INUNDACIÓN</b>		<b>SUSCEPTIBILIDAD</b>		<b>TOTAL</b>
0.164		0.5	0.126	0.5
				<b>0.145</b>

**Tabla 93**

*Resultados de la peligrosidad*

<b>NIVEL DE PELIGROSIDAD</b>		
<b>NIVEL</b>	<b>RANGO</b>	<b>VALOR</b>
PELIGROSIDAD ALTA	$0.134 \leq R < 0.260$	0.145

**Figura 28. Mapa de Peligro por Inundación (CENEPRED)**



**LEYENDA**

NIVEL	RANGO
PELIGRO MUY ALTO	$0.260 \leq R < 0.503$
PELIGRO ALTO	$0.134 \leq R < 0.260$
PELIGRO MEDIO	$0.068 \leq R < 0.134$
PELIGRO BAJO	$0.035 \leq R < 0.068$

PROYECTO:  
“EVALUACIÓN DEL RIESGO Y VULNERABILIDAD ANTE UN POSIBLE DESBORDE DE LA QUEBRADA CASCAJAL EN EL SECTOR TAMBO REAL, ANCASH-2024”

UBICACIÓN:	MAPA:	MAPA N°:
DEPARTAMENTO: ANCASH	<b>PELIGROSIDAD</b>	<b>M-07</b>
PROVINCIA : SANTA		
DISTRITO : CHIMBOTE		
C. POBLADO : TAMBO REAL		
AUTORES:	ESCALA:	FECHA:
RISCO TORRES JORGE ANTONY	INDICADA	NOVIEMBRE 2024
CRUZ REGALADO MIGUEL ÁNGEL		

### 4.1.3.3. determinación del nivel de riesgo

El nivel de riesgo se determino empleando la formula siguiente:

**Fórmula 20:** Nivel de Riesgo

$$NR= V*P$$

En donde:

<b>NR:</b> Nivel de Riesgo
<b>P:</b> Peligrosidad
<b>V:</b> Vulnerabilidad

Una vez determinado la vulnerabilidad, así como la peligrosidad se procede a multiplicar ambos valores para finalmente determinar el valor del riesgo y así clasificarla de acuerdo a sus categorías.

**Tabla 94**

*Valor del nivel de riesgo*

VALOR DEL NIVEL DE RIESGO		
VALOR DE VULNERABILIDAD	VALOR DE PELIGROSIDAD	VALOR
0.182	0.145	<b>0.026</b>

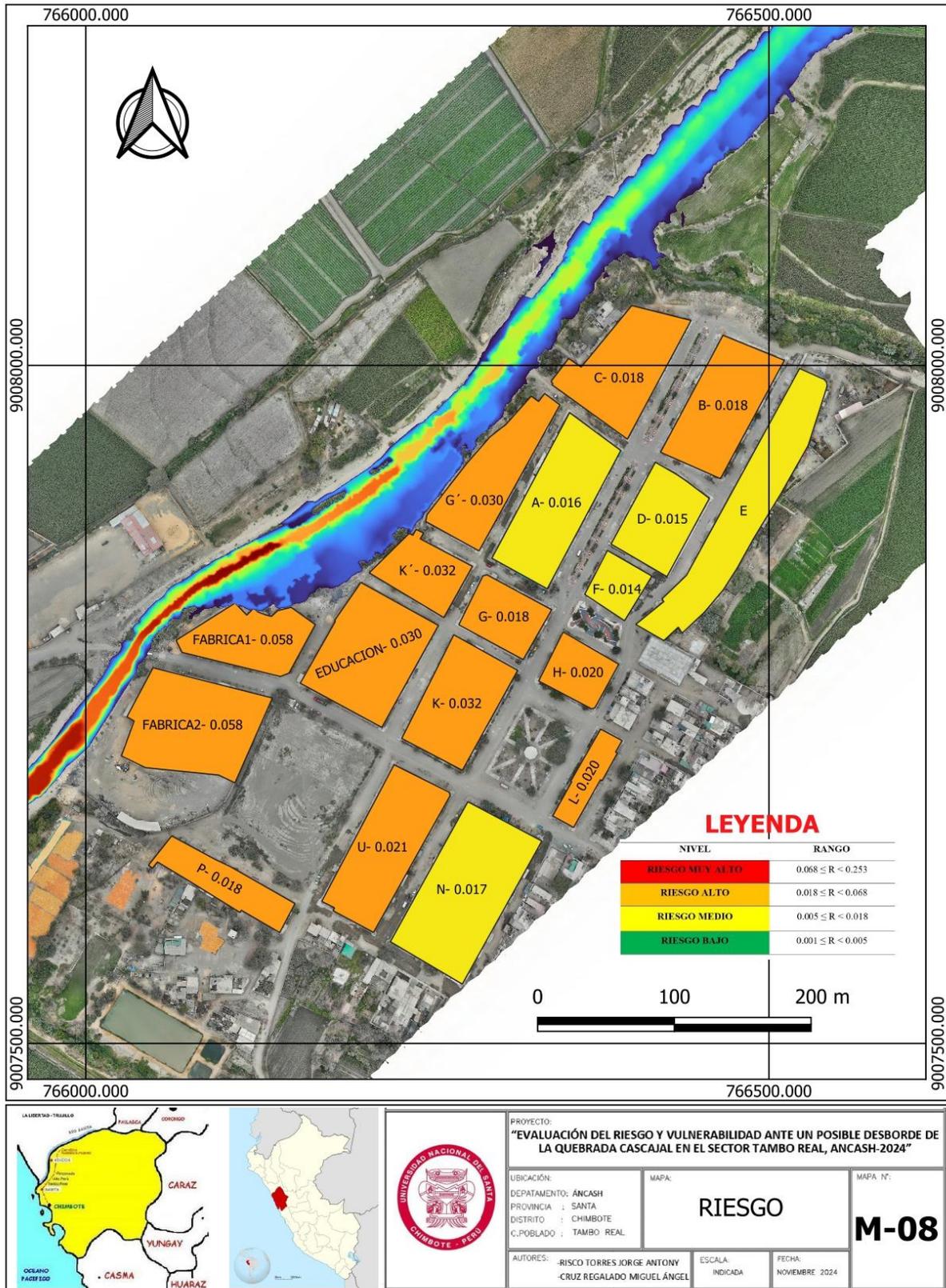
*Fuente:* CENEPRED 2014

**Tabla 95**

*Nivel de riesgo*

NIVEL DE RIESGO		
NIVEL	RANGO	VALOR
<b>RIESGO ALTO</b>	$0.018 \leq R < 0.068$	0.026

Figura 29. Mapa de Riesgo por Inundación (CENEPRED)



## 4.2 Discusiones

La hipótesis de investigación planteo que el riesgo y la vulnerabilidad en el centro poblado Tambo Real ocasionado por un desborde de la quebrada Cascajal es alto lo que se puede confirmar con los resultados obtenidos, por tanto, se acepta la hipótesis

Así mismo, en el trabajo realizado por (Marrique de Lara Salinas, 2021), en su tesis “Determinación de los niveles y zonas de riesgo por inundación en el caserío de Santa Rosa de Shapajilla” se obtuvieron resultados similares en donde las variables principales fueron las características del suelo, la pendiente del terreno y las condiciones hidrológicas las que más influyeron en el riesgo por inundación a diferencia que en nuestro estudio influyo mas la cercanía a la fuente de agua, generando mas peligrosidad para el centro poblado

Según (Aguilar Saenz & Rodriguez Herrera, 2019), en su investigación “Evaluación del riesgo y vulnerabilidad en el distrito de Nuevo Chimbote ante una precipitación intensa en la quebrada San Antonio, 2019” determinaron un nivel de riesgo y vulnerabilidad alto, debido fundamentalmente a la falta de capacitación en temas de gestión de riesgos e incumplimiento de las normas. En nuestra investigación también se obtuvieron niveles peligrosidad, riesgo y vulnerabilidad altos en la quebrada Cascajal, con la diferencia que los principales factores de dichos resultados fueron por el nivel socioeconómico, el estado de construcción de las edificaciones y su cercanía a una fuente de agua.

En la investigación de (Valderrama & Yataco, 2020) “Estudio hidrológico de la quebrada Cascajal con fines de prevención de inundación CP. Cascajal-Santa-Ancash-2020” se determinó áreas inundadas de 9.19 km<sup>2</sup> para un tiempo de retorno de 25 años y 9.24 km<sup>2</sup> para 50 años esto se debe a que el lugar de estudio presenta pendientes bajas en el cause, lo que genere el desborde a muchas áreas, a diferencia de nuestra investigación el centro poblado Tambo real se

encuentra en un lugar alto del paso de la quebrada y el flujo esta encausado por un dique, en nuestra investigación para los tiempos de retorno de 50 y 100 años el agua desborda del dique y llega a la base de las viviendas, generando la socavación y colapso pero el agua no logra superar hasta desbordar al centro poblado.

Por otra parte, (Gonzales, 2022) en su tesis “Evaluación de riesgo por inundación de La Quebrada San Idelfonso, en el Distrito de El Porvenir” consideró como factores principales la pendiente del terreno, su geomorfología y geología, determino también que el factor desencadenante es el caudal, ya que estos factores se relacionan con la caracterización de los fenómenos de inundación. Mientras que en nuestra tesis se consideró como factores condicionantes el relieve, , cobertura vegetal y uso actual del suelo (debido a que la zona de estudio es principalmente agrícola y presenta suelos ya saturados originando una mayor escorrentía); los factores desencadenantes fueron el desborde de la quebrada cascajal que se encuentra a menos de 20 metros de las viviendas más cercanas del centro poblado, su cercanía y la cantidad de caudal son principalmente el mayor peligro inducidos por la acción humana y geológico.

Debido a las similitudes entre otras investigaciones y nuestra tesis, se evidencia la importancia de tomar medidas de prevención, tales como la creación de un dique para encausar la quebrada y gestión de evacuación para las áreas que se encuentran en bastante peligro, evitando daños materiales o humanos.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- Se realizó el análisis de riesgo y vulnerabilidad en el sector de Tambo Real determinando que el nivel de Riesgo por inundación de la quebrada Cascajal en el sector Tambo Real, es Alto, con un valor de 0.026, a si también el nivel de vulnerabilidad determinado fue de 0.180 que representa un nivel alto
- Se realizó el estudio hidrológico de las sub cuencas Cascajal determinando precipitaciones medias de 26.022, 30.292, 35.185, 38.436, 41.734 mm para los periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años, también se determinó las precipitaciones medias de la sub cuenca Tambo Real las cuales fueron de 21.313, 24.665, 28.360, 32.889, 36.052mm con estas precipitaciones se determinó el caudal máximo en el sector tambo real con el programa HEC-HMS las cuales fueron de 10.34m<sup>3</sup>/s, 16.34m<sup>3</sup>/s, 28.54m<sup>3</sup>/s 41.24m<sup>3</sup>/s y 57.4m<sup>3</sup>/s para dichos periodos de retorno
- Se realizó el modelamiento hidráulico del tránsito de caudales con el programa HEC-RAS para los periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años en los cuales se determinó que para los años 5 y 10 el agua tiene crecidas, pero fluye normal por la quebrada, a diferencia de TR = 25 que el agua empieza a desbordar por la parte de los cultivos no afectando a la población, mientras que para el TR de 50 y 100 el agua llega hasta la base de las estructuras , esto puede producir socavación y el colapso de las estructuras cercanas al margen izquierdo
- Debido a los resultados mostrados, proponemos alternativas para disipar riesgos en el centro poblado Tambo Real, mediante la incorporación de diques de mayor altura en el margen izquierdo de la quebrada cascajal en el sector tambo real, así como exhortar a las autoridades para el fortalecimiento, capacitación y sensibilización a la población vulnerable.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios similares ya que en los últimos años se ve muchas inundaciones principalmente en la costa peruana, se debería tener en cuenta datos más actualizados de precipitaciones, así como el uso de softwares en sus últimas versiones e incorporar el transporte de sedimentos para una simulación más cercana a la realidad
- Se recomienda realizar capacitaciones periódicas en temas de gestión de riesgo ante posibles inundaciones esto por parte de las autoridades, así como de los mismos pobladores también se recomienda elaborar un plan de gestión de riesgo y evacuación a zonas seguras.
- Se recomienda la construcción de un dique con mayor altura en el margen izquierdo de la quebrada para evitar que el agua llegue a la base de las viviendas cercanas y produzca socavación
- Se recomienda realizar la descolmatación periódicamente para evitar la obstrucción del paso de agua al momento de la activación de la quebrada cascajal

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adama. (2022). *Inundacion en Fogera-Dera Floodplain Etiopia*.

Aguilar Saenz, P., & Rodriguez Herrera, R. (2019). *Evaluación del riesgo y vulnerabilidad en el distrito de Nuevo Chimbote ante una precipitación intensa en la quebrada San Antonio, 2019*. [Tesis de pregrado]. Perú: Repositorio Universidad Nacional del Santa: <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3658>

Carrillo, J. L. (2021). *Nivel de riesgo por inundaciones de la cuenca del rio Huallaga en el sector San Rafael, Huanuco*. Universidad Nacional Hermilio Valdizan, disponible en: <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6651>

Chow, V. T., Maidmen, D. R., & Mays, L. W. (1994). *Hidrología Aplicada*.

COEN. (2019). *Precipitaciones pluviales*.

Diestra, A. A. (2021). *Determinación de caudales máximos del río Pomabamba para identificar las zonas de inundación en el distrito de Pomabamba, Ancash - 2021*. Repositorio universidad Cesar Vallejo, disponible en: [https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/2476/Determinaci%C3%B3n-de-caudales-m%C3%A1ximos-del-r%C3%ADo-Pomabamba-para-identificar-las-zonas-de-inundaci%C3%B3n-en-el-distrito-de-Pomabamba\\_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.senamhi.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12542/2476/Determinaci%C3%B3n-de-caudales-m%C3%A1ximos-del-r%C3%ADo-Pomabamba-para-identificar-las-zonas-de-inundaci%C3%B3n-en-el-distrito-de-Pomabamba_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Duarte, G. W. (2021). *Riesgo por inundaciones en Tijuana*. disponible en: <https://repositorioinstitucional.uabc.mx/server/api/core/bitstreams/8bd60451-4930-4874-907d-ab03d935e5ff/content>

Echogdali. (2022). *Evaluación de la amenaza y la susceptibilidad a inundaciones en un entorno semiárido: un estudio de caso de la Cuenca de Seyad, al sur de Marruecos.*

Estrada Sifontes, V., & Pacheco Moya, R. M. (2012). La Habana.

Fajardo. (2022). La Caracterización Hidrográfica y su Influencia en la Evaluación del Riesgo de Inundación.

Fajardo. (2022). La Caracterización Hidrográfica y su Influencia en la Evaluación del Riesgo de Inundación.

Fallas, J. (2007). *Modelos digitales de elevación.*

Flores Zavaleta, S. A., & Salazar Vercelli, M. (2019). *Propuesta de mejora sobre las inundaciones vulnerables del río Sechin Alto, Casma, en el 2019.* repositorio digital institucional de la Universidad Cesar Vallejo, disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52840>

Giraldo, C. (2023). *Desborde de ríos Tumbes y La Leche.*

GIS, C. (2015). CURSOS GIS , Obtenido de: <https://www.cursosgis.com/que-es-hec-ras-y-para-que-sirve/>

Gonzales, J. E. (2022). *Evaluacion del riesgo por inundacion de la quebrada san idelfonso, en el distrito de El Porvenir. Trujillo.* Repositorio universidad privada del norte, disponible: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/30731/Gonzales%20Alfaro%20Jhoselyn%20Edith.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

INDECI. (2011). *INDECI.*

INDECI. (2023). *Inundación por desborde de río en el distrito de casma peru. Casma.*

Lara, M. L. (2021). *Determinación de los niveles y zonas de riesgos por inundación en el caserío Santa Rosa De Shapajilla,* Universidad Nacional Agraria De La Selva, disponible en: <https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/79fb9aeb-3820-4e4d-bcf0-a75f6bea58e0/content>

LaRepublica. (2022).

Linsley. (1993). *Hidrologia para ingenieros*.

López Gomez, D. I. (2019). Evaluación físico-mecánica de concreto adicionado con fibras de polietileno (triturado y molido) y macro-fibra de polipropileno. *Título Profesional*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia. Obtenido de: [http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB\\_UMICH/772/2/FIC-L-2019-1462.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/772/2/FIC-L-2019-1462.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Mardani, A., Biricik, O., & Latifi, M. (2021). Effect of the addition of polypropylene fiber on concrete properties. *Investigation*. ursa Uludag University,, Turkey. Obtenido de: <https://doi.org/10.1080/01694243.2021.1922221>

Marquez. (2020). *Plan Comunitariuo de Gestion de Riesgos a Inundaciones en el barrio 8 de Enero de la ciudad de Manta*. Universidad Estatal Del Sur De Manabí, disponible en: <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2644/1/Proyecto%20de%20Titulacion%20Final%20KEVIN%20M%C3%81RQUEZ%20PDF.pdf>

Marrigue de Lara Salinas, M. (2021). *Determinacion de los niveles y zonas de riesgo por inundacion en el caserio de Santa Rosa de Shapajilla*. Universidad Nacional Agraria De La Selva, disponible en: <https://repositorio.unas.edu.pe/items/37129650-870a-4f41-8eef-67d3f59f15b1>

Melice, & Reason. (2007). *Return period of extreme rainfall at George, South Africa*.

Milenio. (8 de junio de 2023). Inundación afecta a al menos 20 casas en Naucalpan, Estado de México. *Milenio*. Obtenido de: <https://www.milenio.com/estados/lluvia-inundaciones-ocasionan-danos-casas-autos-naucalpan>

Monsalve. (2005). *Cuencas hidrograficas*.

Muñoz, A. H. (2020). *Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada río Seco, de la ciudad de Huaraz, periodo 2015 - 2020*. repositorio de la Universidad San Pedro,

disponible en:

<https://repositorio.usanpedro.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5e9b7d47-3555-430a-a0ef-598a96339e19/content>

OAS. (2000). Publications Units OAS.

periodico, E. (2021). *(16 de febrero de Las inundaciones y desborde de ríos causan ocho fallecidos en Bolivia. El Periodico.* Obtenido de:

<https://www.elperiodico.com/es/internacional/20210216/inundaciones-desborde-rios-causan-ocho-11523853>

Perú.21. (10 de Marzo de 2023). En Lambayeque se desborda el río La Leche y deja pueblos aislados. *Perú21.* obtenido de: <https://peru21.pe/peru/en-lambayeque-se-desborda-el-rio-la-leche-y-deja-pueblos-aislados-lluvias-huaicos-deslizamientos-lambayeque-rio-la-leche-ciclon-yaku-indeci->

noticia#:~:text=Una%20de%20las%20regiones%20m%C3%A1s,de%20hect%C3%A1reas%20de%20cultivo%20da%C3%B1adas

RUBEN, M. C. (2017). *EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIONES, EN EL BARRIO BAJO DEL DISTRITO DE YURACYACU, PROVINCIA DE RIOJA, REGIÓN SAN MARTIN.* UNFV. Repositorio de la UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL, disponible en:

<https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/1975>

Sanabria, W. R. (2021). *Análisis comparativo de los modelos Hec Ras e Iber en la determinación de las zonas de amenaza por inundación en el corregimiento de Santa Fe de Morichal, municipio de Yopal, departamento de Casanare.* Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia - RIUCaC. disponible en:

<https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/2ad37c3c-9679-4ba3-9af7-c6cea123df7d>

SENAMHI. (2021). *Inventario de datos de eventos de inundaciones del Peru.*

Sierra, D. A. (2020). *Evaluacion de riesgo de inundacion por el desborde del estero Bellavista.*

Repositorio universidad andres bello. disponible en;

<https://repositorio.unab.cl/items/aba8f19e-8000-4aef-a516-b97a9b71aecd>

UNDRR. (2004). *¿Que es el riesgo? y ¿Qué es la prevención y mitigación de desastres?*

Valderrama Acosta, H. D., & Yataco Morillo, D. J. (2024). “*Estudio hidrológico de la quebrada Cascajal con fines de prevención de inundación CP. Cascajal-Santa-Ancash-2020*”.

Repositorio Universidad Nacional Del Santa. disponible en:

<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/4630>

Valdez, S. M. (2019). *Riesgo de desastre por inundación en la Localidad de Aquia, distrito de Aquia – Provincia de Bolognesi – Región Ancash.* repositorio de la universidad San

Pedro, disponible en:

<https://repositorio.usanpedro.edu.pe/server/api/core/bitstreams/6931563f-7186-4fcf-8fdb-8d0554ee1440/content>

Vargasta. (2021). *Evaluación del Balance Hídrico en la Cuenca del Río Madeira Simulado por el Modelo Climático Regional Eta y el Modelo Hidrológico de Grandes Cuencas MGB.*

Vergara, E. (2011). *La conceptualización de las inundaciones y la percepción del riesgo ambiental . Distrito Federal, México: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.*

WMOU. (2013). *World Meteorological Organization y Unesco.*

Yarham, & Robinson. (s.f.). Obtenido de: <https://observatorio.epacartagena.gov.co/gestion-ambiental/seguimiento-y-monitoreo/protocolo-monitoreo-calidad-del-recurso-hidrico/lineamientos-para-el-control-de-inundaciones-del-sistema/>

## 7. ANEXOS

### Anexo 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

<i>TÍTULO</i>	<i>PROBLEMA</i>	<i>OBJETIVOS</i>	<i>HIPÓTESIS</i>	<i>VARIABLES</i>
<p><b>“Evaluación del riesgo y vulnerabilidad ante un posible desborde de la Quebrada Cascajal en el sector Tambo Real, Ancash-2024”</b></p>	¿Cuál será el riesgo y la vulnerabilidad de un desborde de la Quebrada Cascajal al pueblo de Tambo Real?	Evaluar el riesgo y la vulnerabilidad ante un posible desborde de la quebrada Cascajal en el sector Tambo Real.	<p>El riesgo y vulnerabilidad en el centro poblado de Tambo Real causado por un desborde de la Quebrada Cascajal es alto</p>	<p>Variable Independiente:  Quebrada Cascajal y centro poblado Tambo Real</p> <p>Variable dependiente:  Riesgo y vulnerabilidad</p>
	¿Cuál será el estudio hidráulico e hidrológico de la Quebrada Cascajal?	Realizar un estudio hidráulico e hidrológico de la quebrada Cascajal		
	¿Cuál será los posibles desbordes de la quebrada cascajal y los lugares de inundación del centro poblado Tambo Real?	Desarrollar un modelamiento de la quebrada cascajal en el sector tambo real usando el programa HEC-RAS para determinar los posibles desbordes y las inundaciones en el centro poblado.		
	¿Cuál es el nivel de peligro y vulnerabilidad del pueblo de Tambo Real?	Calcular el nivel de riesgo y vulnerabilidad en el centro poblado de Tambo Real.		
	¿Cuáles son las medidas de control y prevención ante un posible desborde?	Proponer medidas de control y prevención ante un posible desborde.		

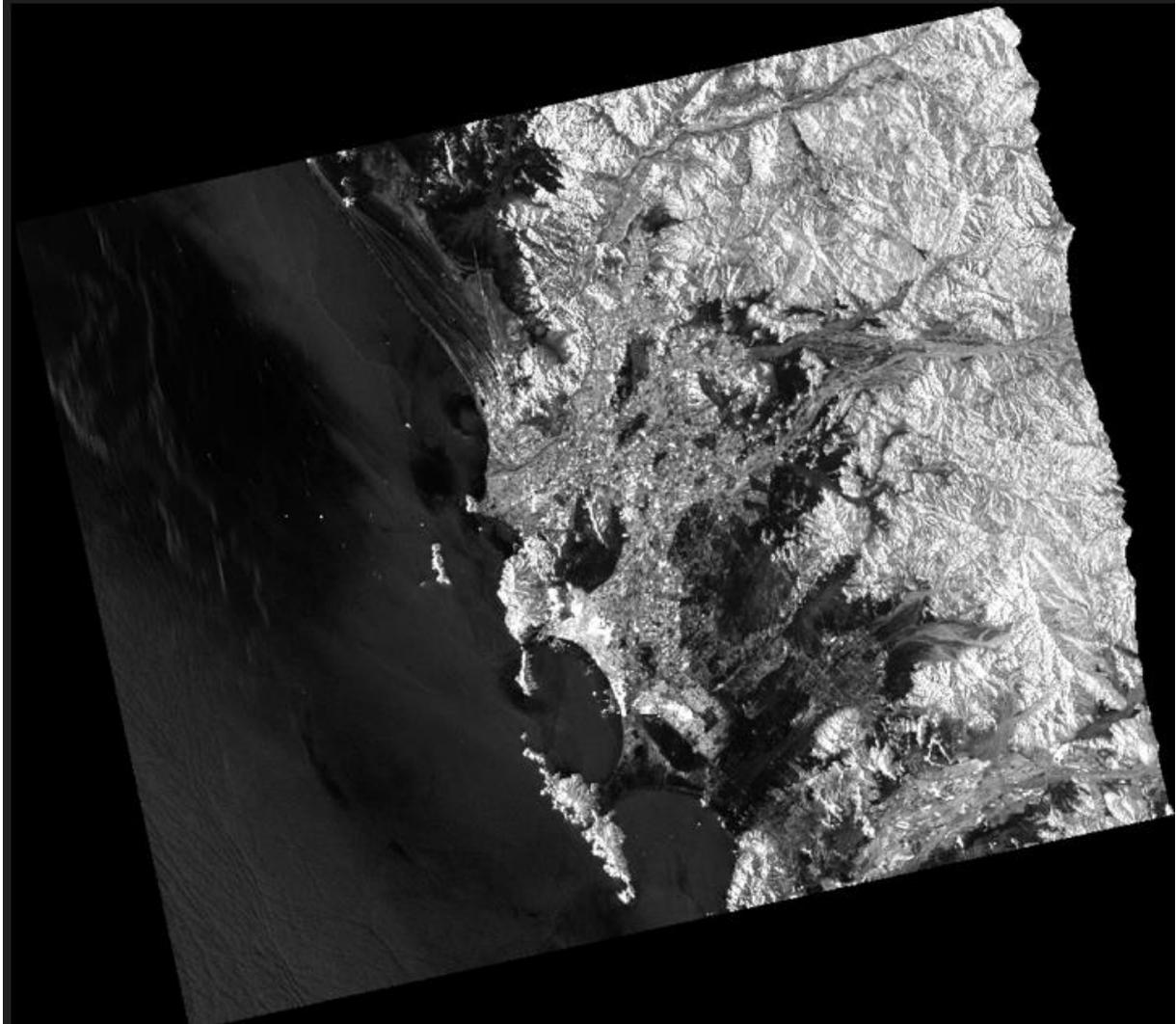
**Anexo 2. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumentos
<b>Variable Independiente: Quebrada Cascajal y centro poblado Tambo Real</b>	Se define una quebrada como un paso estrecho y abrupto entre montañas. Su origen puede encontrarse en la acción del discurrir de las aguas en el transcurso del tiempo, la activación de quebradas puede ocasionar huaycos e inundaciones (SENAMHI,2020).	Se realizó un estudio topográfico, hidráulico e hidrológico de la Quebrada Cascajal en el sector Tambo Real, se empleó los programas HEC-HMS y HEC-RAS en su modelamiento para los periodos de retorno de 5,10, 25, 50, 100 años, logrando determinar las áreas de inundación	Hidráulica	Caudal	Simulación en programa, Observación sistemática	Fichas de recolección (anexo 20)
				Tirante		
				Sección		
			Hidrología	Precipitaciones	Análisis documental	Fichas de recolección (anexo 4)
				Curva Numero		
				Propiedades de cuenca		
			Topografía	Intensidad	Observación sistemática	Fichas de recolección (anexo 3)
				Cotas		
				Fotogrametría		
			DEM	Análisis documental		
<b>Variable dependiente: riesgo y vulnerabilidad</b>	El riesgo se define como la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. La vulnerabilidad implica fragilidad, una situación de amenaza o posibilidad de sufrir daño (CENEPRED, 2014).	Se realizó una encuesta para obtener datos del centro poblado Tambo Real luego se analizaron empleando la metodología de CENEPRED el cual analiza la dimensión social, económica, ambiental, así como factores de inundación para calcular el nivel de riesgo y vulnerabilidad	Vulnerabilidad	Dimensión social	Encuesta	Cuestionario (Anexo 24)
				Dimensión económica		
				Dimensión ambiental		
Riesgo				Peligro	Análisis documental	Fichas de análisis documental (Anexo 27)
				Vulnerabilidad		

## Anexo 3. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

### Anexo 3.1

*Modelo de elevación digital descargado de Earthdata para procesar los parámetros de las cuencas de estudio*



*Fuente:* portal web <https://search.earthdata.nasa.gov/search?lat=-13.083068847656252&long=-87.732421875&zoom=4>

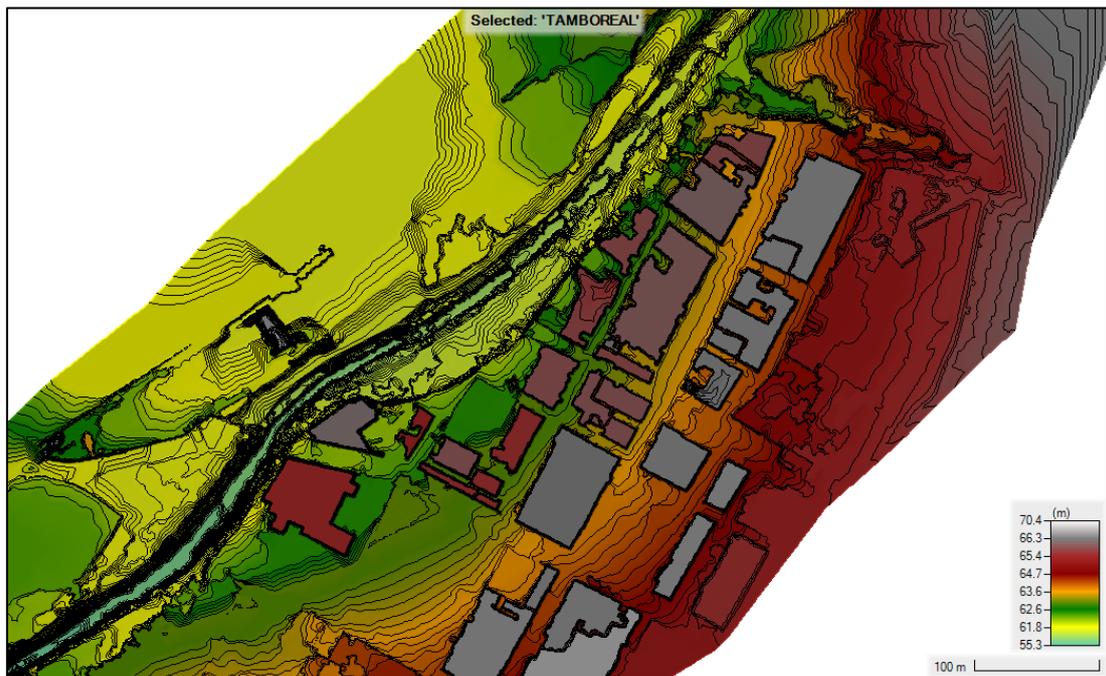
**Anexo 3.2.**

*Ortofoto – elaborado con el dron modelo MAVIC 3 ENTERPRISE*



**Anexo 3.3.**

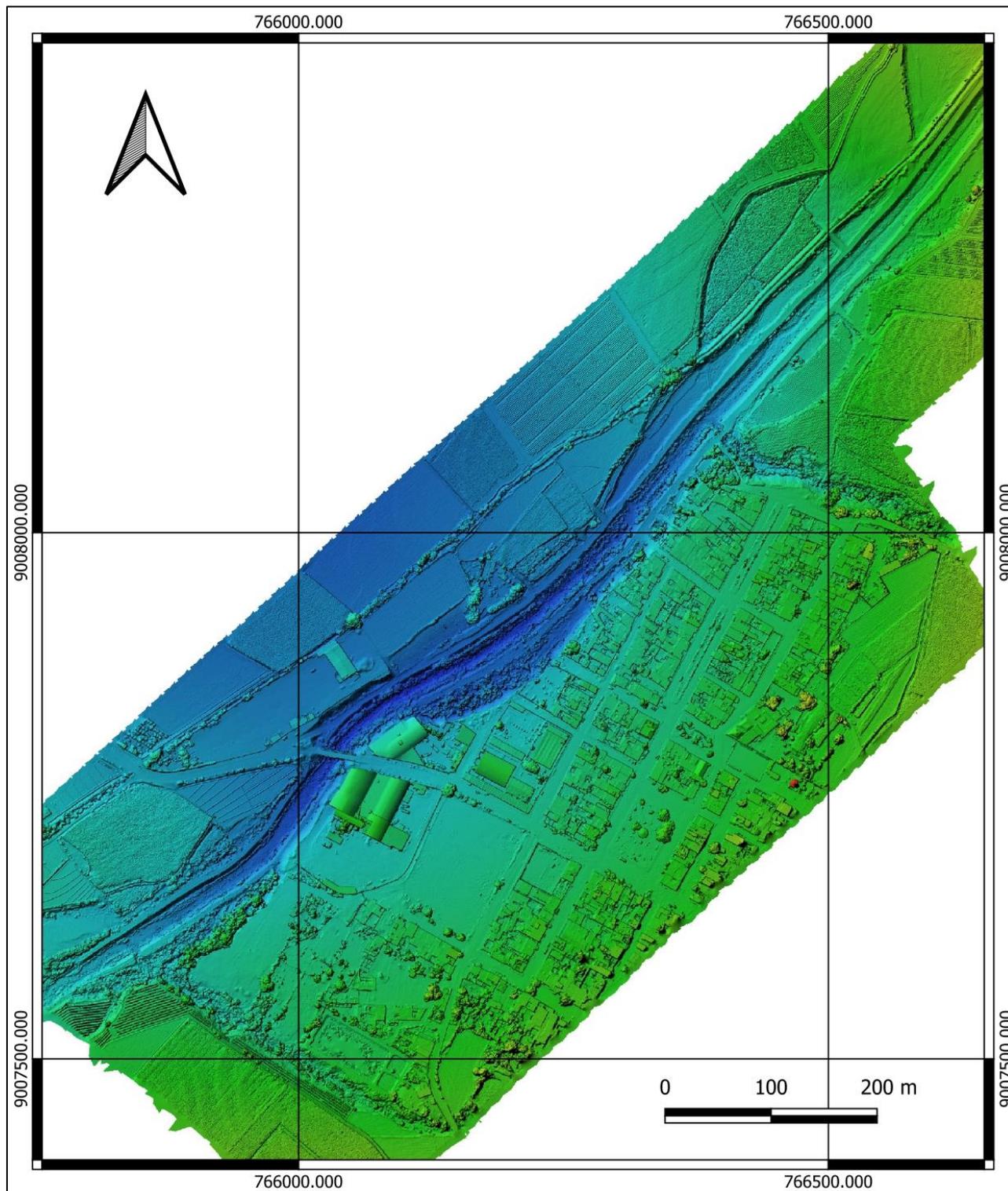
*Topografía del centro poblado tambo real*



**Fuente:** Elaboración propia en el programa HEC-RAS

**Anexo 3.4.**

*Imagen de elevación digital – quebrada cascajal y centro poblado Tambo Real*



## Anexo 4. PRECIPITACIONES MÁXIMAS DE CADA AÑO DE ESTACIONES

### Anexo 4.1.

*Precipitación máxima en 24 horas por año estación Sihuas*

PRECIPITACION MAXIMA 24 HORAS		
Nº	Año	Ppmax (mm)
1	1985	12.5
2	1986	23.2
3	1987	20.4
4	1988	28.2
5	1989	23.2
6	1990	23.2
7	1991	21.6
8	1992	30.8
9	1993	32.4
10	1994	52.5
11	1995	35.3
12	1996	26.9
13	1997	38.3
14	1998	46.9
15	1999	68.3
16	2000	25.2
17	2001	25.8
18	2002	25
19	2003	20.6
20	2004	34.4
21	2005	31.8
22	2006	27.7
23	2007	34.3
24	2008	23.6
25	2009	31
26	2010	23.3
27	2011	21.7
28	2012	34.6
29	2013	26.9
30	2014	32.6

*Fuente:* portal web <https://www.senamhi.gob.pe/site/descarga-datos/>

**Anexo 4.2.***Precipitación máxima en 24 horas por año estación Buena Vista*

<b>PRECIPITACION MAXIMA 24 HORAS</b>		
<b>N°</b>	<b>Año</b>	<b>Ppmax (mm)</b>
<b>1</b>	1988	16.3
<b>2</b>	1989	6
<b>3</b>	1990	10.3
<b>4</b>	1991	23.4
<b>5</b>	1992	18.32
<b>6</b>	1993	18.6
<b>7</b>	1994	11.3
<b>8</b>	1995	23.21
<b>9</b>	1996	15.3
<b>10</b>	1997	18
<b>11</b>	1998	17.4
<b>12</b>	1999	12.3
<b>13</b>	2000	19.3
<b>14</b>	2001	23.2
<b>15</b>	2002	6.34
<b>16</b>	2003	8
<b>17</b>	2004	5.43
<b>18</b>	2005	6.3
<b>19</b>	2006	7.44
<b>20</b>	2007	3.9
<b>21</b>	2008	6.43
<b>22</b>	2009	4.78
<b>23</b>	2010	15.6
<b>24</b>	2011	21.1
<b>25</b>	2012	28.45
<b>26</b>	2013	12.3
<b>27</b>	2014	11.3
<b>28</b>	2015	19.6
<b>29</b>	2016	15.3
<b>30</b>	2017	38.62

*Fuente:* portal web <https://www.senamhi.gob.pe/site/descarga-datos/>

**Anexo 4.3.***Precipitación máxima en 24 horas por año estación Mollepata*

<b>PRECIPITACION MAXIMA 24 HORAS</b>		
<b>N°</b>	<b>Año</b>	<b>Ppmax (mm)</b>
1	1985	14.2
2	1986	19.1
3	1987	20
4	1988	26
5	1989	20
6	1990	14.7
7	1991	34.7
8	1992	7
9	1993	40.3
10	1994	19.2
11	1995	25.3
12	1996	26
13	1997	51.2
14	1998	34.1
15	1999	47.1
16	2000	24
17	2001	41.3
18	2002	28.6
19	2003	29.6
20	2004	21.6
21	2005	26.7
22	2006	24
23	2007	19.5
24	2008	26.5
25	2009	35.2
26	2010	20.7
27	2011	21.2
28	2012	20.8
29	2013	37.7
30	2014	32.5

*Fuente:* portal web <https://www.senamhi.gob.pe/site/descarga-datos/>

## Anexo 5. AJUSTE DE DISTRIBUCIONES PROBALÍSTICAS PARA DIFERENTES ESTACIONES

### Anexo 5.1.

*Ajuste de distribuciones a datos de la estación Buena Vista*

#### Precipitación máxima en 24 horas - estación Buena Vista

Tipos de distribución	$\Delta$ teórico	$\Delta$ tabular	Tiempo De Retorno					
			2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
<b>Normal</b>	<b>0.0925</b>	<b>0.2483</b>	<b>14.79</b>	<b>21.52</b>	<b>25.05</b>	<b>28.80</b>	<b>31.22</b>	<b>33.40</b>
Log Normal 2 Parámetros	0.1411	0.2483	12.70	20.78	26.88	35.37	42.24	49.54
Log Normal 3 Parámetros	0.117	0.2483	13.46	20.62	25.33	31.23	35.59	39.95
Gamma 2 Parámetros	0.1122	0.2483	13.38	20.77	25.50	31.25	35.36	39.32
Gamma 3 Parámetros	0.0982	0.2483	13.65	20.97	25.49	30.86	34.64	38.24
Log Pearson Tipo III	NO SE AJUSTA							
Gumbel	0.112	0.2483	13.48	20.55	25.23	31.14	35.53	39.88
Log Gumbel	0.2047	0.2483	11.54	19.34	27.24	41.98	57.87	79.57

La distribución que más se ajustan a los datos de la estación Buena Vista es la distribución Normal.

### Anexo 5.2.

*Ajuste de distribuciones a datos de la estación Mollepata*

#### Precipitación máxima en 24 horas - estación Mollepata

Tipos de distribución	$\Delta$ teórico	$\Delta$ tabular	Tiempo De Retorno					
			2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Normal	0.1233	0.2483	26.96	35.31	39.69	44.35	47.36	50.06
Log Normal 2 Parámetros	0.1182	0.2483	25.12	35.19	41.98	50.67	57.21	63.81
Log Normal 3 Parámetros	0.0963	0.2483	26.30	34.78	39.62	45.11	48.85	52.35
Gamma 2 Parámetros	0.0982	0.2483	25.73	34.84	40.35	46.81	51.31	55.57
Gamma 3 Parámetros	0.0938	0.2483	25.98	34.90	40.14	46.19	50.35	54.26
Log Pearson Tipo III	NO SE AJUSTA							
<b>Gumbel</b>	<b>0.0833</b>	<b>0.2483</b>	<b>25.33</b>	<b>34.10</b>	<b>39.91</b>	<b>47.25</b>	<b>52.70</b>	<b>58.10</b>
Log Gumbel	0.1306	0.2483	23.52	33.51	42.36	56.97	70.98	88.28

La distribución que más se ajustan a los datos de la estación Mollepata es la distribución Gumbel.

### Anexo 5.3.

Ajuste de distribuciones a datos de la estación Sihuas

Tipos de distribución	Precipitación máxima en 24 horas - estación Sihuas							
	Δ teórico	Δ tabular	Tiempo De Retorno					
			2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Normal	0.1528	0.2483	30.07	39.15	43.90	48.97	52.24	55.18
Log Normal 2 Parámetros	0.0926	0.2483	28.54	37.39	43.06	50.06	55.18	60.22
Log Normal 3 Parámetros	0.0857	0.2483	28.30	37.18	43.07	50.50	56.03	61.58
Gamma 2 Parámetros	0.1065	0.2483	29.05	37.74	42.89	48.86	52.99	56.87
Gamma 3 Parámetros	NO SE AJUSTA							
<b>Log Pearson Tipo III</b>	<b>0.0806</b>	<b>0.2483</b>	<b>27.95</b>	<b>37.10</b>	<b>43.54</b>	<b>52.12</b>	<b>58.86</b>	<b>65.88</b>
Gumbel	0.1053	0.2483	28.30	37.84	44.15	52.13	58.04	63.92
Log Gumbel	0.0829	0.2483	27.08	35.95	43.38	54.99	65.58	78.09

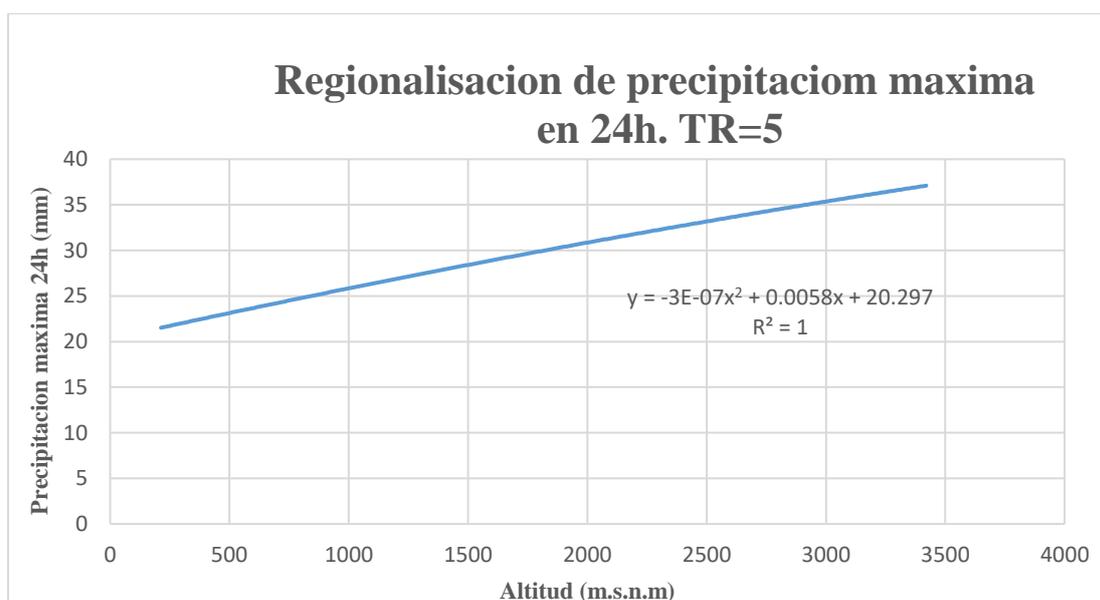
La distribución que más se ajustan a los datos de la estación Mollepata es la distribución Gumbel.

### Anexo 6. ECUACIÓN DE REGIONALIZACIÓN

PRECIPITACIONES MÁXIMAS A DIFERENTE PERIDO DE RETORNO							
ESTACION	ALTITUD m.s.n.m	TR = 2	TR = 5	TR = 10	TR = 25	TR = 50	TR = 100
BUENA VISTA	213	14.79	21.52	25.05	28.8	31.22	33.4
MOLLEPATA	2708	25.33	34.1	39.91	47.25	52.7	58.1
SIHUAS	3420	27.95	37.1	43.54	52.12	58.86	65.88

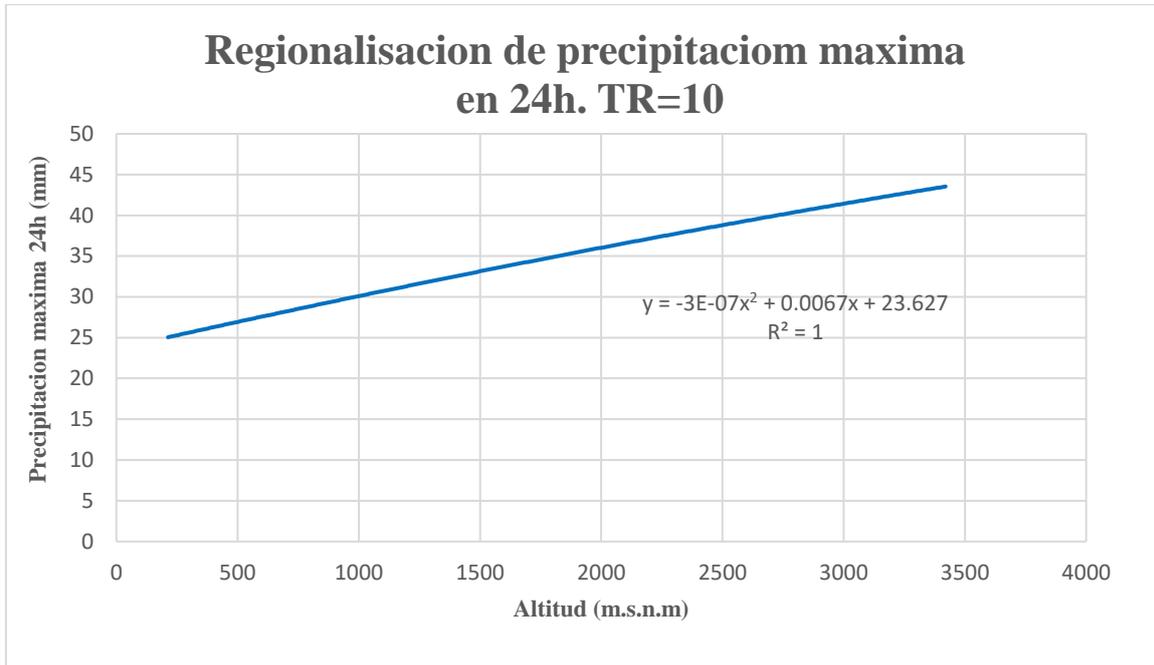
#### Anexo 6.1.

Gráfico de regionalización de la precipitación máxima de en 24 horas para Tr=5años



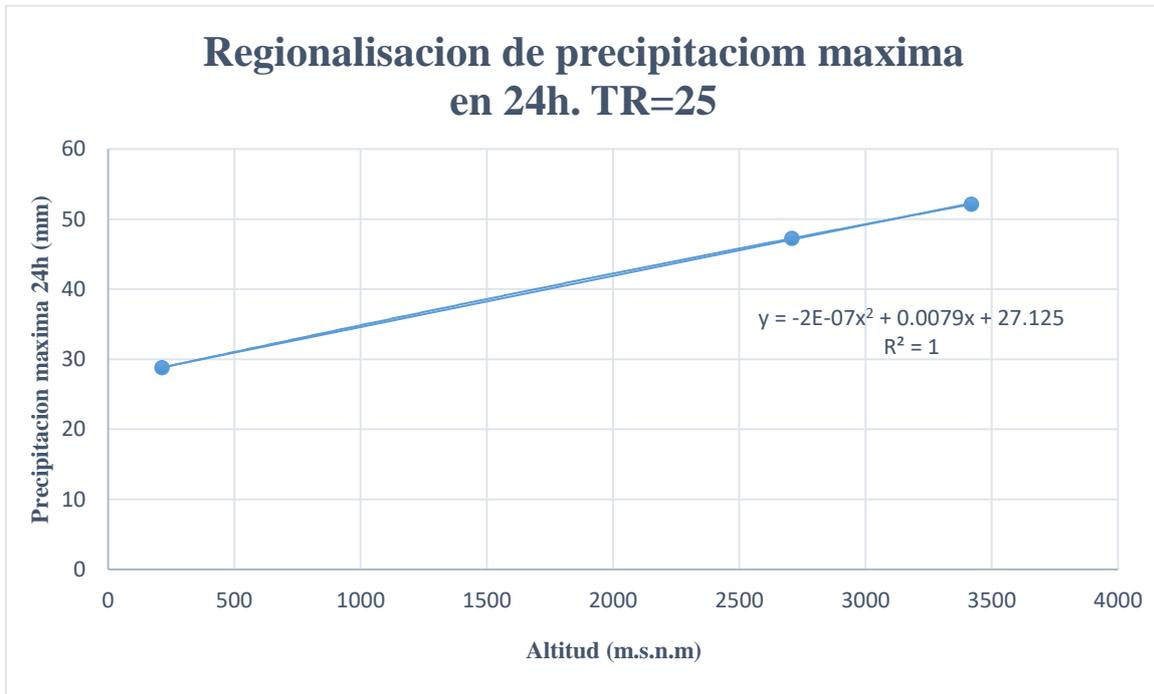
**Anexo 6.2.**

Gráfico de regionalización de la precipitación máxima de en 24 horas para  $Tr=10$  años



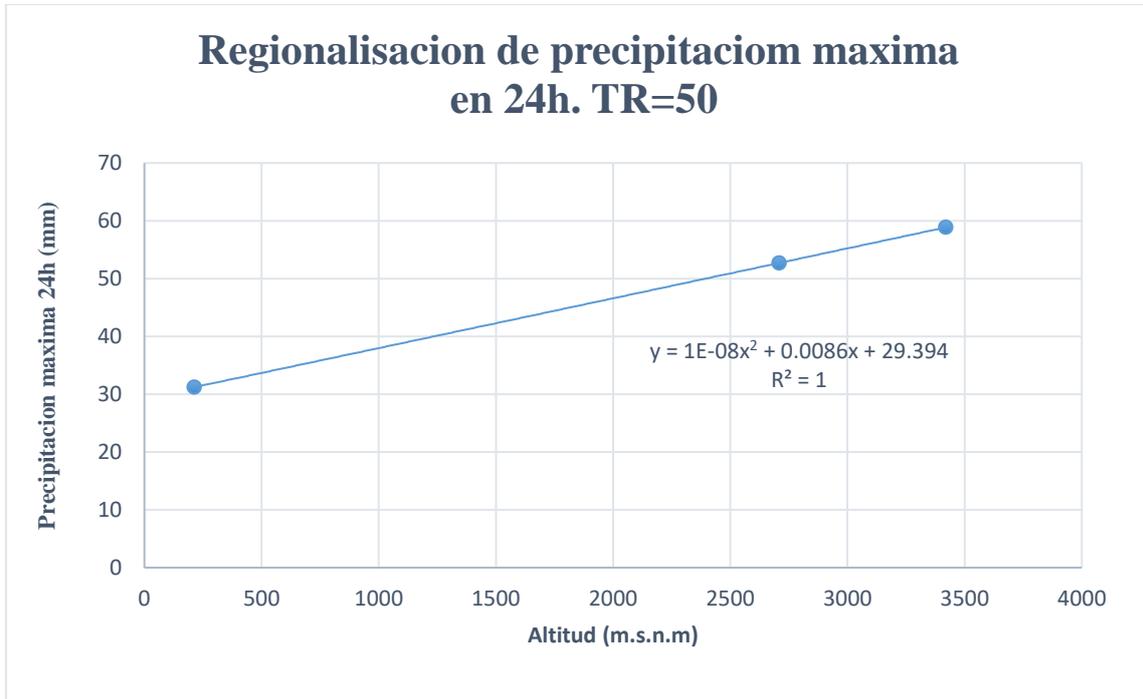
**Anexo 6.3.**

Gráfico de regionalización de la precipitación máxima de en 24 horas para  $Tr = 25$  años



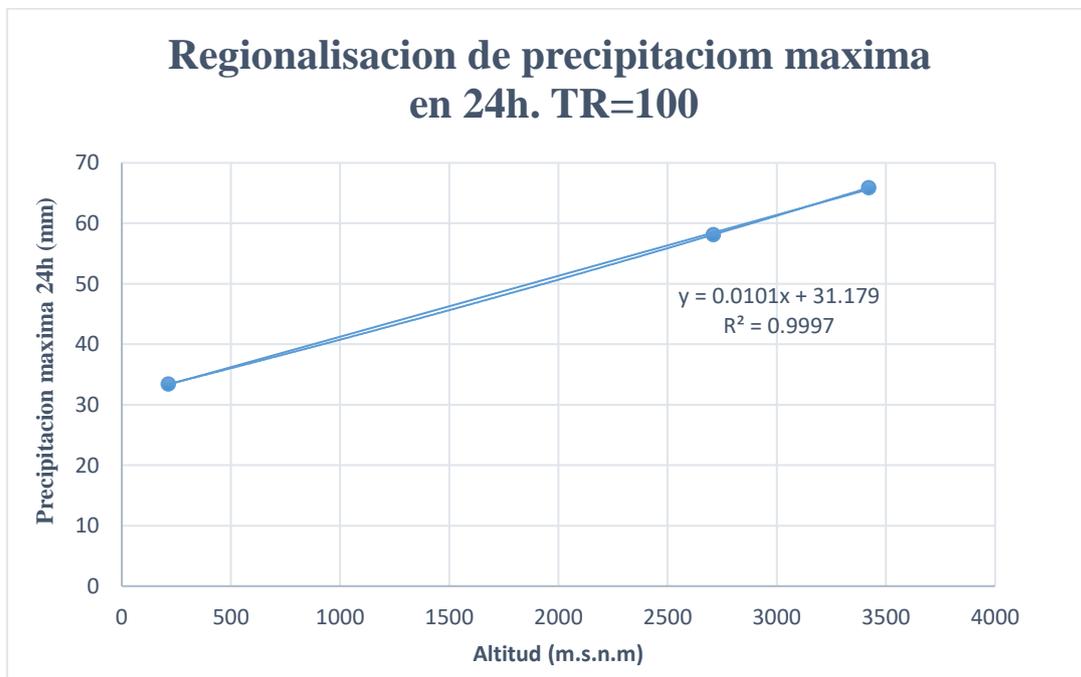
**Anexo 6.4.**

Gráfico de regionalización de la precipitación máxima de en 24 horas para  $Tr = 50$  años



**Anexo 6.5.**

Gráfico de regionalización de la precipitación máxima de en 24 horas para  $Tr = 100$  años



## Anexo 7. GENERACIÓN DE ISOYETAS

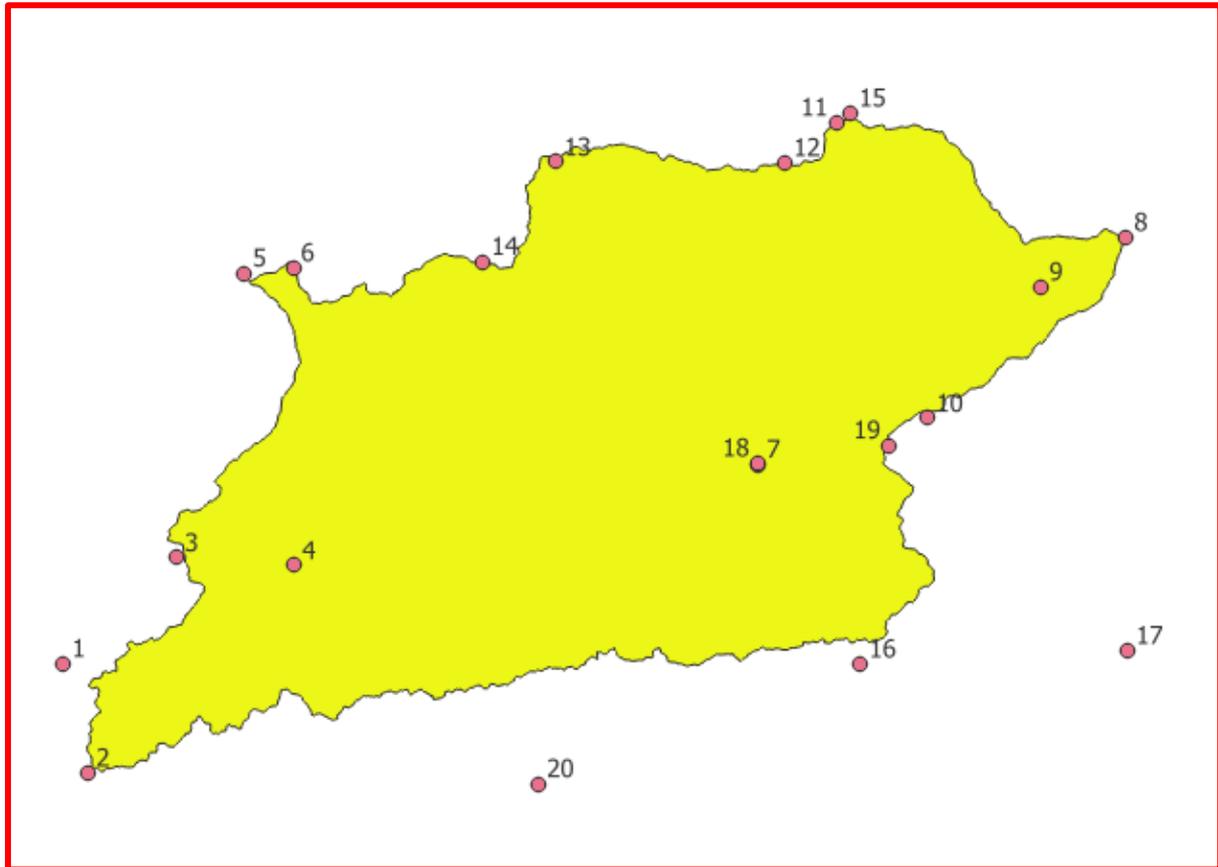
### Anexo 7.1.

*Distribución de nuevas estaciones a partir de las ecuaciones de regionalización según su altitud Sub Cuenca Cascajal*

ESTACIONES	COORDENADAS UTM (m)			PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)				
	x	y	z	TR	TR	TR	TR	TR
				5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
1	777101.1	9016025.3	200	21.45	24.96	28.70	31.11	33.20
2	777621	9013767.5	450	22.85	26.58	30.64	33.27	35.72
3	779434.9	9018224.4	500	23.12	26.90	31.03	33.70	36.23
4	781820.7	9018061.3	500	23.12	26.90	31.03	33.70	36.23
5	780807.9	9024080.4	1150	26.57	30.94	35.95	39.30	42.79
6	781813.4	9024187.5	1250	27.08	31.53	36.69	40.16	43.80
7	791338.95	9020136.87	1050	26.06	30.33	35.20	38.44	41.78
8	798888.5	9024836.5	2250	31.83	37.18	43.89	48.79	53.90
9	797130.13	9023795.86	1400	27.83	32.42	37.79	41.45	45.32
10	794812.83	9021102.29	1350	27.58	32.13	37.43	41.02	44.81
11	792945.58	9027190.03	1650	29.05	33.87	39.62	43.61	47.84
12	791905.89	9026356.67	1300	27.33	31.83	37.06	40.59	44.31
13	787186.29	9026386.12	1450	28.08	32.71	38.16	41.89	45.82
14	785715.28	9024319.8	1250	27.08	31.53	36.69	40.16	43.80
15	793249.71	9027382.02	1550	28.57	33.29	38.89	42.75	46.83
16	793437.7	9016016.3	600	23.67	27.54	31.79	34.56	37.24
17	798925.76	9016294.35	700	24.21	28.17	32.56	35.42	38.25
18	791318.6	9020183.3	1050	26.06	30.33	35.20	38.44	41.78
19	794025	9020531.6	1250	27.08	31.53	36.69	40.16	43.80
20	786855.1	9013545.9	400	22.57	26.26	30.25	32.84	35.22

**Anexo 7.2.**

*Ubicación de las estaciones sub cuenca cascajal*



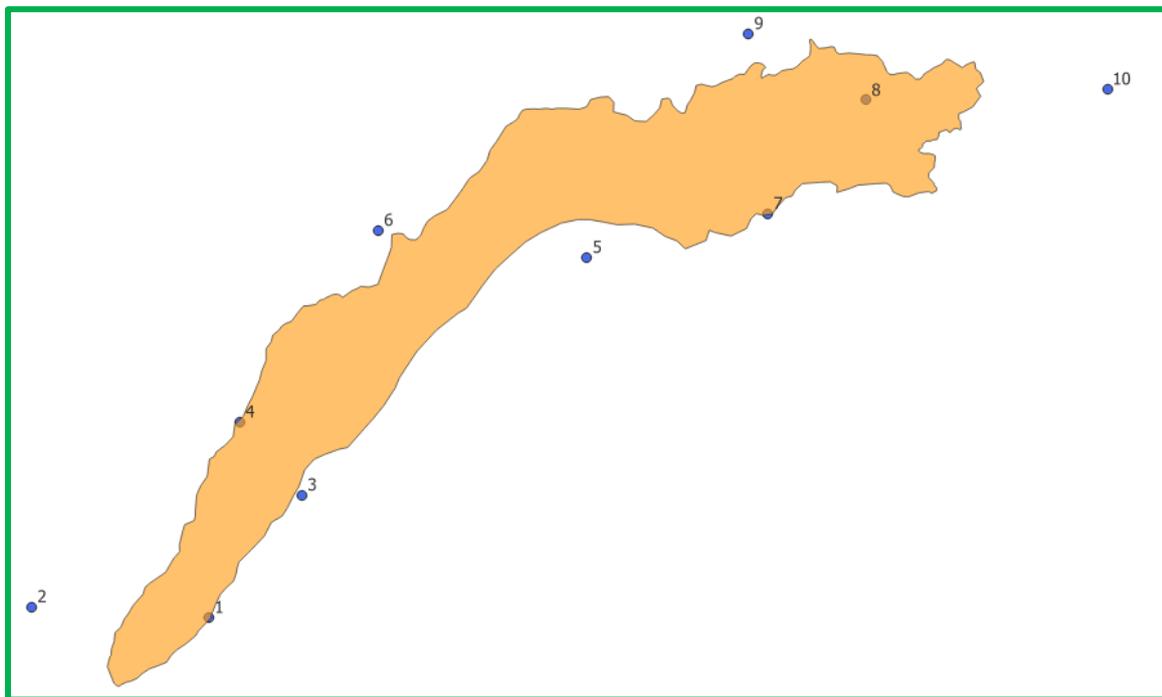
**Anexo 7.3.**

*Distribución de nuevas estaciones a partir de las ecuaciones de regionalización según su altitud Sub Cuenca Tambo Real*

ESTACIONES	COORDENADAS UTM (m)			PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS (mm)				
	x	y	z	TR 5 años	TR 10 años	TR 25 años	TR 50 años	TR 100 años
1	767811.1	9009089.3	100	27.91	20.87	24.29	30.25	32.189
2	765352.6	9009236.5	50	27.51	20.59	23.96	29.82	31.684
3	769088.6	9010792.9	150	28.30	21.16	24.63	30.68	32.694
4	768229.4	9011808.3	100	27.91	20.87	24.29	30.25	32.189
5	773029	9014099.2	150	28.30	21.16	24.63	30.68	32.694
6	770153.3	9014475.7	150	28.30	21.16	24.63	30.68	32.694
7	775529.4	9014708.1	200	28.69	21.45	24.96	31.11	33.199
8	776884.8	9016292.2	200	28.69	21.45	24.96	31.11	33.199
9	775262.8	9017211.9	200	28.69	21.45	24.96	31.11	33.199
10	780225	9016449	250	29.08	21.73	25.28	31.54	33.704

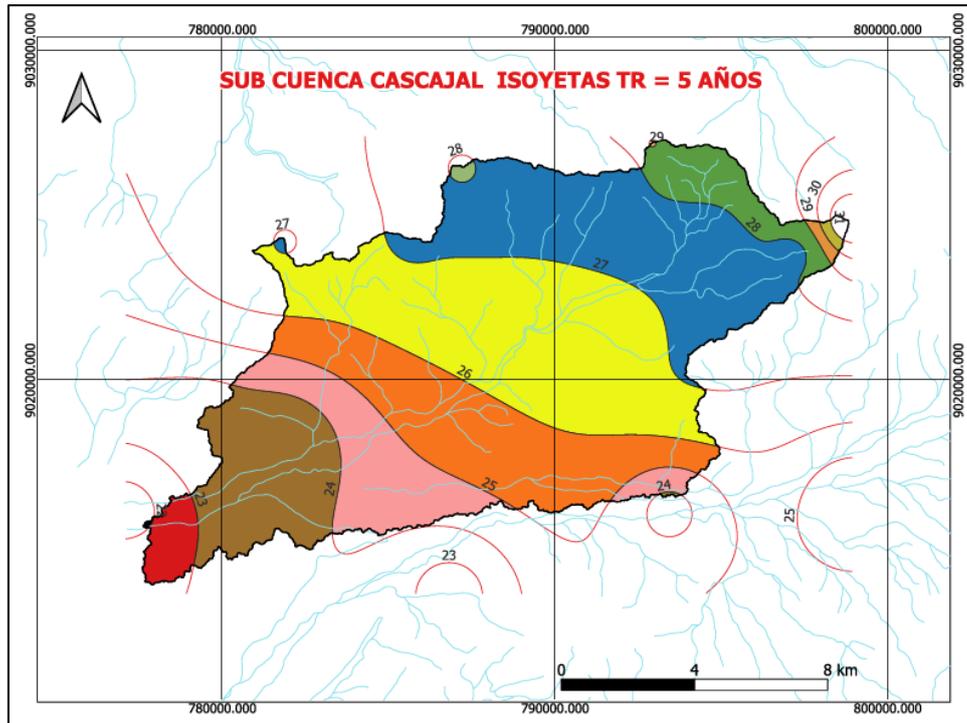
**Anexo 7.4.**

*Ubicación de las estaciones sub cuenca Tambo real*



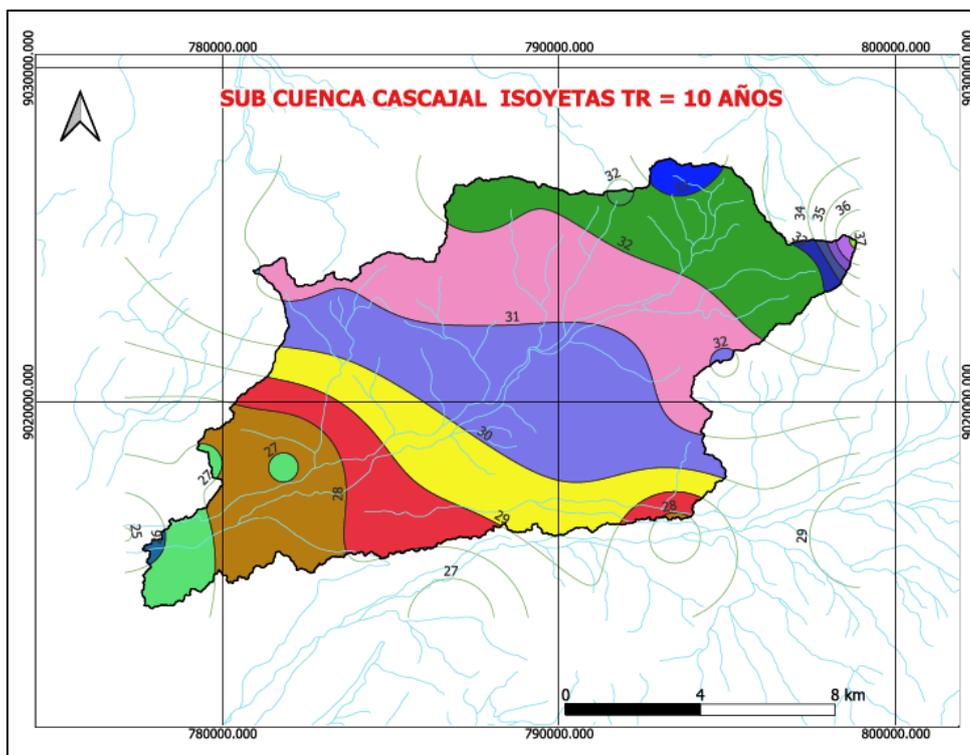
**Anexo 7.5.**

*Generación de isoyetas a  $Tr=5$  años, sub cuenca Cascajal*



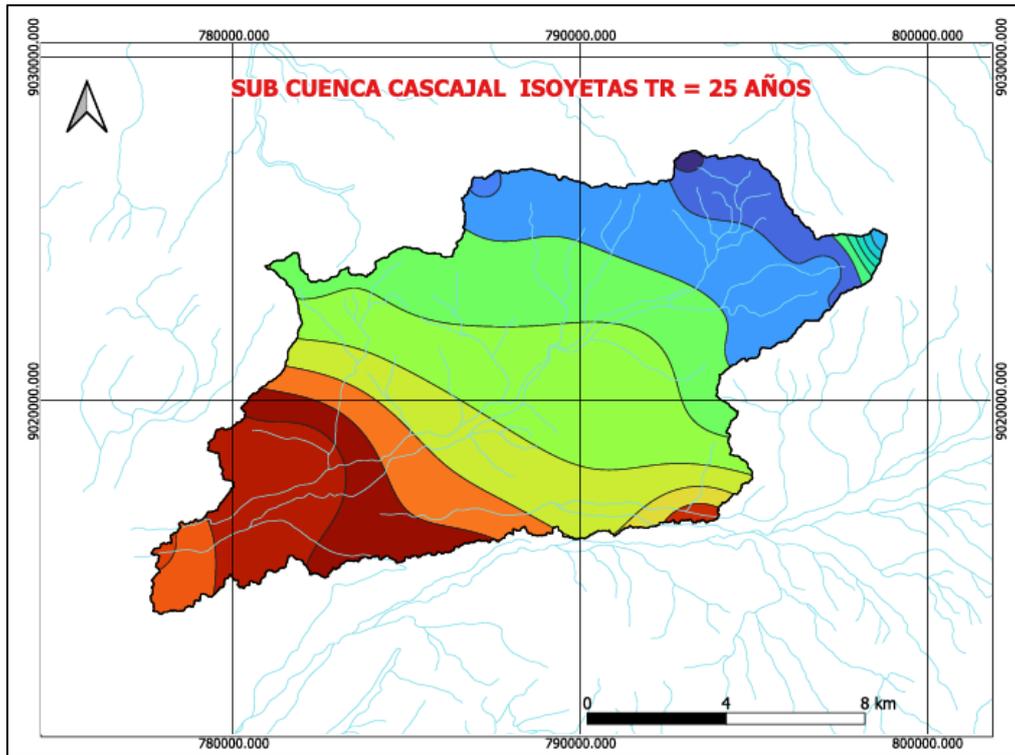
**Anexo 7.6.**

*Generación de isoyetas a  $Tr=10$  años, sub cuenca Cascajal*



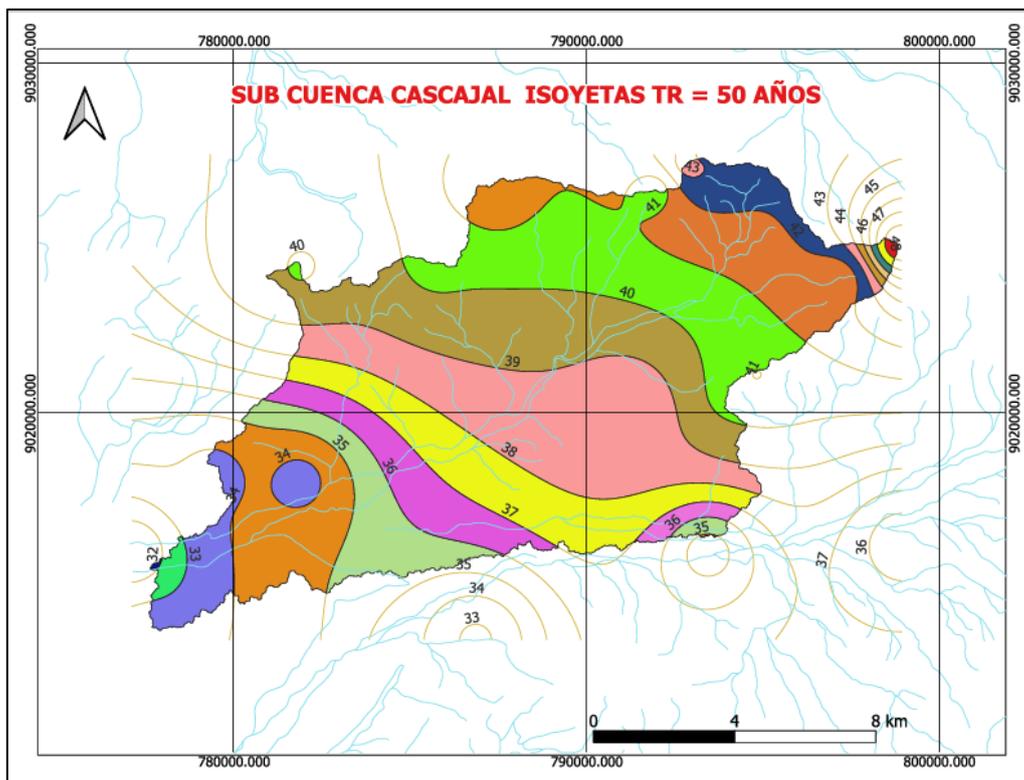
**Anexo 7.7.**

*Generación de isoyetas a  $Tr=50$  años, sub cuenca Cascajal*



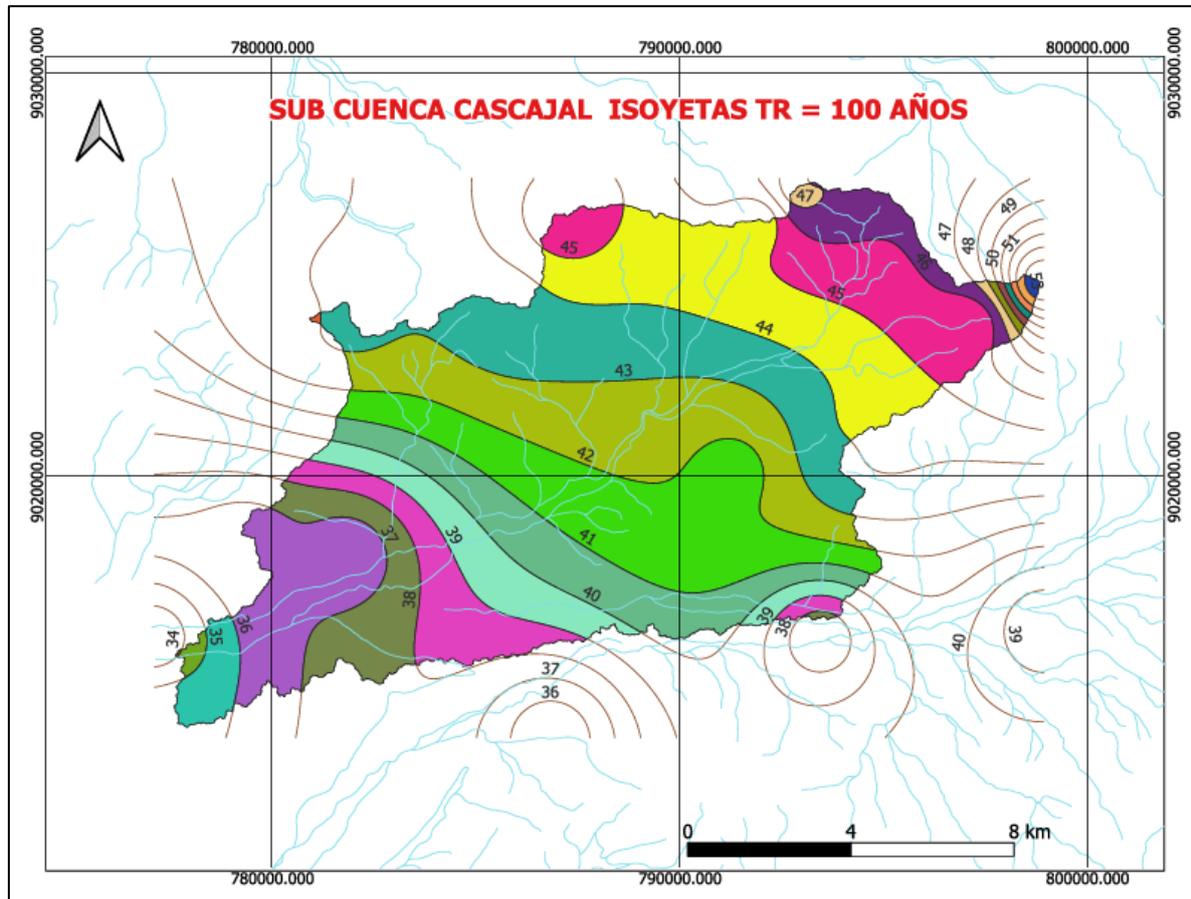
**Anexo 7.8.**

*Generación de isoyetas a  $Tr=50$  años, sub cuenca Cascajal*



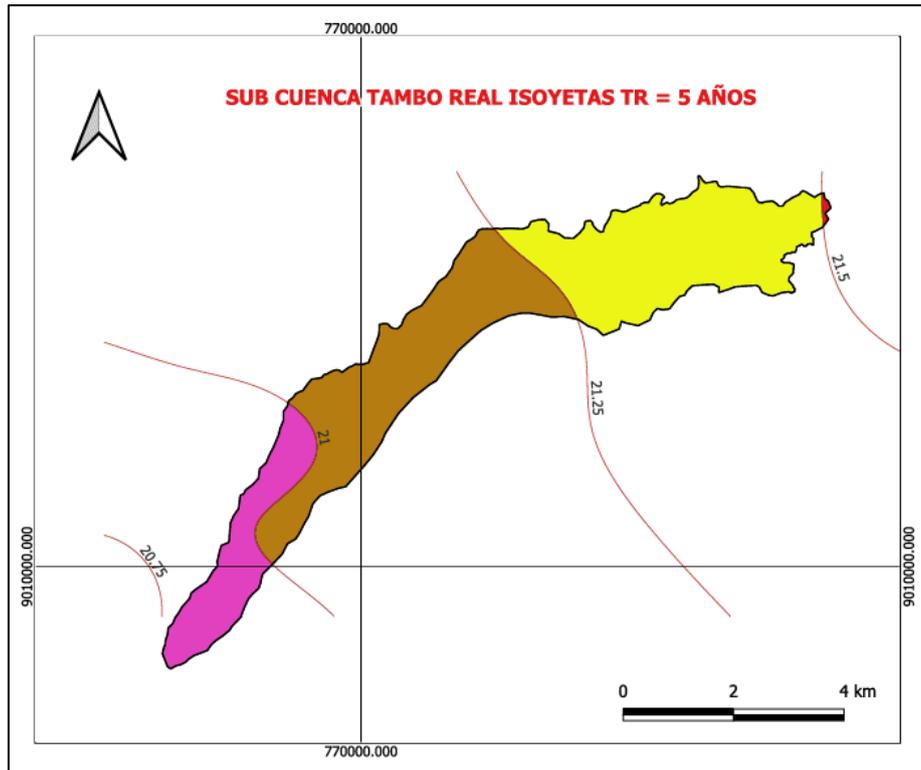
**Anexo 7.9.**

*Generación de isoyetas a  $Tr=100$  años, sub cuenca Cascajal*



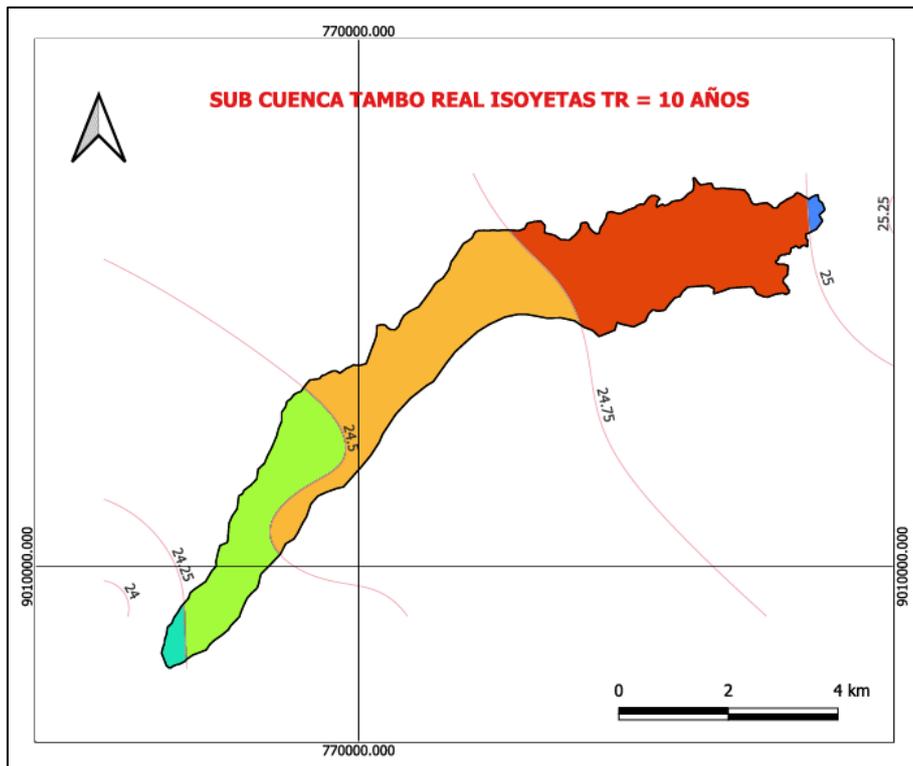
**Anexo 7.10.**

*Generación de isoyetas a  $Tr=5$  años, sub cuenca Tambo Real*



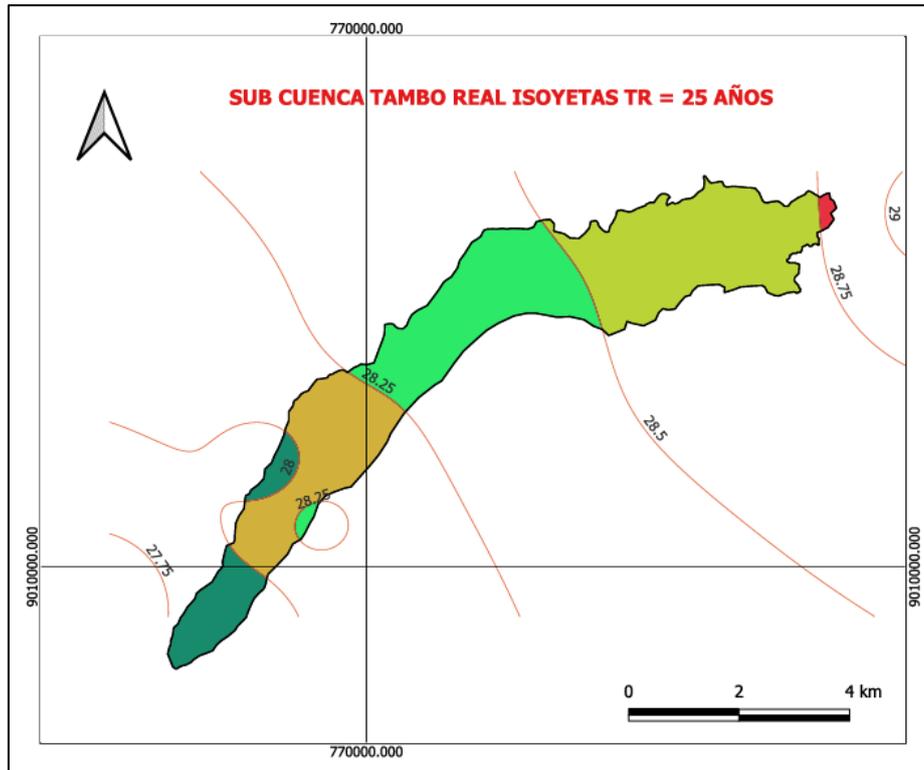
**Anexo 7.11.**

*Generación de isoyetas a  $Tr=10$  años, sub cuenca Tambo Real*



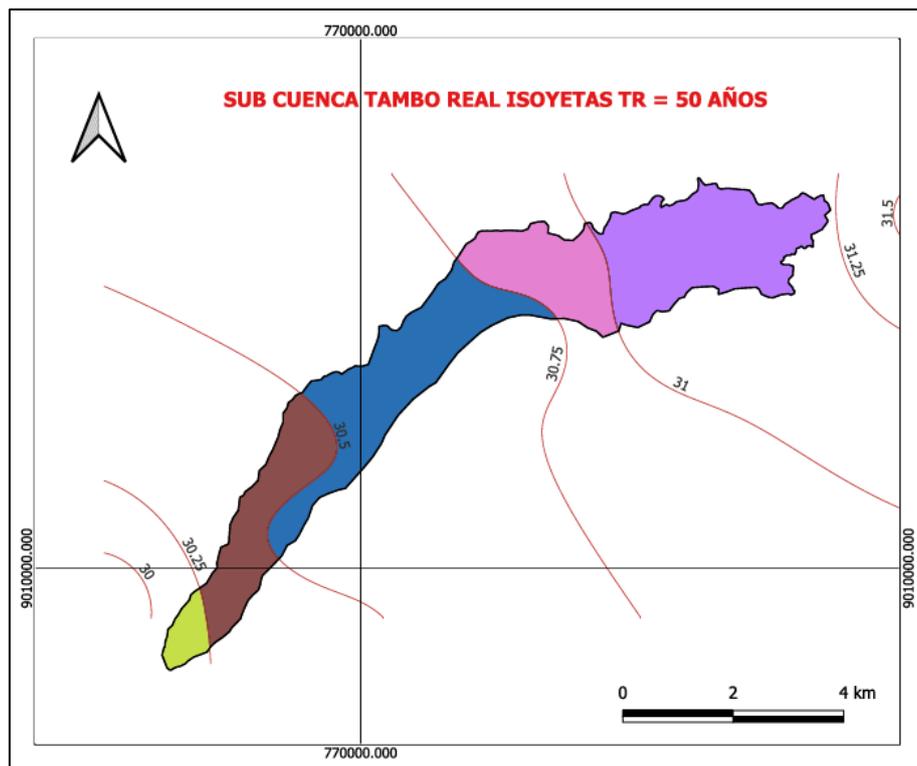
**Anexo 7.12.**

*Generación de isoyetas a  $Tr=25$  años, sub cuenca Tambo Real*



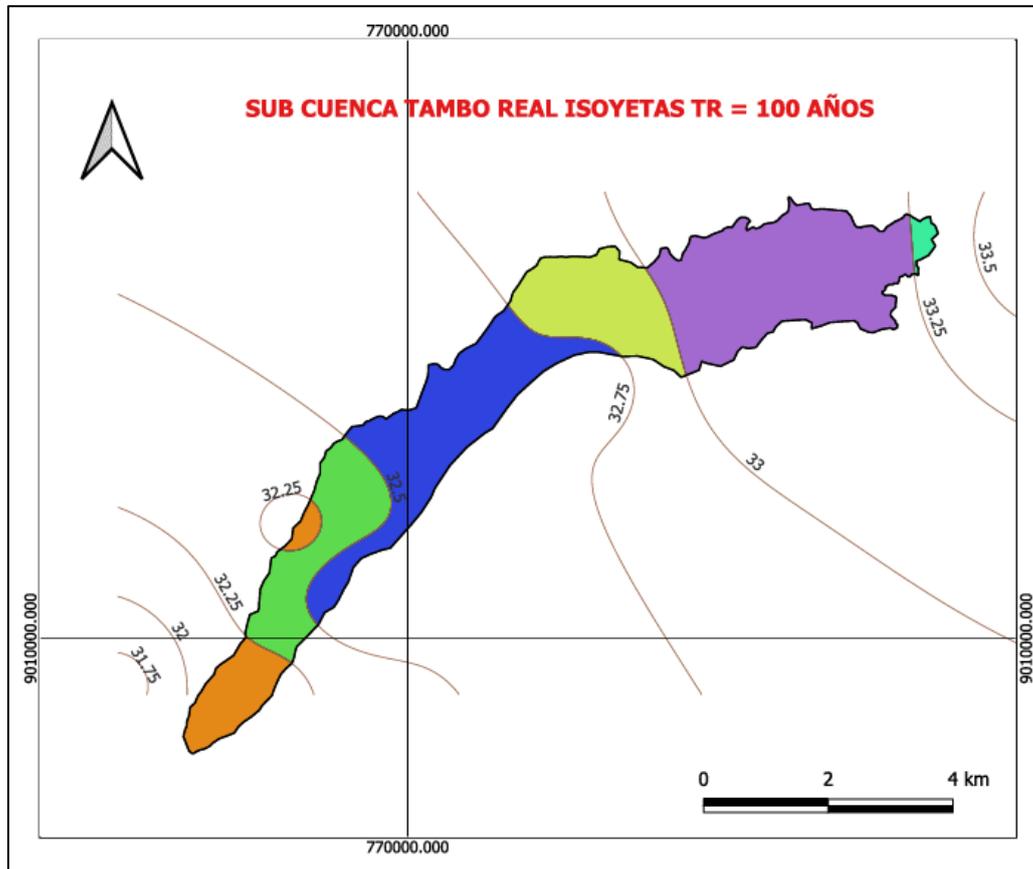
**Anexo 7.13.**

*Generación de isoyetas a  $Tr=50$  años, sub cuenca Tambo Real*



**Anexo 7.14.**

*Generación de isoyetas a  $Tr=100$  años, sub cuenca Tambo Real*



## Anexo 8. CÁLCULO DE PRECIPITACIÓN MEDIA SUBCUENCA CASCAJAL

### Anexo 8.1.

*Precipitación media - Tiempo de retorno de 5 años*

<b>PRECIPITACIÓN MEDIA (mm) TR = 5 años</b>				
<b>Pj</b>	<b>p j+1</b>	<b>Pp = (Pj + p j+1)/2</b>	<b>AREA</b>	<b>Pp*AREA</b>
21	22	21.5	38137.77878	819962.2438
22	23	22.5	3298479.821	74215795.98
23	24	23.5	17861951.93	419755870.3
24	25	24.5	16256227.15	398277565.1
25	26	25.5	27092568.07	690860485.7
26	27	26.5	44023780.76	1166630190
27	28	27.5	34720256.73	954807060.2
28	29	28.5	7720151.652	220024322.1
29	30	29.5	460776.596	13592909.58
30	31	30.5	287575.5652	8771054.738
31	32	31.5	249459.0029	7857958.591
<b>TOTAL (m2)</b>			<b>152009365.1</b>	<b>3955613175</b>
<b>PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)</b>			<b>26.0221676</b>	

### Anexo 8.2.

*Precipitación media - Tiempo de retorno de 10 años*

<b>PRECIPITACIÓN MEDIA (mm) TR = 10 años</b>				
<b>Pj</b>	<b>p j+1</b>	<b>Pp = (Pj + p j+1)/2</b>	<b>AREA</b>	<b>Pp*AREA</b>
25	26	25.5	297272.5423	7580449.829
26	27	26.5	5154159.713	136585232.4
27	28	27.5	16579618.82	455939517.5
28	29	28.5	13916083.28	396608373.3
29	30	29.5	20760927.94	612447374.2
30	31	30.5	37040991.32	1129750235
31	32	31.5	32664096.52	1028919040
32	33	32.5	22353171.97	726478089.1
33	34	33.5	2353556.2	78844132.69
34	35	34.5	349449.4549	12056006.19
35	36	35.5	245831.1751	8727006.715
36	37	36.5	251280.52	9171738.979
37	38	37.5	41041.34967	1539050.613
<b>TOTAL (m2)</b>			<b>152007480.8</b>	<b>4604646247</b>
<b>PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)</b>			<b>30.29223445</b>	

### Anexo 8.3.

Precipitación media - Tiempo de retorno de 25 años

PRECIPITACIÓN MEDIA (mm) TR = 25 años				
Pj	p j+1	Pp =( Pj + p j+1)/2	AREA	Pp*AREA
29	30	29.5	346103.2934	10210047.16
30	31	30.5	3487855.704	106379599
31	32	31.5	14377132.58	452879676.3
32	33	32.5	11262907.42	366044491.1
33	34	33.5	11744797.81	393450726.5
34	35	34.5	19675074.42	678790067.4
35	36	35.5	31711478.32	1125757481
36	37	36.5	26047293.18	950726200.9
37	38	37.5	23635110.61	886316647.9
38	39	38.5	8092836.349	311574199.5
39	40	39.5	801781.427	31670366.36
40	41	40.5	266221.1813	10781957.84
41	42	41.5	199616.23	8284073.543
42	43	42.5	178873.7237	7602133.257
43	43.89	43.445	182298.5562	7919960.772
<b>TOTAL (m2)</b>			<b>152009380.8</b>	<b>5348387628</b>
<b>PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)</b>			<b>35.18458927</b>	

### Anexo 8.4.

Precipitación media - Tiempo de retorno de 50 años

PRECIPITACIÓN MEDIA (mm) TR = 50 años				
Pj	p j+1	Pp=(Pj + p j+1)/2	AREA	Pp*AREA
31	32	31.5	43382.7885	1366557.838
32	33	32.5	975735.7029	31711410.34
33	34	33.5	6537422.771	219003662.8
34	35	34.5	12303443.15	424468788.6
35	36	35.5	9992338.37	354728012.1
36	37	36.5	10112809.74	369117555.5
37	38	37.5	16227859.55	608544733.2
38	39	38.5	27634792.55	1063939513
39	40	39.5	23302108.24	920433275.6
40	41	40.5	23411576.76	948168858.6
41	42	41.5	15009485.72	622893657.3
42	43	42.5	5002126.54	212590377.9
43	44	43.5	592061.425	25754671.99
44	45	44.5	237035.7958	10548092.91
45	46	45.5	179637.6173	8173511.589
46	47	46.5	154570.6825	7187536.738
47	48	47.5	155376.7197	7380394.187
48	49	48.5	134508.4105	6523657.91
<b>TOTAL (m2)</b>			<b>152006272.5</b>	<b>5842534268</b>
<b>PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)</b>			<b>38.43613932</b>	

**Anexo 8.5.**

Precipitación media - Tiempo de retorno de 100 años

<b>PRECIPITACIÓN MEDIA (mm) TR = 100 años</b>				
Pj	p j+1	Pp=(Pj + p j+1)/2	AREA	Pp*AREA
33	34	33.5	9111.921893	305249.383
34	35	34.5	414127.2891	14287391.5
35	36	35.5	2773918.582	98474109.6
36	37	36.5	10508260.43	383551506
37	38	37.5	8014659.902	300549746
38	39	38.5	8107477.068	312137867
39	40	39.5	9864080.721	389631188
40	41	40.5	13041053.72	528162675
41	42	41.5	21442154.27	889849402
42	43	42.5	21056094.16	894884002
43	44	43.5	19982473.44	869237594
44	45	44.5	19306582.77	859142933
45	46	45.5	11768106.86	535448862
46	47	46.5	4486662.679	208629815
47	48	47.5	690166.1933	32782894.2
48	49	48.5	228988.1874	11105927.1
49	50	49.5	172907.2885	8558910.78
50	51	50.5	141747.0633	7158226.69
51	52	51.5	129106.7178	6648995.97
52	53	52.5	134806.735	7077353.59
53	54	53.5	131146.6496	7016345.76
<b>TOTAL (m2)</b>			<b>152008572.5</b>	<b>6343898300</b>
<b>PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)</b>			<b>41.73381932</b>	

## Anexo 9. PRECIPITACIÓN MEDIA SUB CUENCA TAMBO REAL

### Anexo 9.1.

*Precipitación media en mm para tr = 5 años*

PRECIPITACIÓN MEDIA (mm) TR = 5 años				
Pj	p j+1	Pp = (Pj + p j+1)/2	AREA	Pp*AREA
20.75	21	20.875	3670360.025	77077560.53
21	21.25	21.125	8482644.116	180256187.5
21.25	21.5	21.375	8845987.417	190188729.5
21.5	21.75	21.625	51160.73519	1112745.99
<b>TOTAL (m2)</b>			<b>42100325.9</b>	<b>897270446.9</b>
<b>PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)</b>			<b>21.31267224</b>	

### Anexo 9.2.

*Precipitación media en mm para tr = 10 años*

PRECIPITACIÓN MEDIA (mm) TR = 10 años				
Pj	p j+1	Pp = (Pj + p j+1)/2	AREA	Pp*AREA
24	24.25	24.125	334990.8468	8081654.179
24.25	24.5	24.375	4611028.896	112393829.3
24.5	24.75	24.625	7588579.716	186868775.5
24.75	25	24.875	8369802.042	208198825.8
25	25.25	25.125	145750.7974	3661988.785
<b>TOTAL (m2)</b>			<b>21050152.3</b>	<b>519205073.6</b>
<b>PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)</b>			<b>24.66514571</b>	

### Anexo 9.3.

*Precipitación media en mm para tr = 25 años*

PRECIPITACIÓN MEDIA (mm) TR = 25 años				
Pj	p j+1	Pp = (Pj + p j+1)/2	AREA	Pp*AREA
27.75	28	27.875	2322504.63	64739816.56
28	28.25	28.125	4667138.39	131263267.2
28.25	28.5	28.375	6173808.525	175181816.9
28.5	28.75	28.625	7737869.192	221496505.6
28.75	29	28.875	148831.5541	4297511.125
<b>TOTAL (m2)</b>			<b>21050152.29</b>	<b>596978917.4</b>
<b>PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)</b>			<b>28.35983841</b>	

**Anexo 9.4.**
*Precipitación media en mm para  $tr = 50$  años*

<b>PRECIPITACIÓN MEDIA (mm) TR = 50 años</b>				
<b>Pj</b>	<b>p j+1</b>	<b>Pp = (Pj + p j+1)/2</b>	<b>AREA</b>	<b>Pp*AREA</b>
30	32	32.25	763389.8839	24619323.75
30.25	32.25	32.5	3773727.814	122646153.9
30.5	32.5	32.75	6275259.384	205514744.8
30.75	32.75	33	3466582.78	114397231.8
31	33	33.25	6771192.433	225142148.4
<b>TOTAL (m2)</b>			<b>42100337.48</b>	<b>1384639205</b>
<b>PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)</b>			<b>32.88905434</b>	

**Anexo 9.5.**
*Precipitación media en mm para  $tr = 100$  años*

<b>PRECIPITACIÓN MEDIA (mm) TR = 100 años</b>				
<b>Pj</b>	<b>p j+1</b>	<b>Pp = (Pj + p j+1)/2</b>	<b>AREA</b>	<b>Pp*AREA</b>
33	34	33.5	1818253.949	60911507.28
34	35	34.5	3071518.406	105967385
35	36	35.5	5450769.858	193502330
36	37	36.5	3333515.179	121673304
37	38	37.5	7133574.664	267509049.9
38	39	38.5	242520.242	9337029.318
<b>TOTAL (m2)</b>			<b>42100340.65</b>	<b>1517801211</b>
<b>PRECIPITACIÓN MEDIA (mm)</b>			<b>36.05199359</b>	

**Anexo 9.6.**
*Precipitación media resumen*

<b>Subcuenca Cascajal</b>	
<b>Tiempo de retorno</b>	<b>Precipitación media (mm)</b>
<b>5 años</b>	26.022
<b>10 años</b>	30.292
<b>25 años</b>	35.185
<b>50 años</b>	38.436
<b>100 años</b>	41.734
<b>Subcuenca Tambo Real</b>	
<b>Tiempo de retorno</b>	<b>Precipitación media (mm)</b>
<b>5 años</b>	21.313
<b>10 años</b>	24.665
<b>25 años</b>	28.360
<b>50 años</b>	32.889
<b>100 años</b>	36.052

**Anexo 10. CÁLCULO DE HIETOGRAMAS DE PRECIPITACIÓN SUBCUENCA  
 TAMBO REAL**

$$P_D = P_{24h} \times \left(\frac{D}{1440}\right)^{0.25}$$

$P_D$  = precipitación máxima de duración D, en mm  
 $P_{24h}$  = precipitación máxima de 24 horas, en mm  
 D = duración de la precipitación, en horas

Duración (Minutos)	Precipitación en 24 horas (mm)				
	21.31	24.67	28.36	32.89	36.05
	Periodo de Retorno (Años)				
	5	10	25	50	100
5	5.17	5.99	6.88	7.98	8.75
10	6.15	7.12	8.19	9.49	10.41
15	6.81	7.88	9.06	10.51	11.52
20	7.32	8.47	9.74	11.29	12.38
25	7.74	8.95	10.29	11.94	13.09
30	8.10	9.37	10.77	12.50	13.70
35	8.42	9.74	11.20	12.99	14.23
40	8.70	10.07	11.58	13.43	14.72
45	8.96	10.37	11.92	13.83	15.16
50	9.20	10.65	12.24	14.20	15.56
55	9.42	10.90	12.54	14.54	15.94
60	9.63	11.14	12.81	14.86	16.29
120	11.45	13.25	15.24	17.67	19.37
180	12.67	14.67	16.86	19.56	21.44
240	13.62	15.76	18.12	21.01	23.04
300	14.40	16.66	19.16	22.22	24.36
360	15.07	17.44	20.05	23.26	25.49
420	15.66	18.13	20.84	24.17	26.49
480	16.19	18.74	21.55	24.99	27.39
540	16.68	19.30	22.19	25.74	28.21
600	17.12	19.82	22.79	26.42	28.97
660	17.54	20.29	23.33	27.06	29.66
720	17.92	20.74	23.85	27.66	30.32
780	18.28	21.16	24.33	28.22	30.93
840	18.63	21.56	24.78	28.74	31.51
900	18.95	21.93	25.22	29.24	32.06
960	19.26	22.29	25.63	29.72	32.58
1020	19.55	22.63	26.02	30.17	33.07
1080	19.83	22.95	26.39	30.61	33.55
1140	20.10	23.27	26.75	31.02	34.01
1200	20.36	23.57	27.10	31.42	34.45
1260	20.61	23.86	27.43	31.81	34.87
1320	20.85	24.13	27.75	32.18	35.28
1380	21.09	24.40	28.06	32.54	35.67
1440	<b>21.31</b>	<b>24.67</b>	<b>28.36</b>	<b>32.89</b>	<b>36.05</b>

## Anexo 11. INTENSIDAD

### Anexo 11.1.

#### *Intensidad de precipitaciones*

$$I = \frac{P_D}{D}$$

PD = precipitación máxima de duración D, en mm

D = duración de la precipitación, en horas

Duración (Horas)	Duración (min)	Periodo de Retorno (Años)				
		5.00	10.00	25.00	50.00	100.00
<b>Intensidad (mm/hr)</b>						
0.083	5	62.08	71.85	82.61	95.80	105.02
0.167	10	36.91	42.72	49.12	56.97	62.44
0.250	15	27.24	31.52	36.24	42.03	46.07
0.333	20	21.95	25.40	29.21	33.87	37.13
0.417	25	18.57	21.49	24.71	28.65	31.41
0.500	30	16.19	18.74	21.55	24.99	27.39
0.583	35	14.43	16.70	19.20	22.26	24.40
0.667	40	13.05	15.10	17.37	20.14	22.08
0.750	45	11.95	13.83	15.90	18.44	20.21
0.833	50	11.04	12.78	14.69	17.04	18.68
0.917	55	10.28	11.90	13.68	15.86	17.39
1.000	60	9.63	11.14	12.81	14.86	16.29
2.000	120	5.73	6.63	7.62	8.84	9.69
3.000	180	4.22	4.89	5.62	6.52	7.15
4.000	240	3.40	3.94	4.53	5.25	5.76
5.000	300	2.88	3.33	3.83	4.44	4.87
6.000	360	2.51	2.91	3.34	3.88	4.25
7.000	420	2.24	2.59	2.98	3.45	3.78
8.000	480	2.02	2.34	2.69	3.12	3.42
9.000	540	1.85	2.14	2.47	2.86	3.13
10.000	600	1.71	1.98	2.28	2.64	2.90
11.000	660	1.59	1.84	2.12	2.46	2.70
12.000	720	1.49	1.73	1.99	2.30	2.53
13.000	780	1.41	1.63	1.87	2.17	2.38
14.000	840	1.33	1.54	1.77	2.05	2.25
15.000	900	1.26	1.46	1.68	1.95	2.14
16.000	960	1.20	1.39	1.60	1.86	2.04
17.000	1020	1.15	1.33	1.53	1.77	1.95
18.000	1080	1.10	1.28	1.47	1.70	1.86
19.000	1140	1.06	1.22	1.41	1.63	1.79
20.000	1200	1.02	1.18	1.35	1.57	1.72
21.000	1260	0.98	1.14	1.31	1.51	1.66
22.000	1320	0.95	1.10	1.26	1.46	1.60
23.000	1380	0.92	1.06	1.22	1.41	1.55
24.000	1440	0.89	1.03	1.18	1.37	1.50

**Anexo 11.2.**

*Ecuación de intensidad sub cuenca cascajal*

$$I_{max} = \frac{K \times T^m}{D^n}$$

I max = intensidad máxima de lluvia, en mm/hr  
 T = periodo de retorno, en años  
 D = duración, en minutos

$$\log I_{max} = \log K + m \log T - n \log D$$

$$\log I_{max} = \log K + m \log T - n \log D$$

$$y = X_1 + mX_2 - nX_3$$

Para determinar los valores de xi, x2 se utilizó de comando de regresión en Excel el cual analiza los datos de las intensidades.

Análisis de varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
<b>Regresión</b>	2	52.9179937	26.4589968	827203.978	0
<b>Residuos</b>	172	0.0055016	3.1986E-05		
<b>Total</b>	174	52.9234953			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
<b>Intercepción</b>	2.1987	0.00190	1154.701	0	2.19499	2.20251	2.19499	2.202513
<b>Variable X 1</b>	-0.75	0.00058	-1271.752	0	-0.7511	-0.74883	-0.7511	-0.74883
<b>Variable X 2</b>	0.1760	0.00091	192.489	8.8E-203	0.17424	0.1778	0.17424	0.177858

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
<b>Coefficiente de correlación múltiple</b>	0.99994802
<b>Coefficiente de determinación R^2</b>	0.99989605
<b>R^2 ajustado</b>	0.99989484
<b>Error típico</b>	0.00565562
<b>Observaciones</b>	175

$$I = \frac{158.036 \times T^{0.1761}}{D^{0.750}}$$

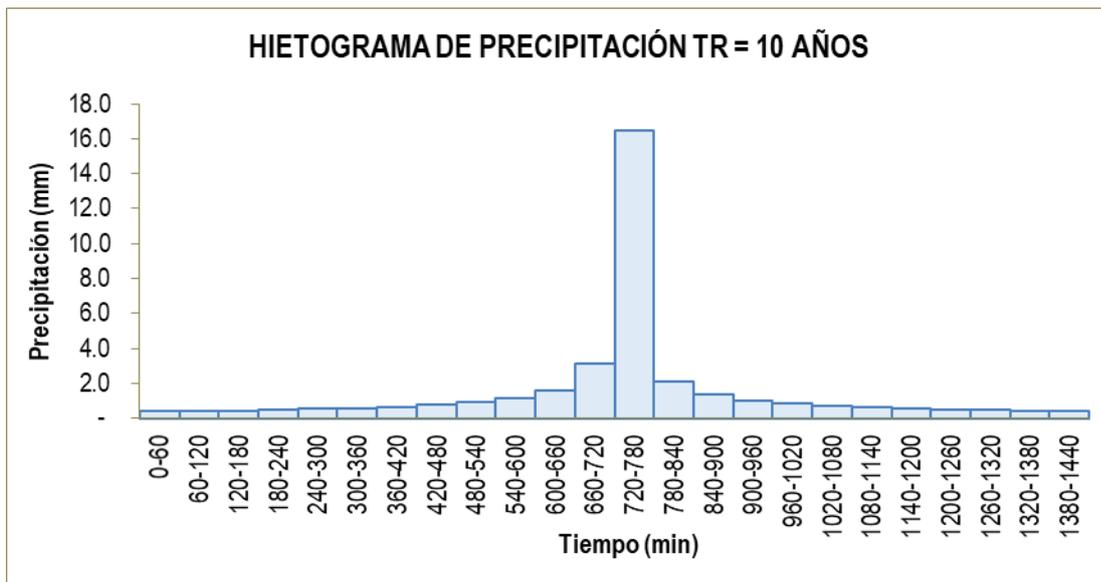
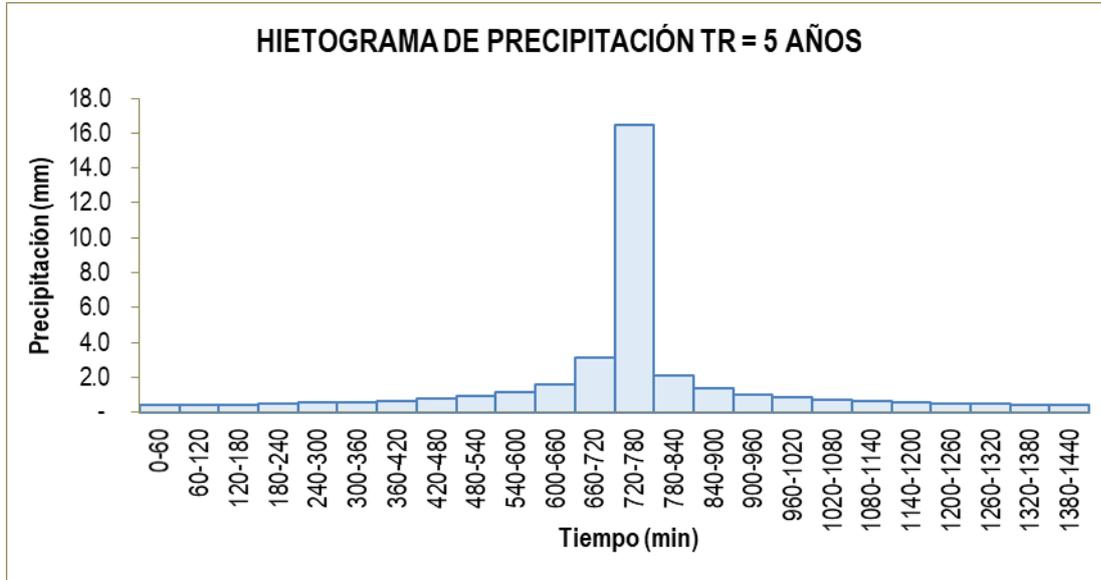
**Anexo 11.3.**

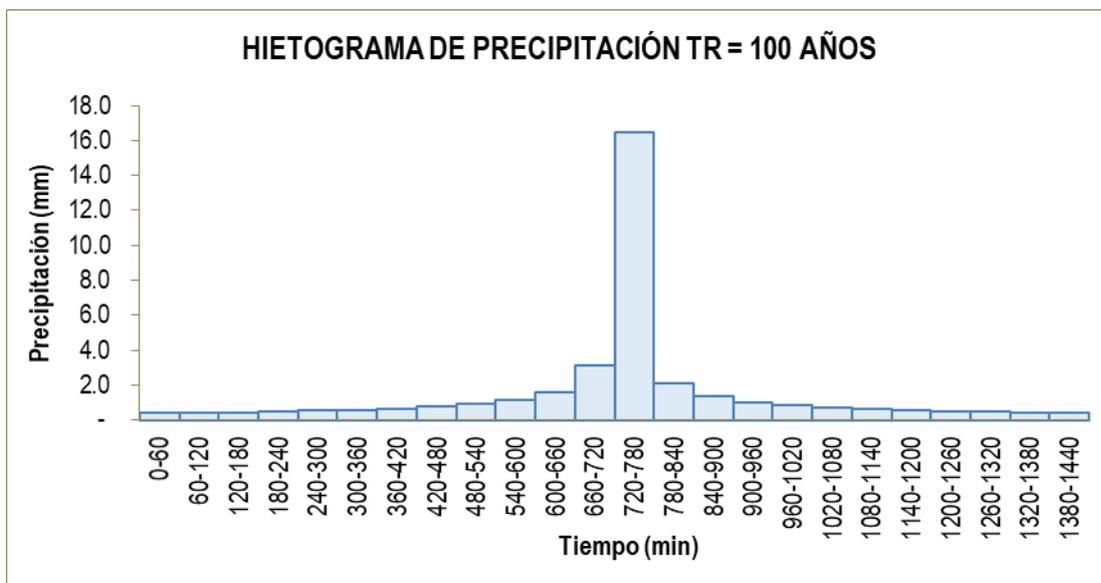
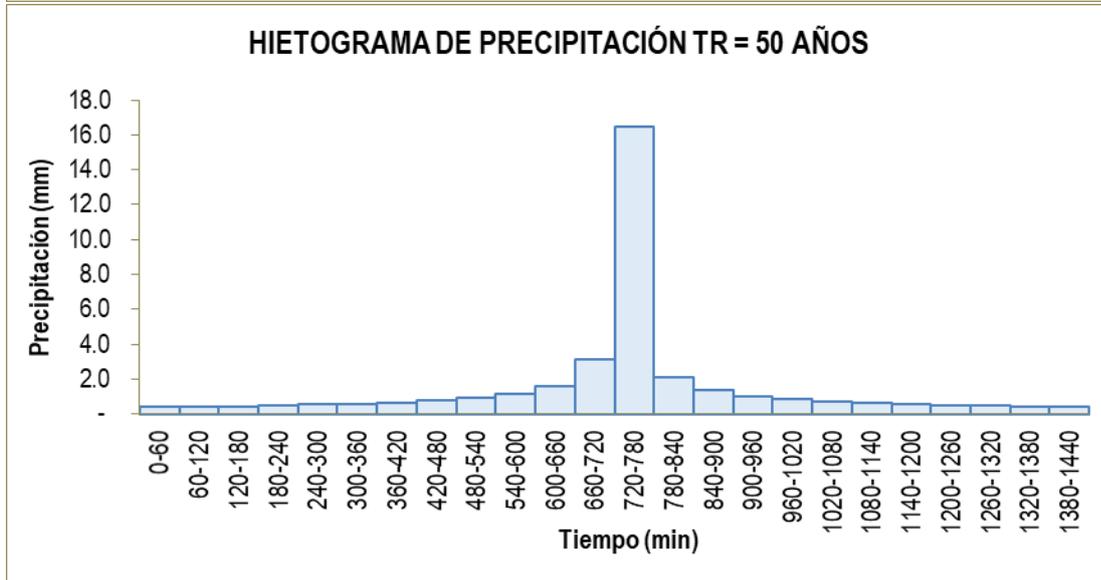
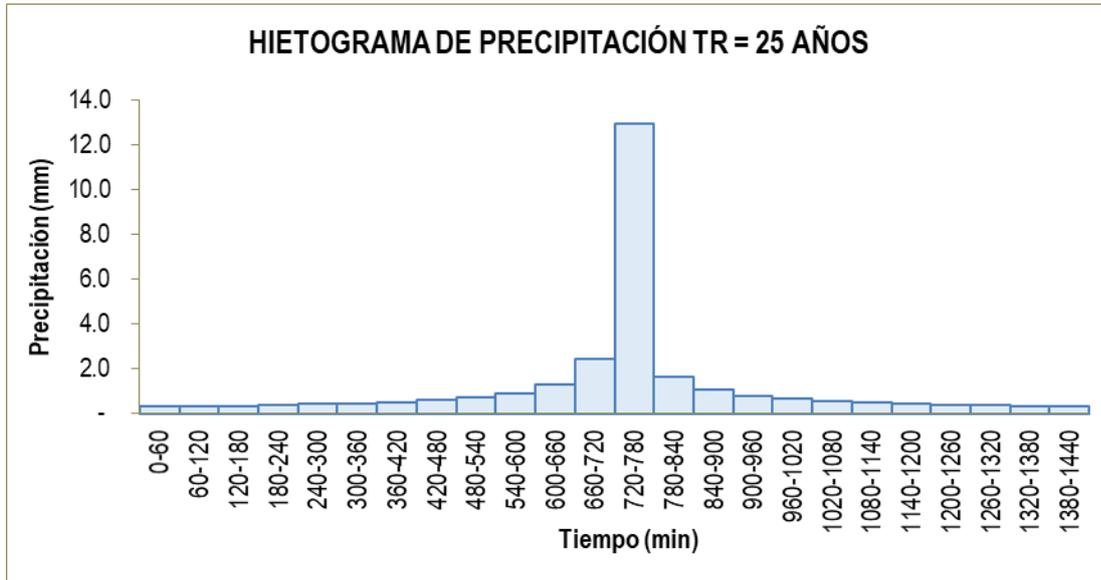
*Hietogramas - Modelo Dyck -Peschke Sub Cuenca Tambo Real*

<b>Hietogramas - Modelo Dyck -Peschke Sub Cuenca Tambo Real</b>					
<b>Duración</b>	<b>Tr = 5 años</b>	<b>Tr = 10 años</b>	<b>Tr = 25 años</b>	<b>Tr = 50 años</b>	<b>Tr = 100 años</b>
60	0.228	0.258	0.303	0.342	0.386
120	0.244	0.275	0.324	0.366	0.413
180	0.262	0.296	0.348	0.393	0.444
240	0.284	0.321	0.378	0.427	0.482
300	0.312	0.352	0.414	0.467	0.528
360	0.346	0.390	0.459	0.518	0.586
420	0.390	0.440	0.517	0.585	0.660
480	0.450	0.508	0.597	0.675	0.762
540	0.537	0.607	0.713	0.806	0.911
600	0.679	0.767	0.901	1.018	1.150
660	0.955	1.079	1.268	1.432	1.618
720	1.841	2.080	2.445	2.762	3.120
780	9.732	10.995	12.920	14.597	16.491
840	1.235	1.395	1.639	1.852	2.092
900	0.790	0.892	1.048	1.184	1.338
960	0.598	0.676	0.794	0.898	1.014
1020	0.489	0.553	0.649	0.734	0.829
1080	0.417	0.471	0.554	0.626	0.707
1140	0.366	0.414	0.486	0.549	0.620
1200	0.328	0.370	0.435	0.491	0.555
1260	0.297	0.336	0.395	0.446	0.504
1320	0.273	0.308	0.362	0.409	0.462
1380	0.253	0.285	0.335	0.379	0.428
1440	0.236	0.266	0.313	0.353	0.399

**Anexo 11.4.**

Gráficos - Hietograma de precipitación subcuenca Tambo Real.





**Anexo 12. CÁLCULO DE HIETOGRAMAS DE PRECIPITACIÓN SUB CUENCA CASCAJAL**

$$P_D = P_{24h} \times \left(\frac{D}{1440}\right)^{0.25}$$

$P_D$  = precipitación máxima de duración D, en mm  
 $P_{24h}$  = precipitación máxima de 24 horas, en mm  
 D = duración de la precipitación, en horas

Duración (Minutos)	Precipitación en 24 horas (mm)				
	26.02	30.29	35.18	38.44	41.73
	Periodo de Retorno (Años)				
	5	10	25	50	100
5	6.32	7.35	8.54	9.33	10.13
10	7.51	8.74	10.16	11.10	12.05
15	8.31	9.68	11.24	12.28	13.33
20	8.93	10.40	12.08	13.19	14.33
25	9.45	11.00	12.77	13.95	15.15
30	9.89	11.51	13.37	14.60	15.86
35	10.27	11.96	13.89	15.18	16.48
40	10.62	12.37	14.36	15.69	17.04
45	10.94	12.74	14.79	16.16	17.55
50	11.23	13.08	15.19	16.59	18.02
55	11.50	13.39	15.55	16.99	18.45
60	11.76	13.69	15.90	17.37	18.86
120	13.98	16.28	18.90	20.65	22.42
180	15.47	18.01	20.92	22.85	24.82
240	16.63	19.36	22.48	24.56	26.67
300	17.58	20.47	23.77	25.97	28.20
360	18.40	21.42	24.88	27.18	29.51
420	19.12	22.26	25.86	28.25	30.67
480	19.77	23.02	26.73	29.21	31.71
540	20.36	23.70	27.53	30.08	32.66
600	20.91	24.34	28.27	30.88	33.53
660	21.41	24.92	28.95	31.63	34.34
720	21.88	25.47	29.59	32.32	35.09
780	22.32	25.99	30.18	32.97	35.80
840	22.74	26.47	30.75	33.59	36.47
900	23.14	26.93	31.28	34.18	37.11
960	23.51	27.37	31.79	34.73	37.71
1020	23.87	27.79	32.28	35.26	38.29
1080	24.22	28.19	32.74	35.77	38.84
1140	24.55	28.57	33.19	36.26	39.37
1200	24.86	28.94	33.62	36.72	39.87
1260	25.17	29.30	34.03	37.17	40.36
1320	25.46	29.64	34.43	37.61	40.84
1380	25.75	29.97	34.81	38.03	41.29
1440	26.02	30.29	35.18	38.44	41.73

**Anexo 12.1.**

*Intensidad de precipitaciones*

$$I = \frac{PD}{D}$$

PD = precipitación máxima de duración D, en mm

D = duración de la precipitación, en horas

Duración (Horas)	Duración (min)	Periodo de Retorno (Años)				
		5.00	10.00	25.00	50.00	100.00
Intensidad (mm/hr)						
0.083	5	75.80	88.24	102.49	111.96	121.57
0.167	10	45.07	52.47	60.94	66.57	72.29
0.250	15	33.25	38.71	44.96	49.12	53.33
0.333	20	26.80	31.20	36.24	39.58	42.98
0.417	25	22.67	26.39	30.65	33.48	36.36
0.500	30	19.77	23.02	26.73	29.21	31.71
0.583	35	17.61	20.50	23.82	26.02	28.25
0.667	40	15.94	18.55	21.55	23.54	25.56
0.750	45	14.59	16.98	19.72	21.55	23.40
0.833	50	13.48	15.69	18.23	19.91	21.62
0.917	55	12.55	14.61	16.97	18.54	20.13
1.000	60	11.76	13.69	15.90	17.37	18.86
2.000	120	6.99	8.14	9.45	10.33	11.21
3.000	180	5.16	6.00	6.97	7.62	8.27
4.000	240	4.16	4.84	5.62	6.14	6.67
5.000	300	3.52	4.09	4.75	5.19	5.64
6.000	360	3.07	3.57	4.15	4.53	4.92
7.000	420	2.73	3.18	3.69	4.04	4.38
8.000	480	2.47	2.88	3.34	3.65	3.96
9.000	540	2.26	2.63	3.06	3.34	3.63
10.000	600	2.09	2.43	2.83	3.09	3.35
11.000	660	1.95	2.27	2.63	2.88	3.12
12.000	720	1.82	2.12	2.47	2.69	2.92
13.000	780	1.72	2.00	2.32	2.54	2.75
14.000	840	1.62	1.89	2.20	2.40	2.61
15.000	900	1.54	1.80	2.09	2.28	2.47
16.000	960	1.47	1.71	1.99	2.17	2.36
17.000	1020	1.40	1.63	1.90	2.07	2.25
18.000	1080	1.35	1.57	1.82	1.99	2.16
19.000	1140	1.29	1.50	1.75	1.91	2.07
20.000	1200	1.24	1.45	1.68	1.84	1.99
21.000	1260	1.20	1.40	1.62	1.77	1.92
22.000	1320	1.16	1.35	1.56	1.71	1.86
23.000	1380	1.12	1.30	1.51	1.65	1.80
24.000	1440	1.08	1.26	1.47	1.60	1.74

**Anexo 12.2.**

*Ecuación de intensidad sub cuenca cascajal*

$$I_{max} = \frac{K \times T^m}{D^n}$$

$I_{max}$  = intensidad máxima de lluvia, en mm/hr  
 $T$  = periodo de retorno, en años  
 $D$  = duración, en minutos

$$\log I_{max} = \log K + m \log T - n \log D$$

$$\log I_{max} = \log K + m \log T - n \log D$$

$$y = X_1 + mX_2 - nX_3$$

Para determinar los valores de  $x_1, x_2$  se utilizó de comando de regresión en Excel el cual analiza los datos de las intensidades.

Análisis de varianza

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	52.66304471	26.33152235	332875.7215	0
Residuos	172	0.013605744	7.91032E-05		
<b>Total</b>	<b>174</b>	<b>52.67665045</b>			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
<b>Intercepción</b>	2.3062186	0.0029944	770.15292	3.44E-306	2.3003080	2.3121293	2.300308	2.312129
<b>Variable X 1</b>	-0.75	0.0009274	-808.6977	0	-0.751830	-0.748169	-0.75183	-0.748169
<b>Variable X 2</b>	0.155971	0.0014383	108.4408	2.79E-160	0.153132	0.158810	0.153132	0.158810

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
<b>Coefficiente de correlación múltiple</b>	0.999870848
<b>Coefficiente de determinación R<sup>2</sup></b>	0.999741712
<b>R<sup>2</sup> ajustado</b>	0.999738709
<b>Error típico</b>	0.008893996
<b>Observaciones</b>	175

$$I = \frac{202.404 \times T^{0.1560}}{D^{0.750}}$$

**Anexo 12.3**

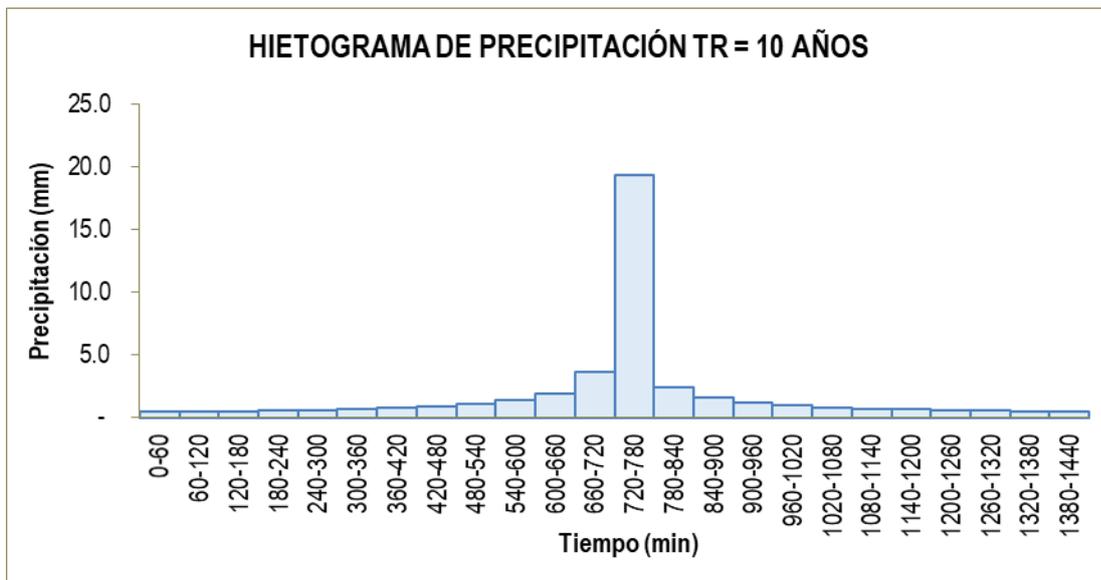
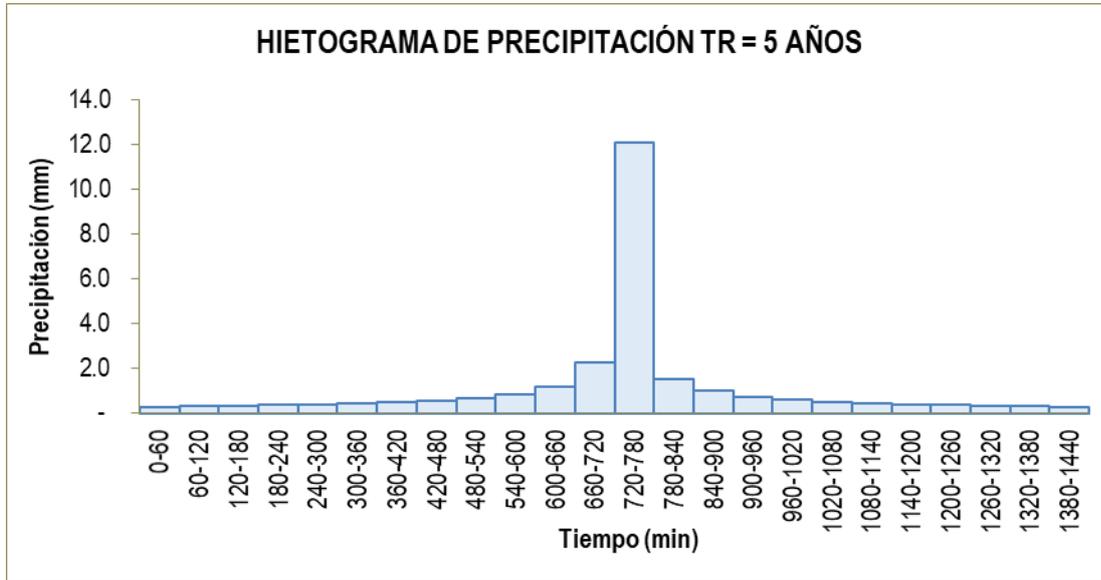
*Hietogramas - Modelo Dyck -Peschke Sub Cuenca Cascajal*

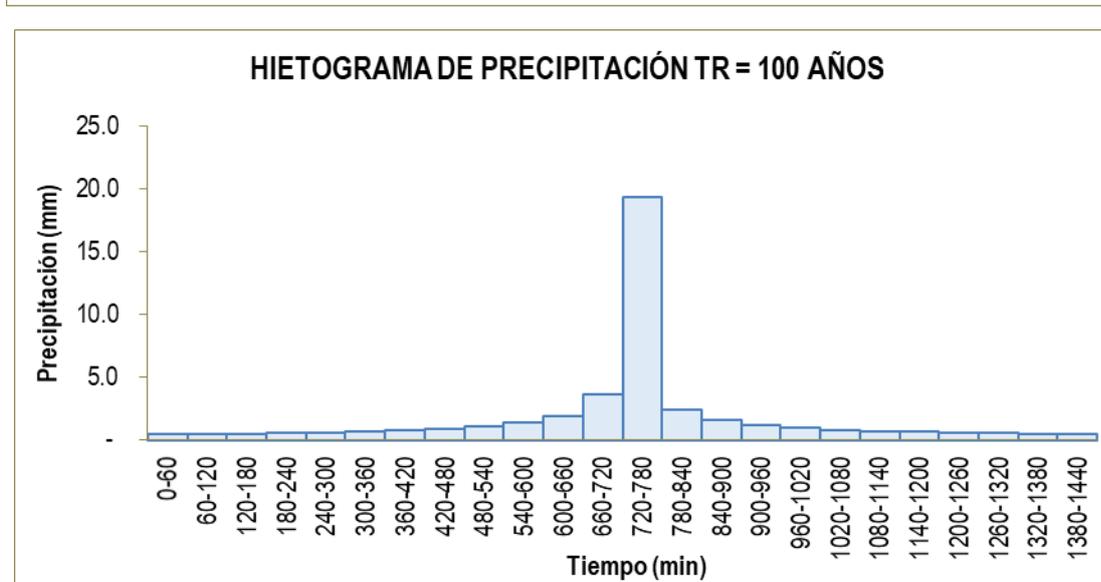
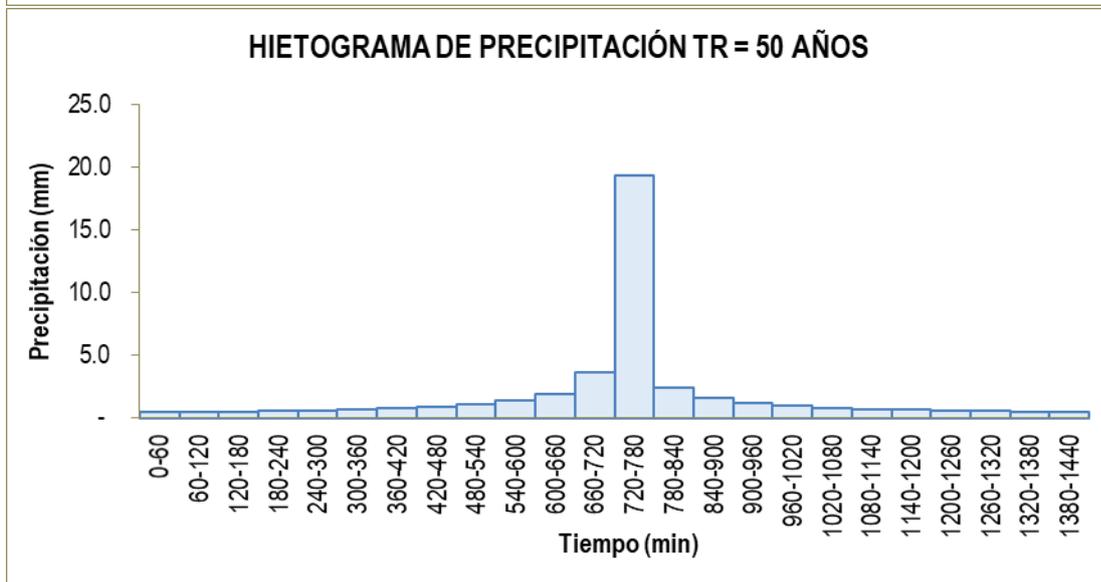
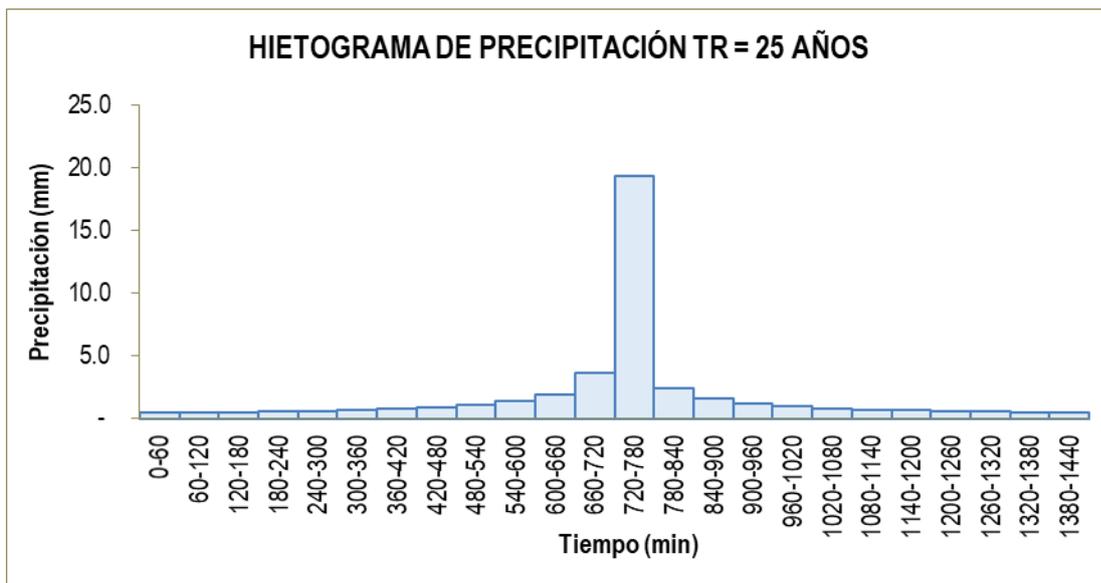
**Hietogramas - Modelo Dyck -Peschke Sub Cuenca Cascajal**

<b>Duración</b>	<b>Tr = 5 años</b>	<b>Tr = 10 años</b>	<b>Tr = 25 años</b>	<b>Tr = 50 años</b>	<b>Tr = 100 años</b>
<b>60</b>	0.283	0.315	0.363	0.405	0.451
<b>120</b>	0.302	0.337	0.388	0.433	0.482
<b>180</b>	0.325	0.362	0.418	0.466	0.519
<b>240</b>	0.353	0.393	0.453	0.505	0.563
<b>300</b>	0.386	0.430	0.497	0.553	0.616
<b>360</b>	0.428	0.477	0.551	0.614	0.684
<b>420</b>	0.483	0.538	0.621	0.692	0.771
<b>480</b>	0.558	0.622	0.717	0.799	0.890
<b>540</b>	0.666	0.742	0.856	0.954	1.063
<b>600</b>	0.842	0.938	1.082	1.205	1.343
<b>660</b>	1.184	1.320	1.522	1.696	1.890
<b>720</b>	2.283	2.544	2.935	3.270	3.643
<b>780</b>	12.068	13.445	15.511	17.282	19.255
<b>840</b>	1.531	1.706	1.968	2.193	2.443
<b>900</b>	0.979	1.091	1.259	1.402	1.562
<b>960</b>	0.742	0.827	0.954	1.063	1.184
<b>1020</b>	0.606	0.676	0.780	0.869	0.968
<b>1080</b>	0.517	0.577	0.665	0.741	0.826
<b>1140</b>	0.454	0.506	0.584	0.650	0.724
<b>1200</b>	0.406	0.452	0.522	0.582	0.648
<b>1260</b>	0.369	0.411	0.474	0.528	0.588
<b>1320</b>	0.338	0.377	0.435	0.484	0.540
<b>1380</b>	0.313	0.349	0.403	0.449	0.500
<b>1440</b>	0.292	0.325	0.375	0.418	0.466

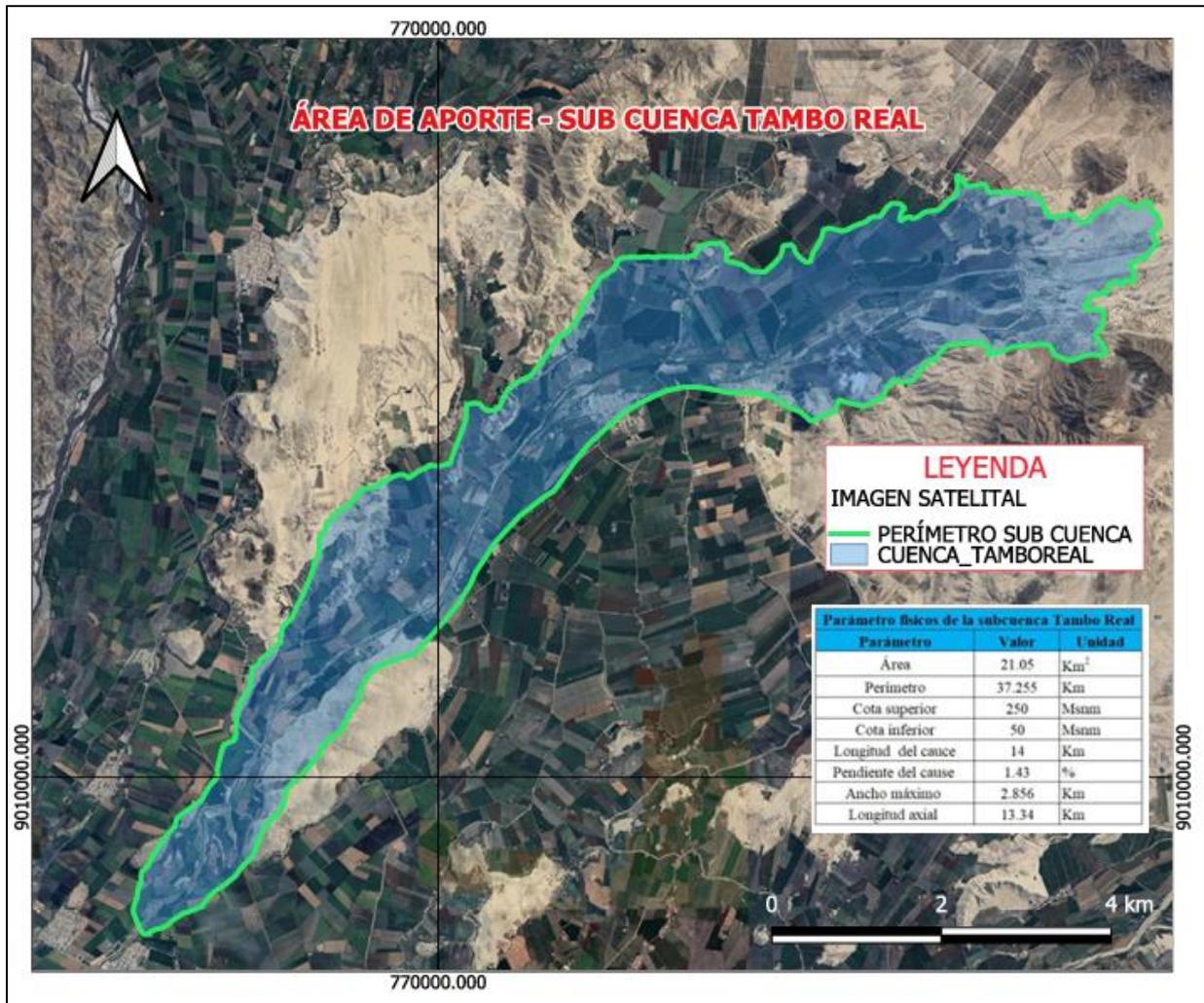
**Anexo 12.4**

*Gráficos - Hietograma de precipitación subcuena cascajal.*



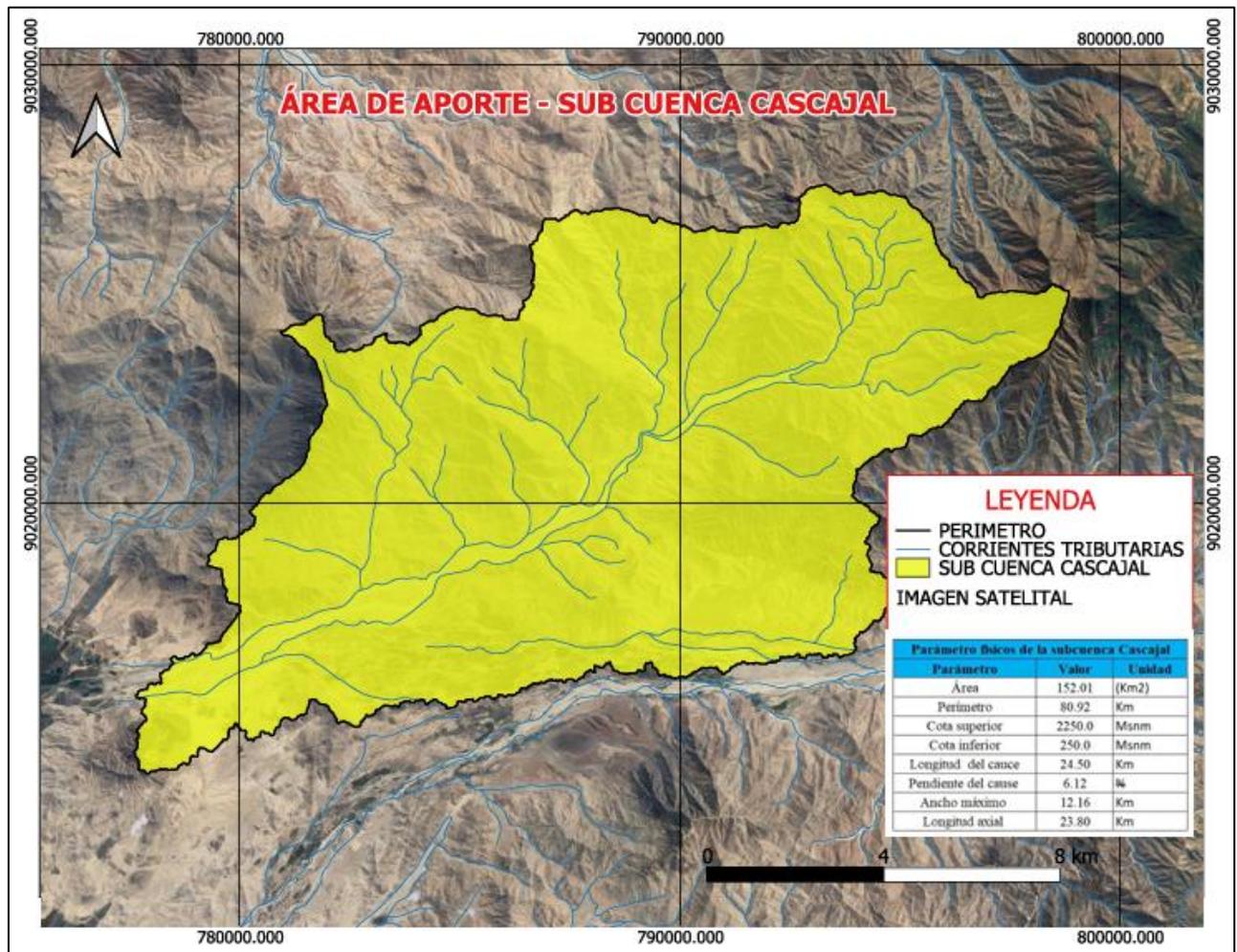


**Anexo 13. DELIMITACIÓN DE SUB CUENCA TAMBO REAL**



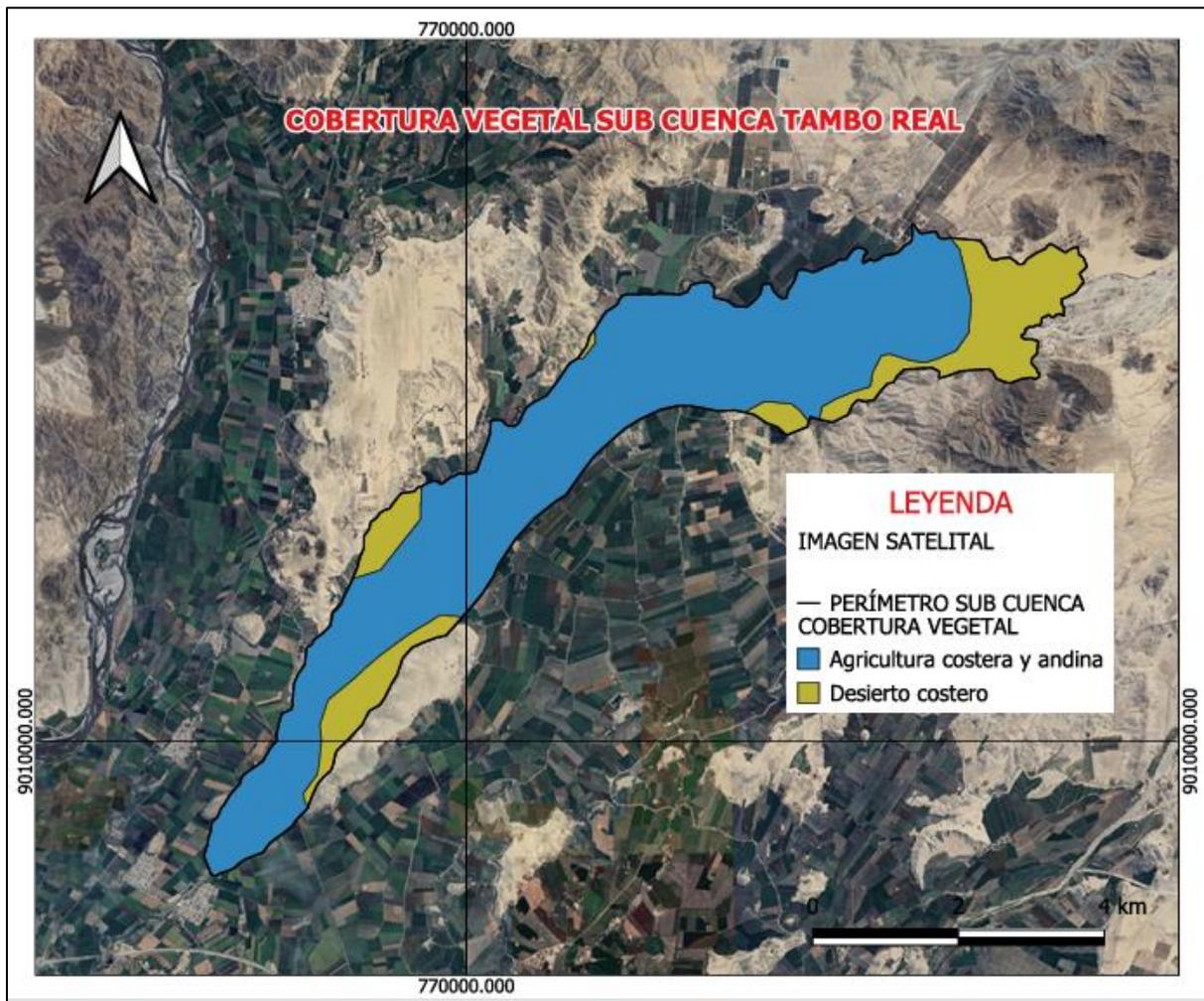
*Fuente:* Elaboración propia en el programa QGIS 3.38

### Anexo 14. DELIMITACIÓN DE SUB CUENCA CASCAJAL



*Fuente:* Elaboración propia en el programa QGIS 3.38

**Anexo 15. MAPA -09 COBERTURA VEGETAL SUB CUENCA TAMBO REAL**

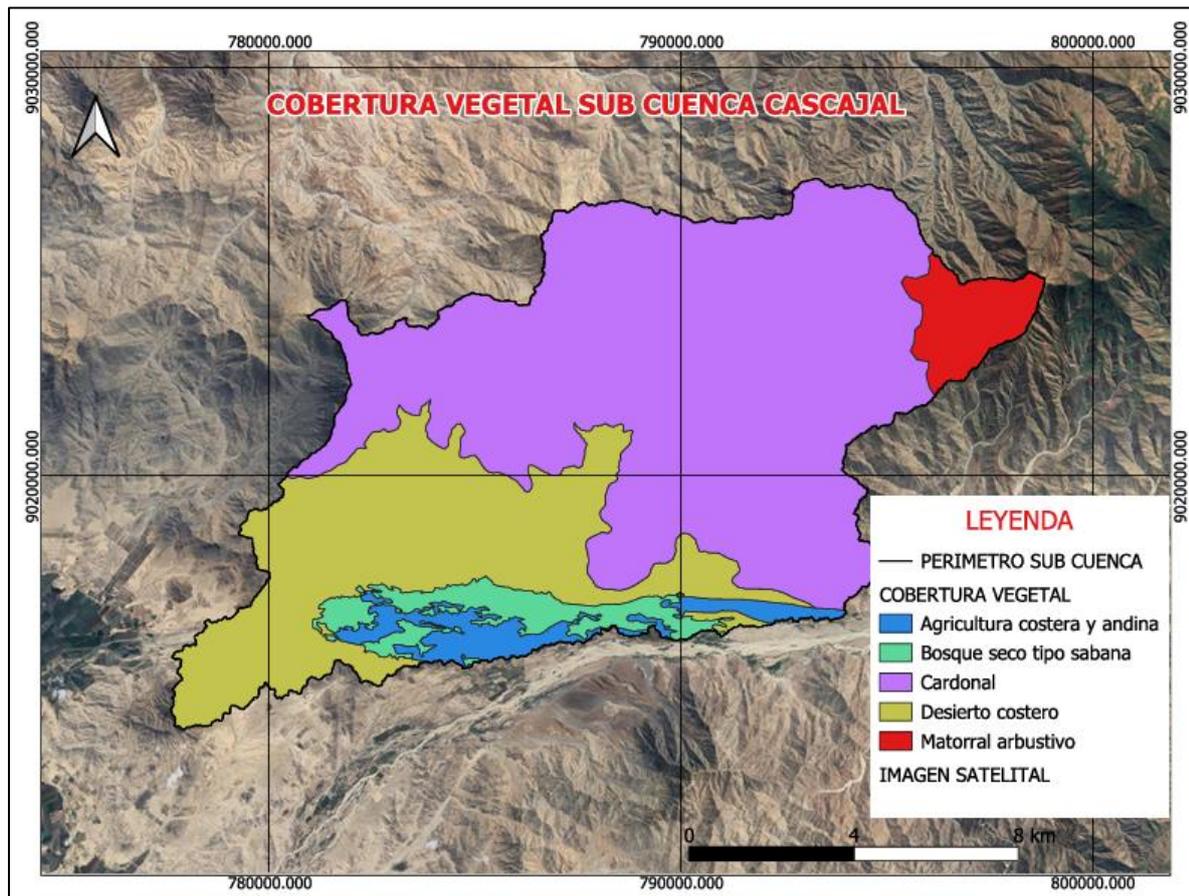


*Fuente:* Elaboración propia en el programa QGIS 3.38

**Anexo 15.1. Calculo número de curva sub cuenca Cascajal**

CURVA NUMERO PROMEDIO, SUB CUENCA CASCAJAL				
SUELO-GRUPO HIDROLOGICO	Planicies costeras y estribaciones andinas sin vegetación			
COBERTURA VEGETAL	AREA	CN	CN*AREA	CN PROMEDIO
Desierto costero	41200049.58	81	3337204016	78.06948605
Bosque seco tipo sabana	7051609.317	66	465406214.9	
Agricultura costera y andina	6325677.908	71	449123131.5	
Cardonal	91157382.12	79	7201433188	
Matorral arbustivo	6274661.868	66	414127683.3	
<b>TOTAL</b>	152009380.8		11867294233	

**Anexo 16. MAPA-10 COBERTURA VEGETAL SUB CUENCA CASCAJAL**



*Fuente:* Elaboración propia en el programa QGIS 3.38

**Anexo 16.1. Cálculo del número de curva sub cuenca Tambo Real**

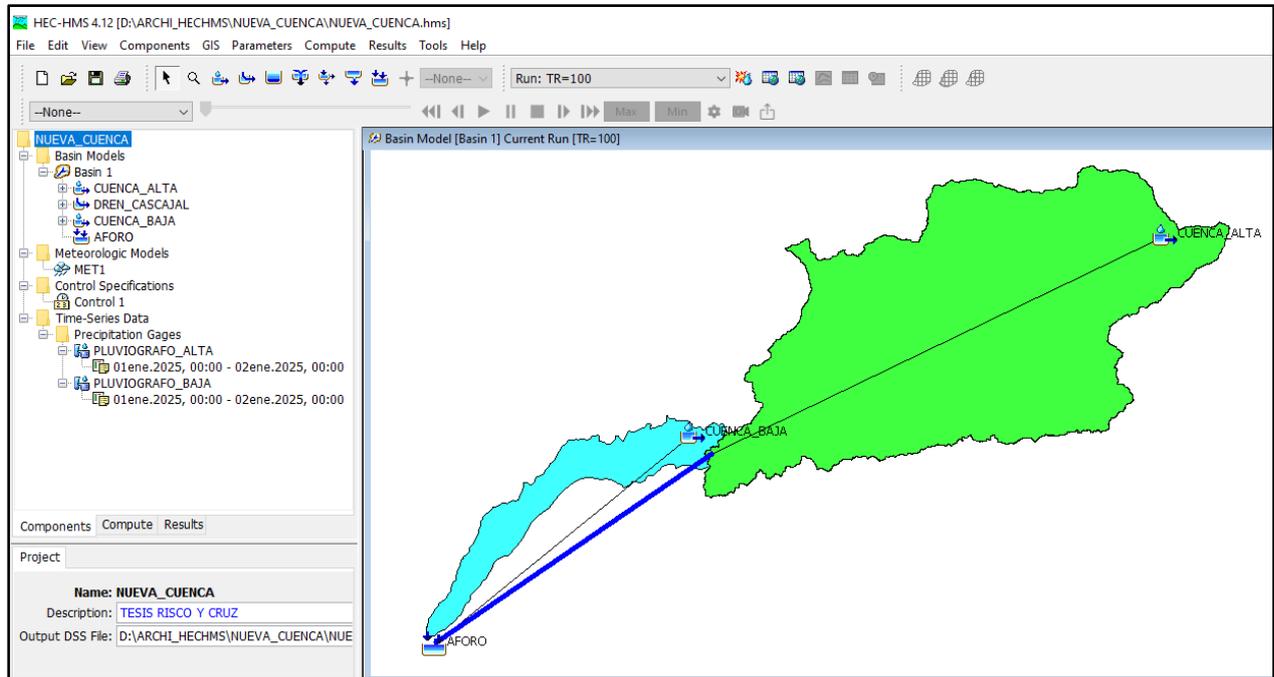
**CURVA NUMERO PROMEDIO, SUB CUENCA TAMBO REAL**

SUELO-GRUPO HIDROLOGICO	Planicies costeras y estribaciones andinas sin vegetación			
	AREA	CN	CN*AREA	CN PROMEDIO
Desierto costero	4431781.965	81	358974339.1	
Agricultura costera y andina	16618370.39	71	1179904298	73.10534437
<b>TOTAL</b>	21050152.35		1538878637	

## Anexo 17. MODELAMIENTO HIDROLÓGICO CON EL SOFTWARE HEC-HMS 4.12

### Anexo 17.1.

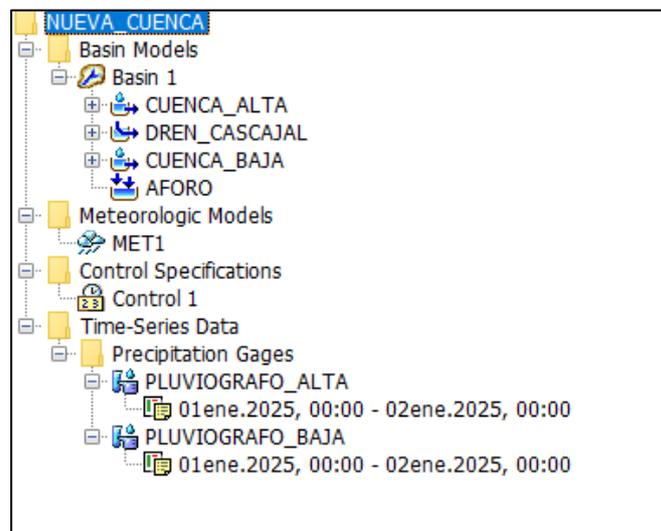
*Vista general del modelado hidrológico en el programa HEC-HMS*



*Fuente:* Elaboración propia en el programa HEC-HMS 4.12

### Anexo 17.2.

*Componentes necesarios para el modelo hidrológico HEC HMS*



*Fuente:* Elaboración propia en el programa HEC-HMS 4.12

**Anexo 17.3.**

*Procedimiento para insertar datos de la sub Cuenca Cascajal*

*Area (KM2)	152
Latitude Degrees:	
Latitude Minutes:	
Latitude Seconds:	
Longitude Degrees:	
Longitude Minutes:	
Longitude Seconds:	
Discretization Method:	--None--
Canopy Method:	--None--
Snow Method:	--None--
Surface Method:	--None--
Loss Method:	SCS Curve Number
Transform Method:	Snyder Unit Hydrograph

**Fuente:** Elaboración propia en el programa HEC-HMS 4.12

**Anexo 17.4.**

*Datos del método de pérdida SCS Curva número y el diagrama unitario de Snyder*

**Basin Name:** Basin 1  
**Element Name:** CUENCA\_ALTA  
 Initial Abstraction (MM): 14.2702  
 \*Curve Number: 78.0695  
 \*Impervious (%): 0.0

**Basin Name:** Basin 1  
**Element Name:** CUENCA\_ALTA  
 Method: Standard  
 \*Standard Lag (HR): 2.154  
 \*Peaking Coefficient: 0.7

**Anexo 17.5.**

*Datos para el canal que transporta las precipitaciones de la cuenca alta*

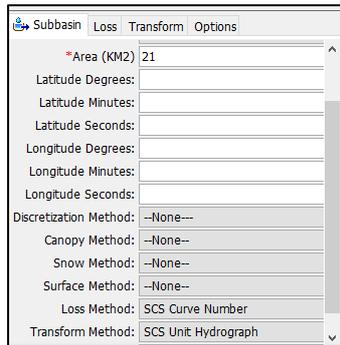
**Basin Name:** Basin 1  
**Element Name:** DREN\_CASCAJAL  
 Description:  
 Downstream: AFORO  
 Routing Method: Muskingum  
 Loss/Gain Method: --None--

**Basin Name:** Basin 1  
**Element Name:** DREN\_CASCAJAL  
 Initial Type: Discharge = Inflow  
 \*Muskingum K (HR): 1.2  
 \*Muskingum X: 0.2  
 Subreaches: 1

**Fuente:** Elaboración propia en el programa HEC-HMS 4.12

**Anexo 17.6.**

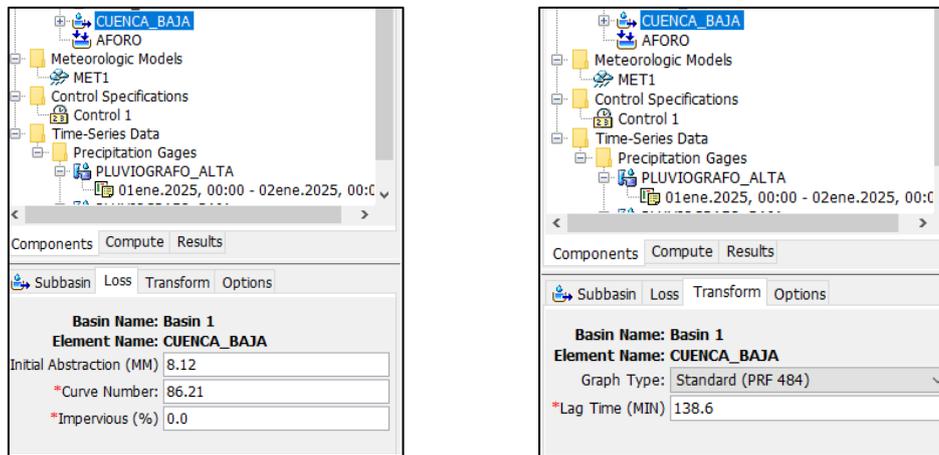
*Procedimiento para insertar datos de la sub Cuenca Tambo Real*



**Fuente:** Elaboración propia en el programa HEC-HMS 4.12

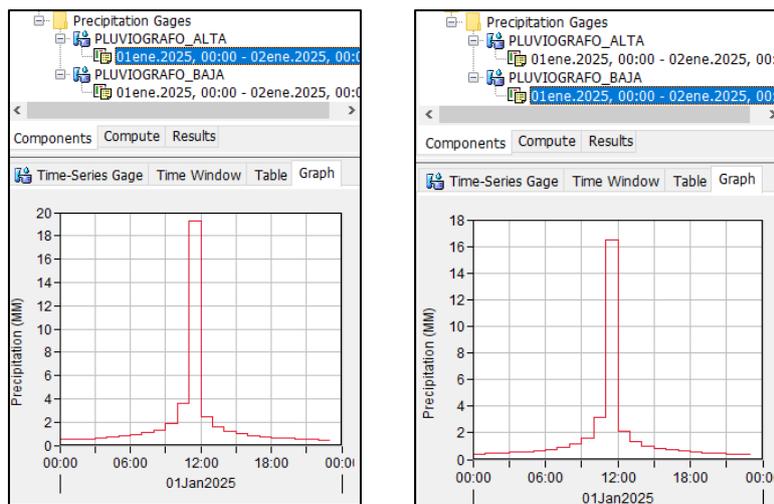
**Anexo 17.7.**

*Datos del método de pérdida SCS Curva número y SCS diagrama unitario para resultados*



**Anexo 17.8.**

*Hietograma de precipitación*

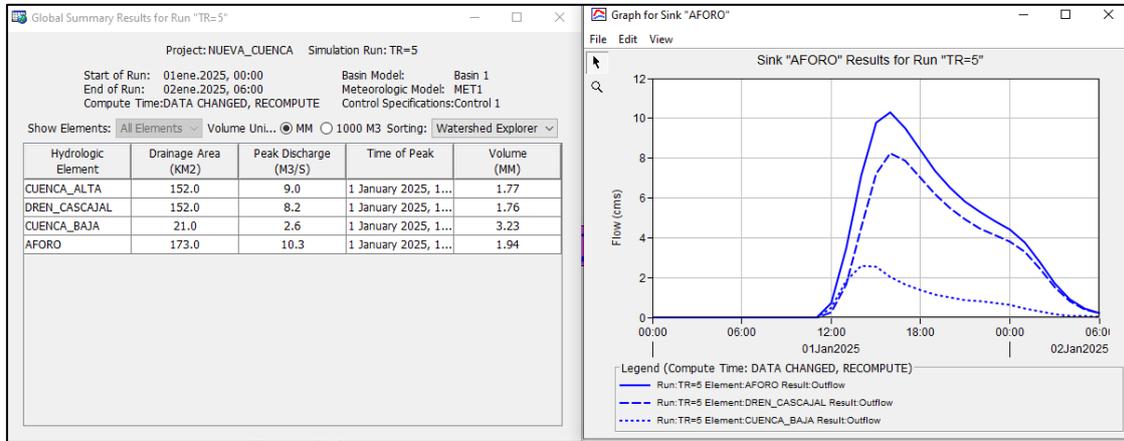


**Fuente:** Elaboración propia en el programa HEC-HMS 4.12

## Anexo 18. RESULTADOS DE CAUDALES MÁXIMOS Y DIAGRAMA UNITARIO

### Anexo 18.1.

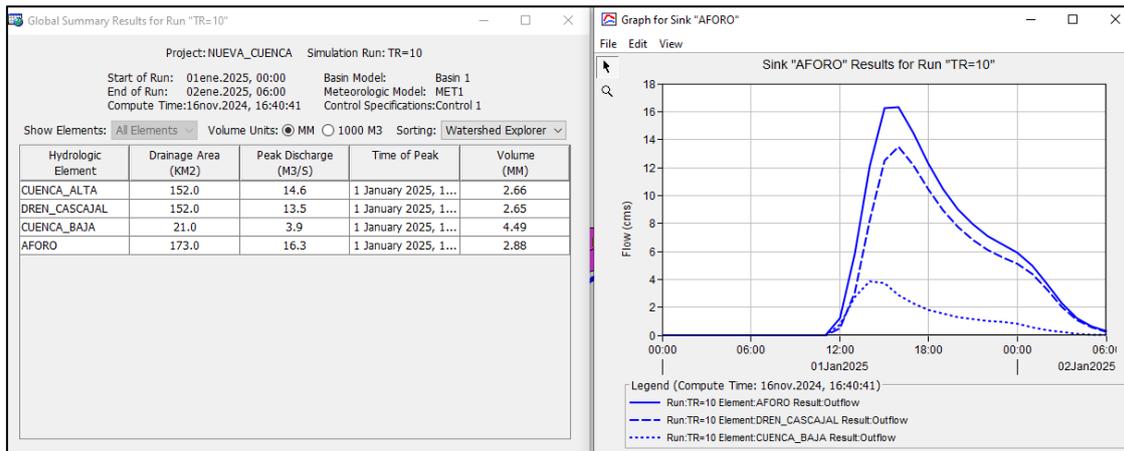
Resultados para Tr = 5 años



*Fuente:* Elaboración propia en el programa HEC-HMS 4.12

### Anexo 18.2.

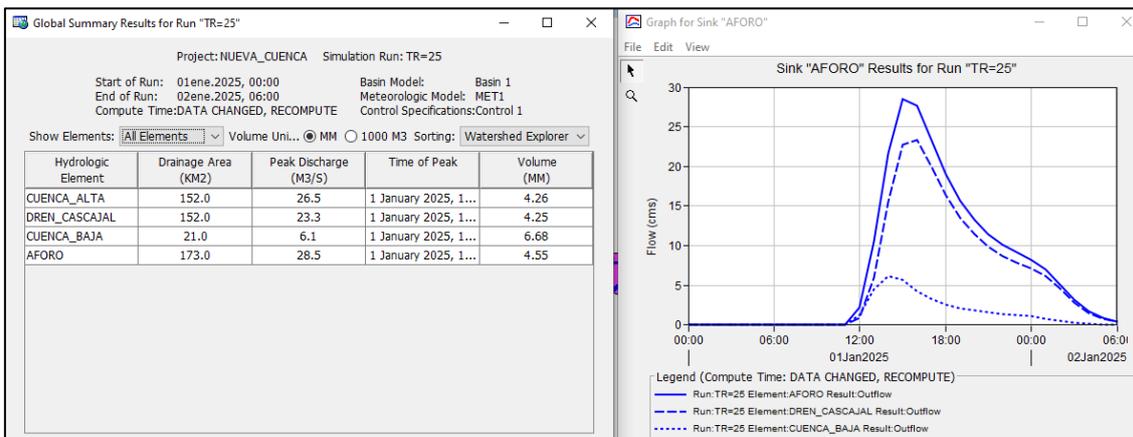
Resultados para Tr = 10 años



*Fuente:* Elaboración propia en el programa HEC-HMS 4.12

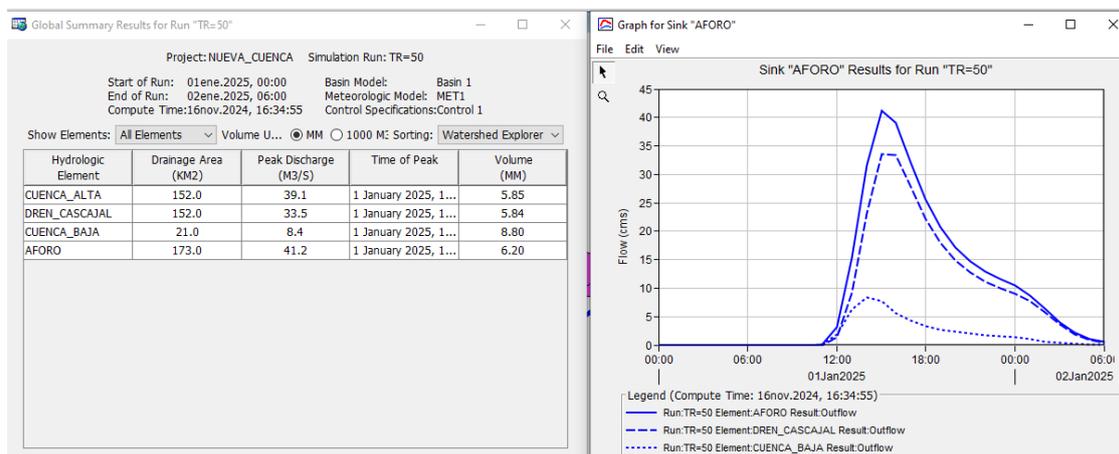
### Anexo 18.3.

Resultados para  $Tr = 25$  años



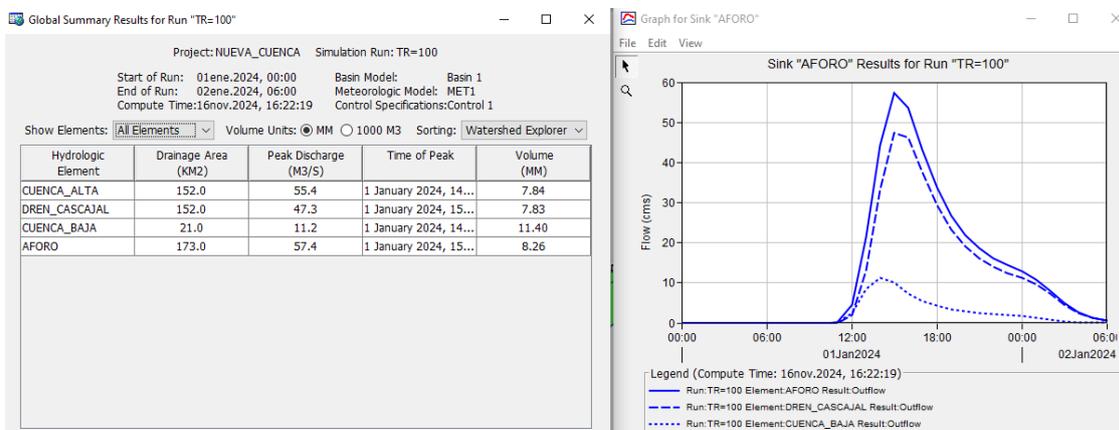
### Anexo 18.4.

Resultados para  $Tr = 50$  años



### Anexo 18.5.

Resultados para  $Tr = 100$  años

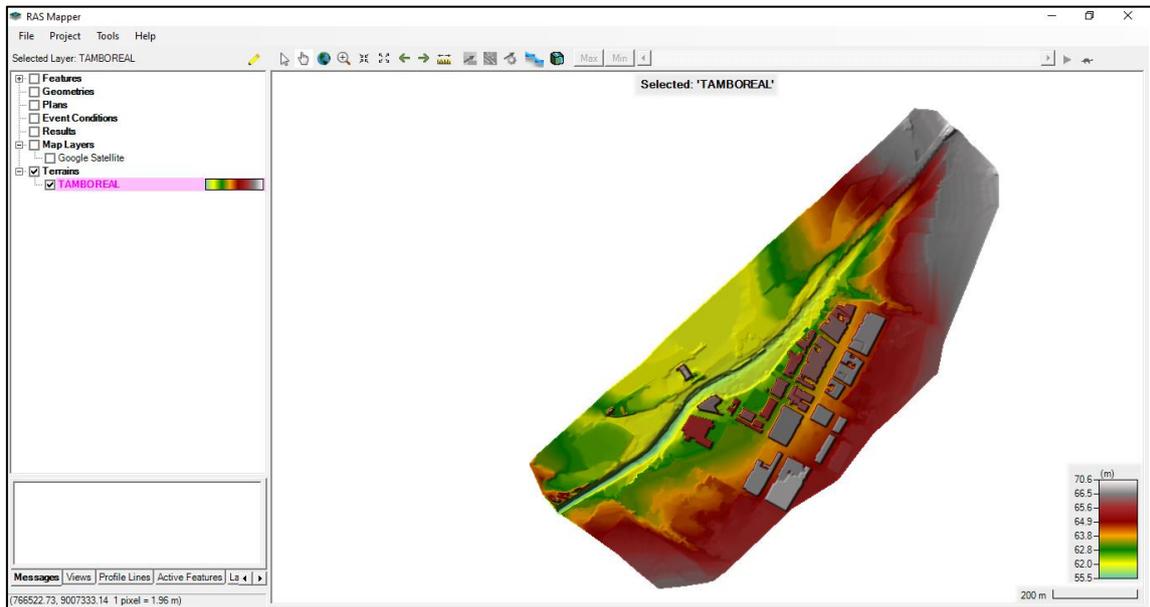


Fuente: Elaboración propia en el programa HEC-HMS 4.12

## Anexo 19. MODELAMIENTO HIDRÁULICO

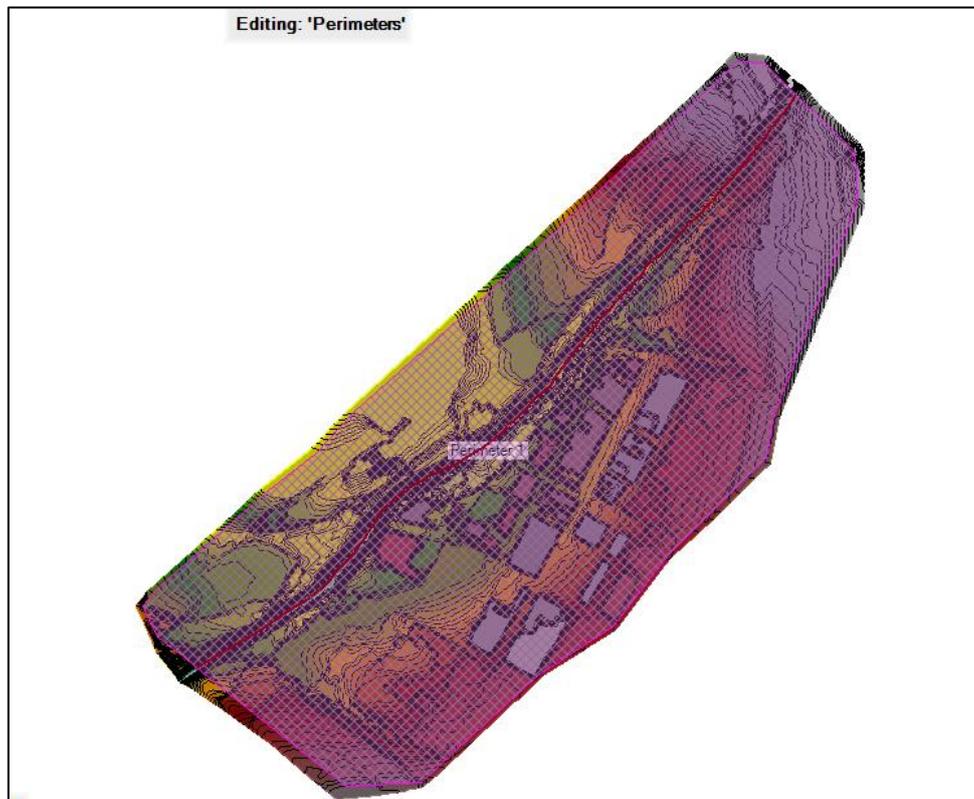
### Anexo 19.1.

Vista general del terreno de tambo real listo para el modelamiento hidráulico



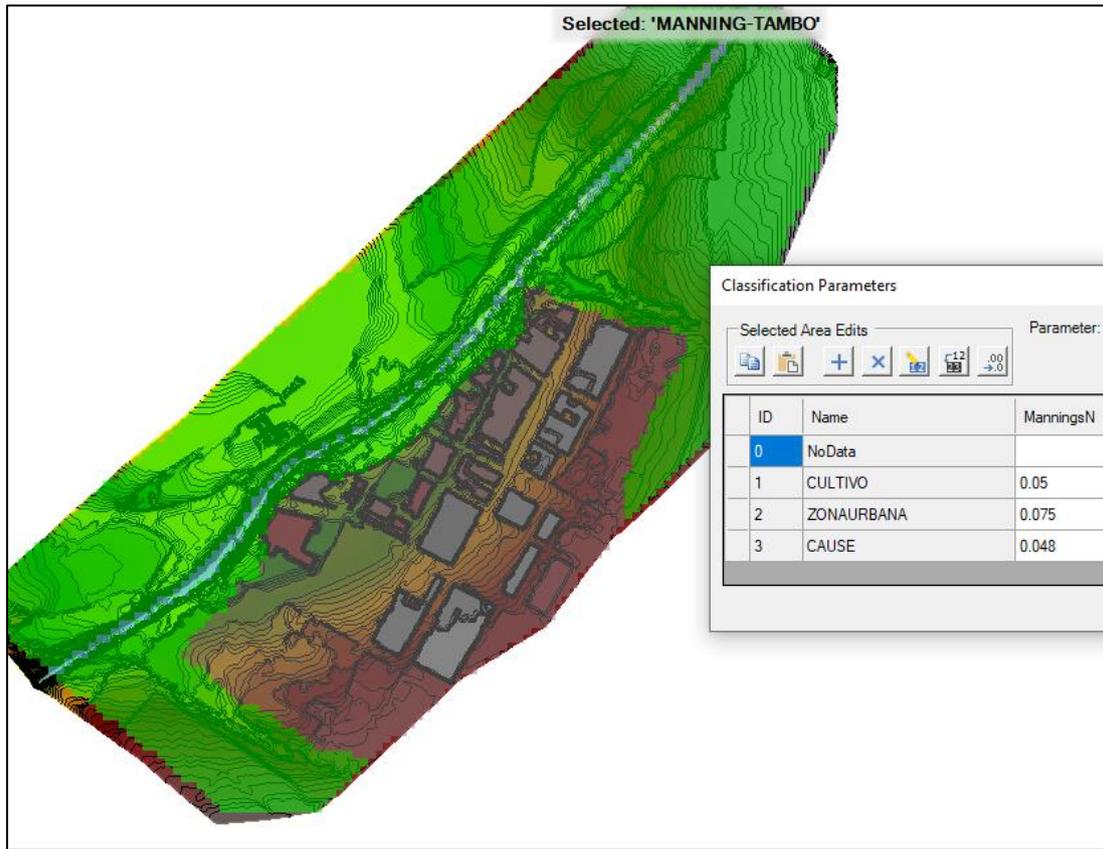
**Fuente:** Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

Creación de polígono perimetral con una malla de 5m x 5m



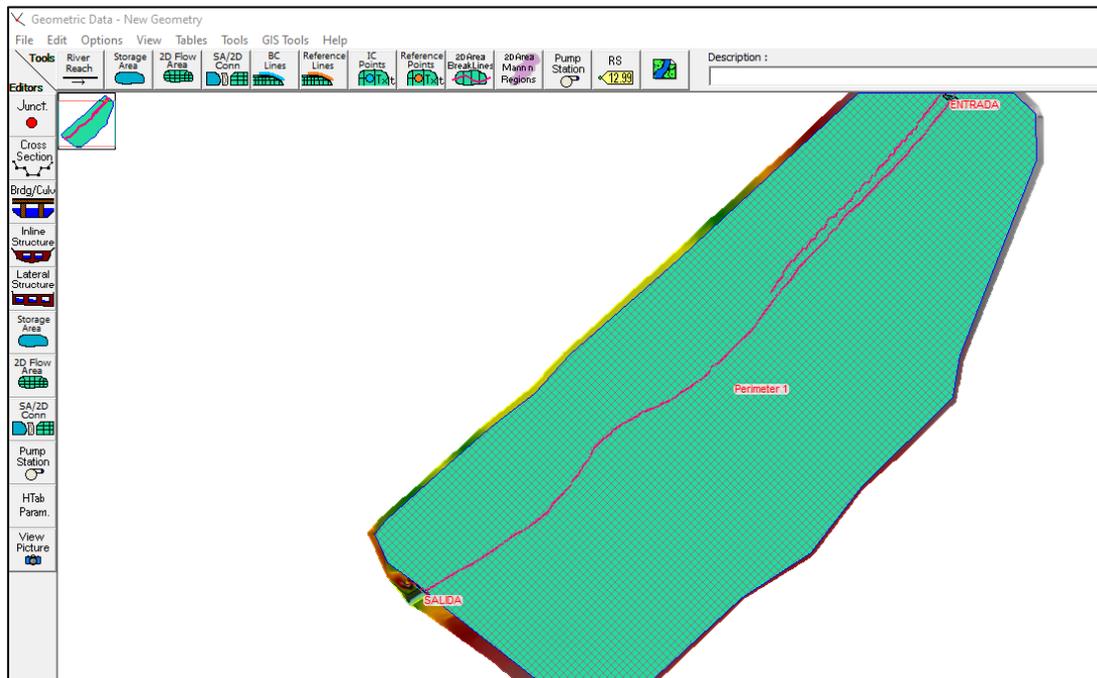
**Fuente:** Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

Asignación del coeficiente de Manning a cada sector del terreno



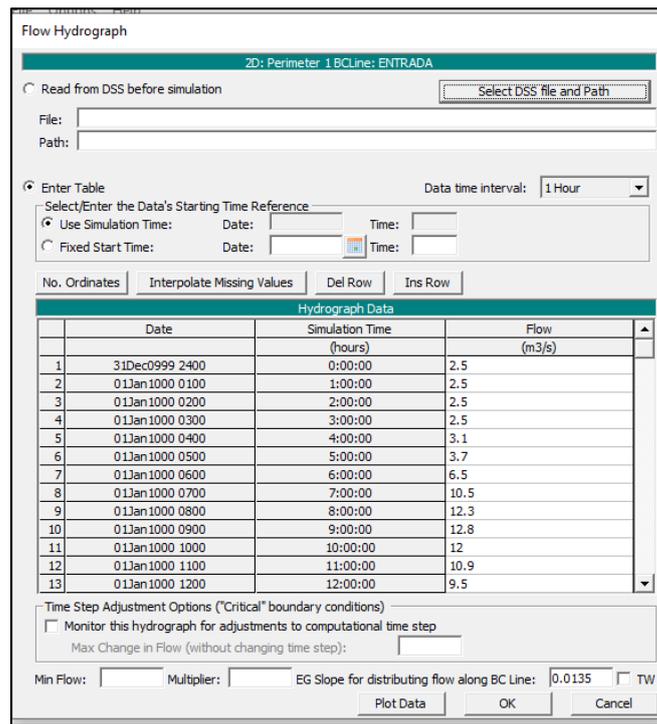
Fuente: Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

Asociación de la geometría en Geometric Data



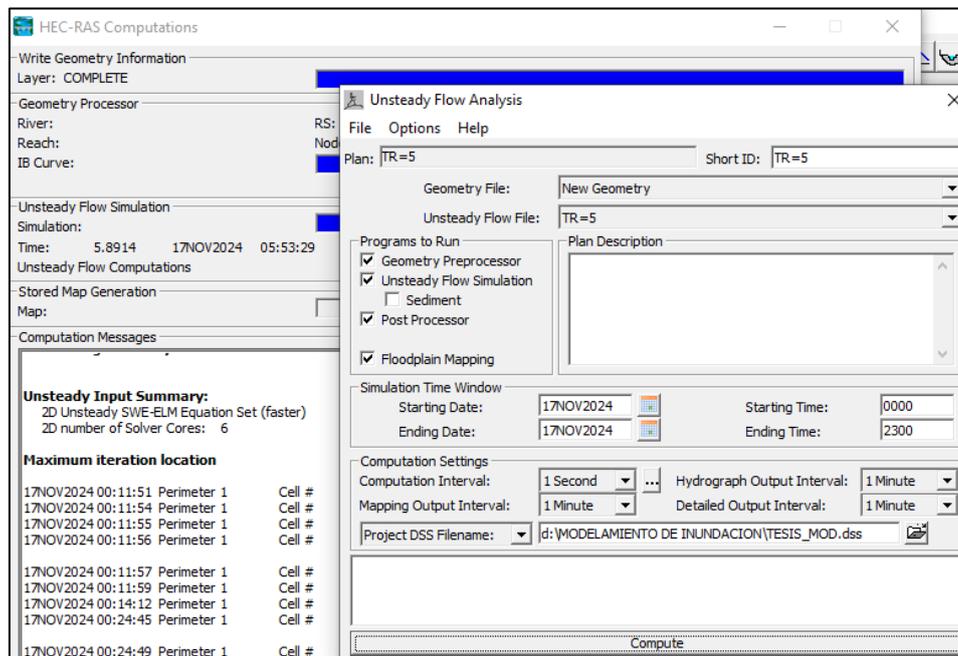
Fuente: Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

asignación de caudales según los hidrogramas que se obtuvieron con el programa HEC-HMS



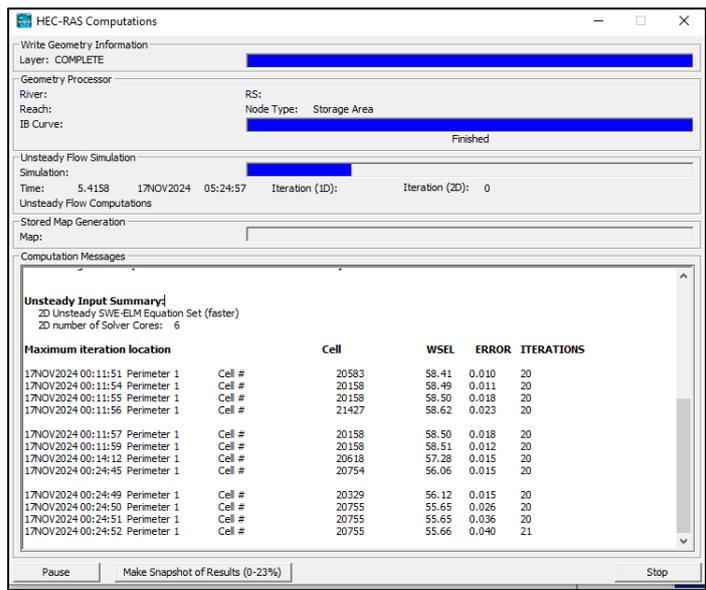
Fuente: Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

Programación de monitoreo hidráulico para la obtención de resultados



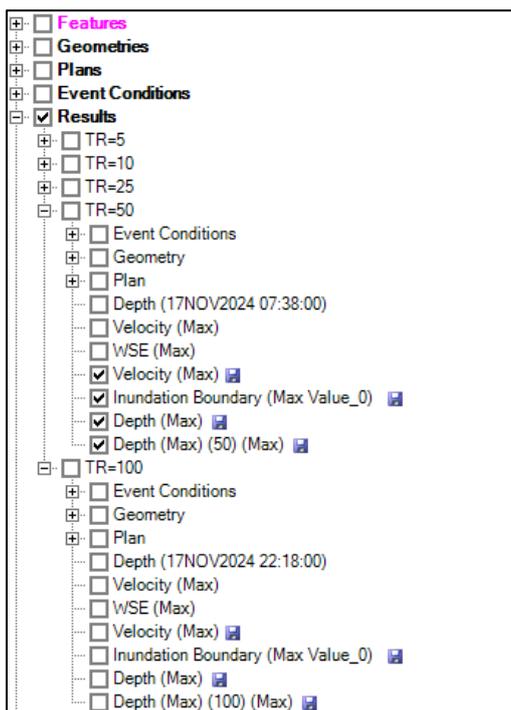
Fuente: Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

### Simulación hidráulica de la quebrada cascajal



Fuente: Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

Se muestran los resultados obtenidos para cada periodo de retorno

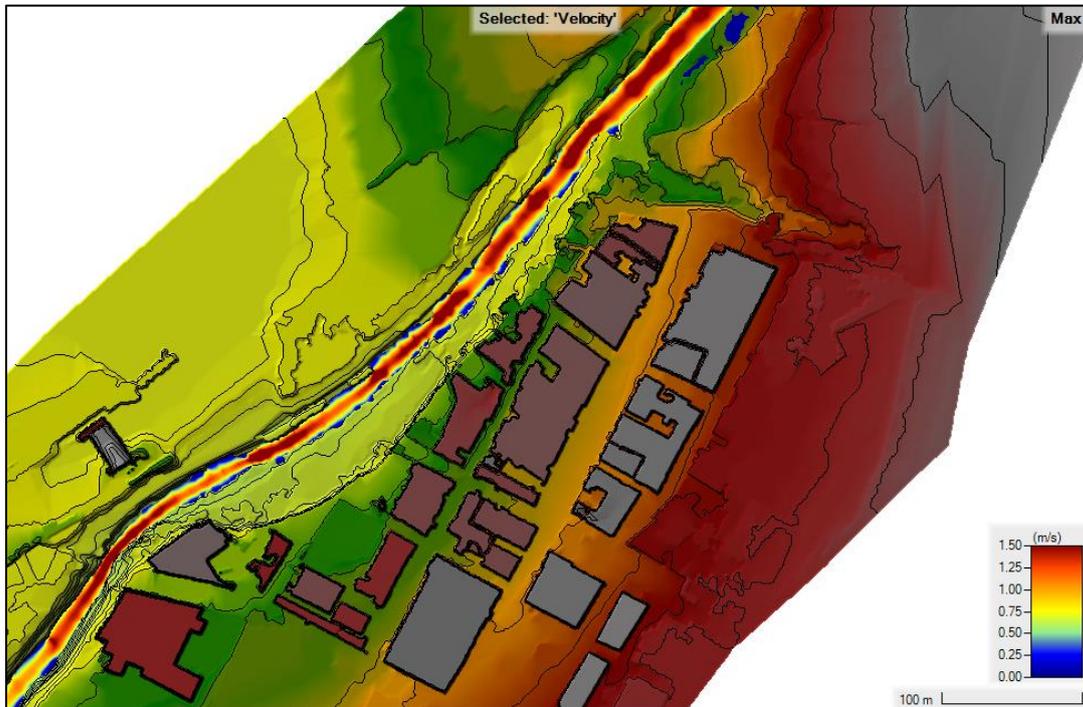


Fuente: Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

## Anexo 20. MODELAMIENTO HIDRÁULICO – RESULTADOS DE VELOCIDAD

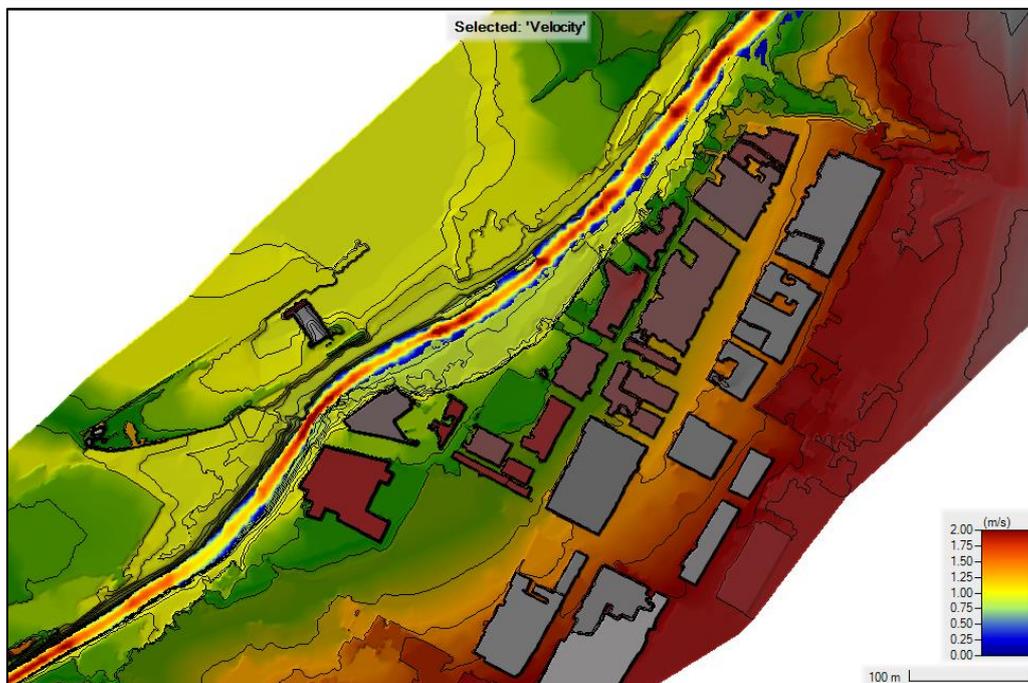
### Anexo 20.1.

Tiempo de retorno = 5 años



### Anexo 20.2.

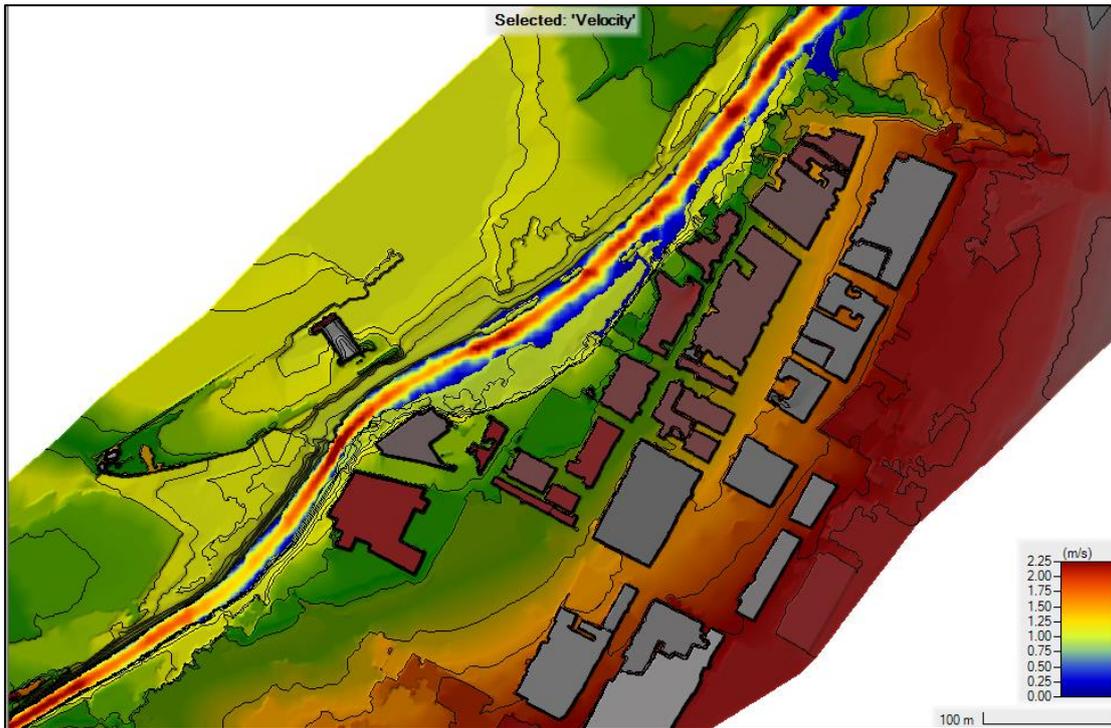
Tiempo de retorno = 10 años



**Fuente:** Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

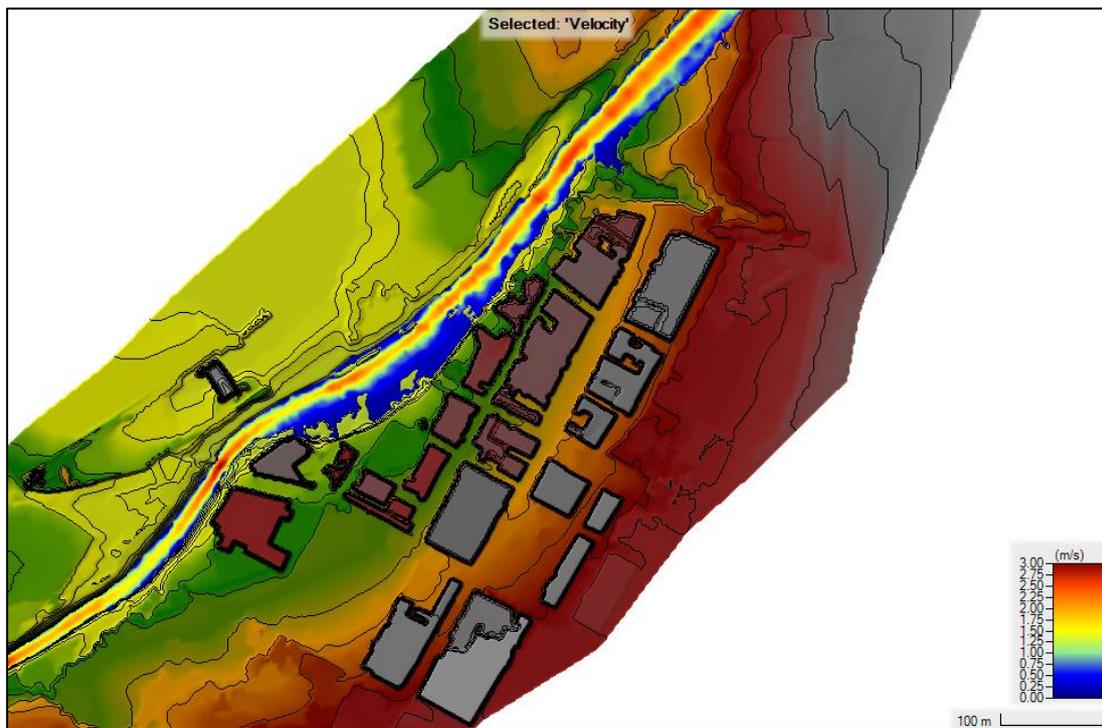
**Anexo 20.3.**

*Tiempo de retorno = 25 años*



**Anexo 20.4.**

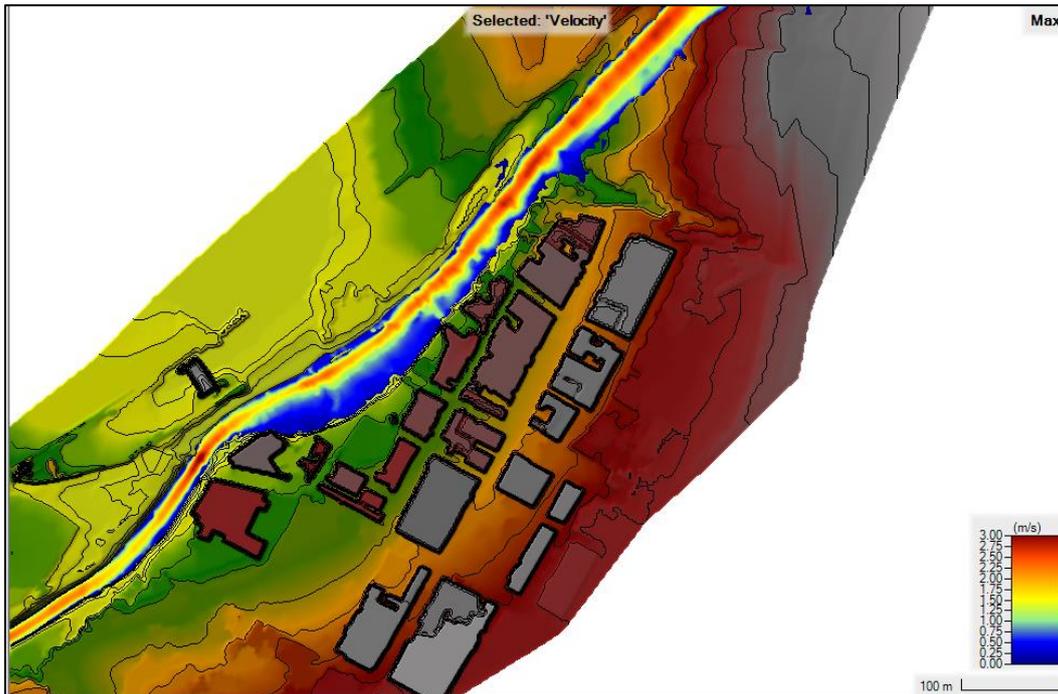
*Tiempo de retorno = 50 años*



**Fuente:** Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

**Anexo 20.5.**

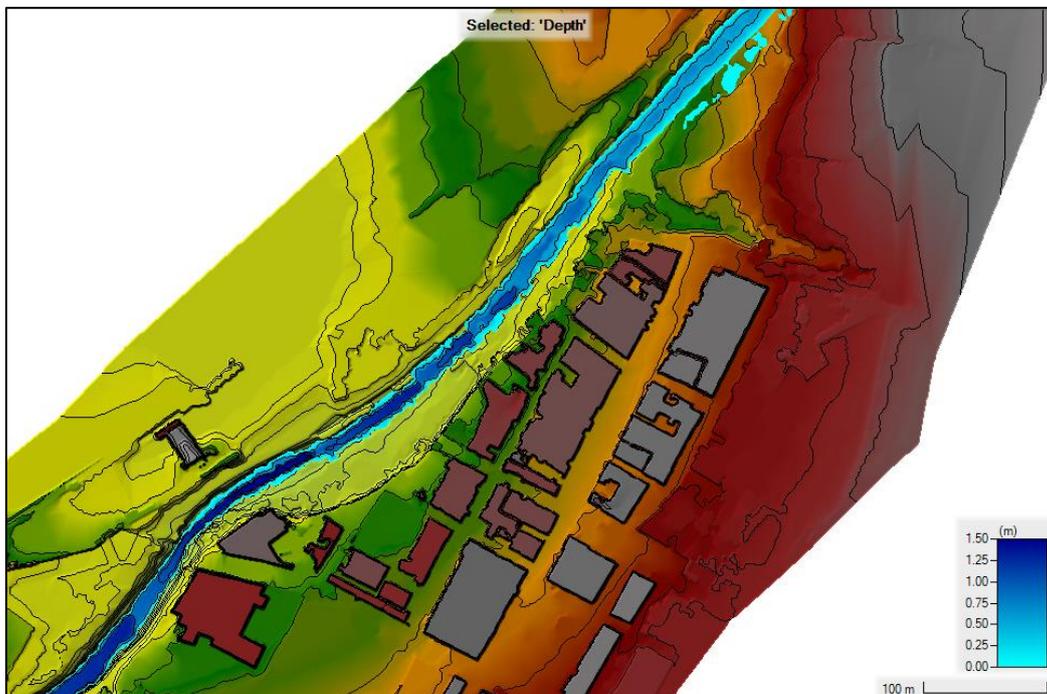
*Tiempo de retorno = 100 años*



**Anexo 21. MODELAMIENTO HIDRÁULICO – RESULTADOS DE TIRANTE**

**Anexo 21.1.**

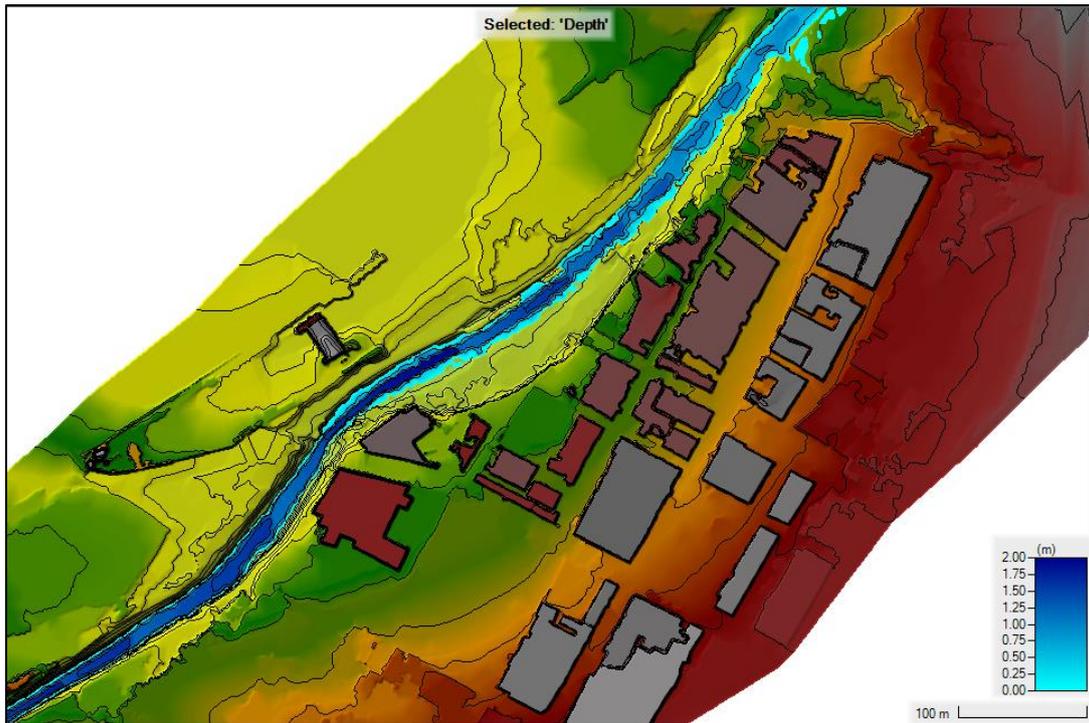
*Tiempo de retorno = 5 años*



*Fuente:* Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

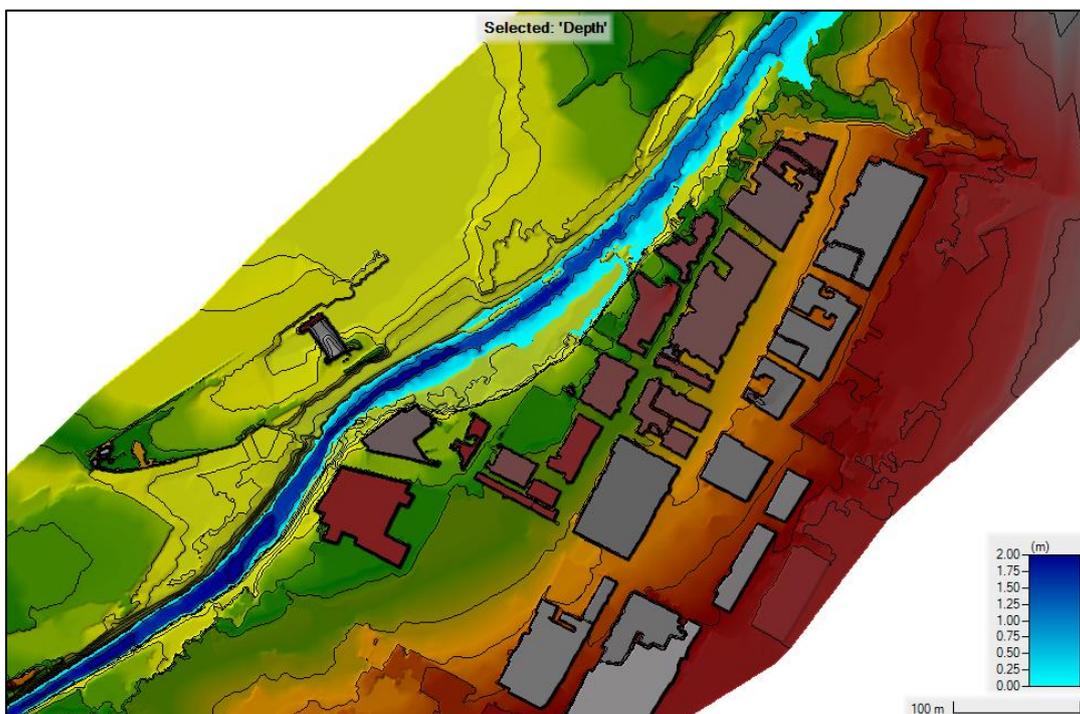
**Anexo 21.2.**

*Tiempo de retorno = 10 años*



**Anexo 21.3.**

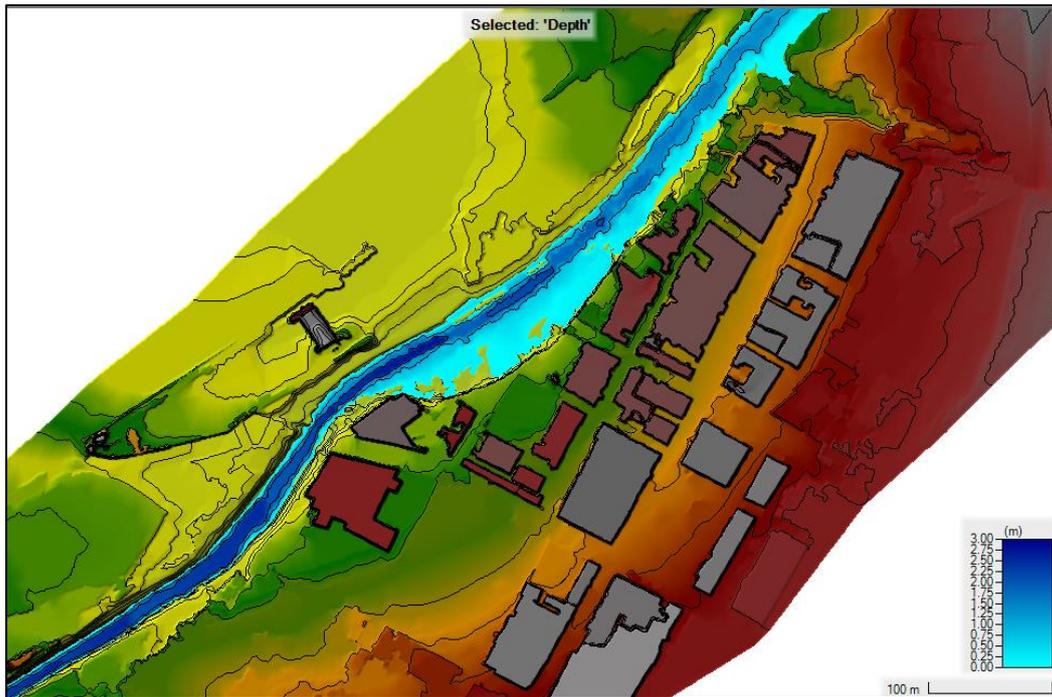
*Tiempo de retorno = 25 años*



**Fuente:** Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

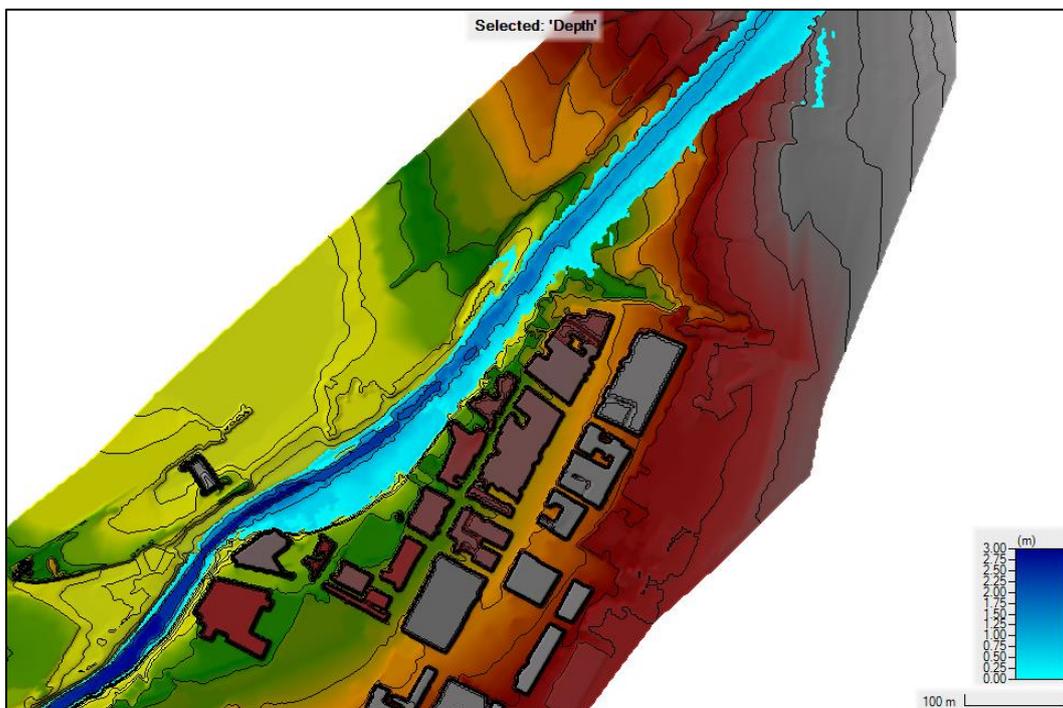
**Anexo 21.4.**

*Tiempo de retorno = 50 años*



**Anexo 21.5.**

*Tiempo de retorno = 100 años*

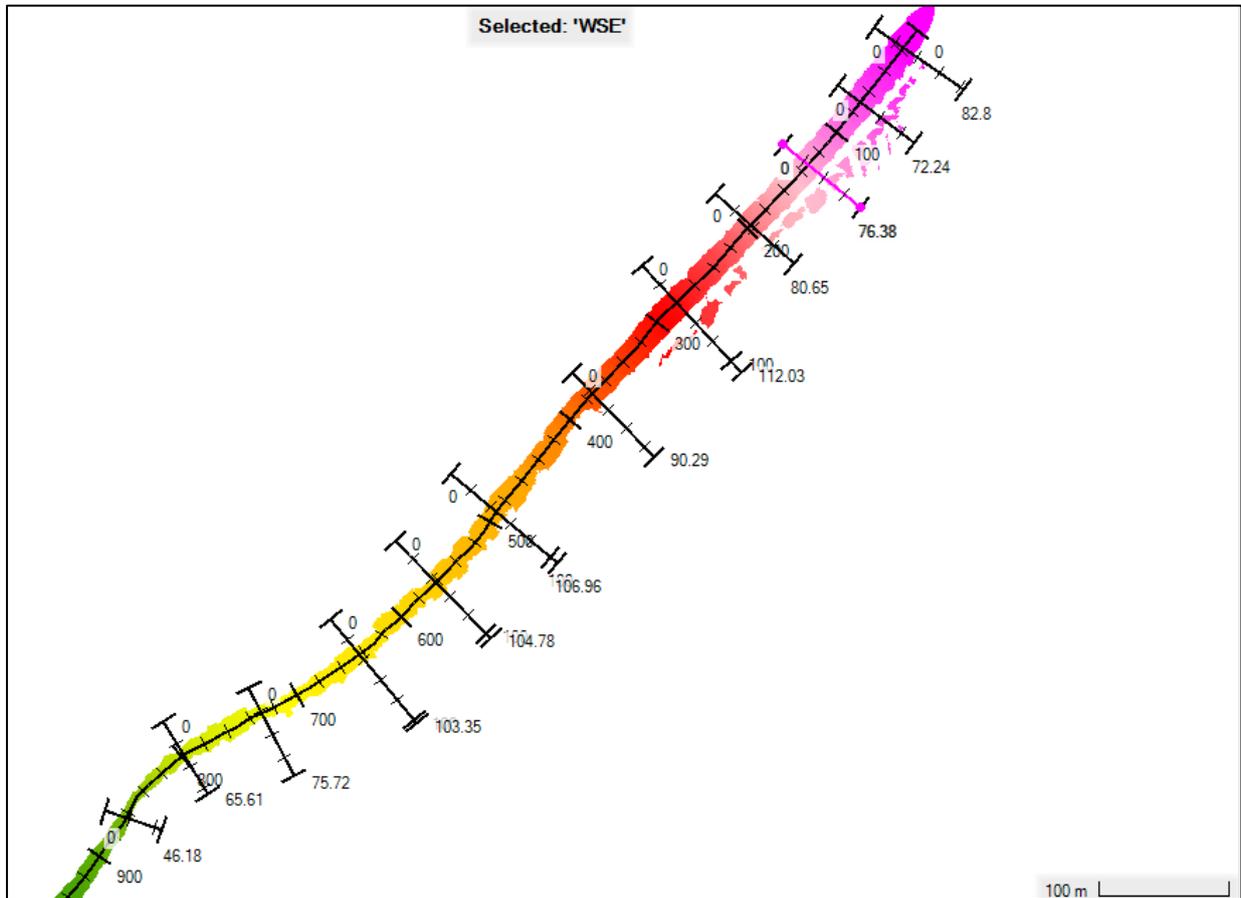


*Fuente:* Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

## Anexo 22. PERFIL LONGITUDINAL – QUEBRADA CASCAJAL

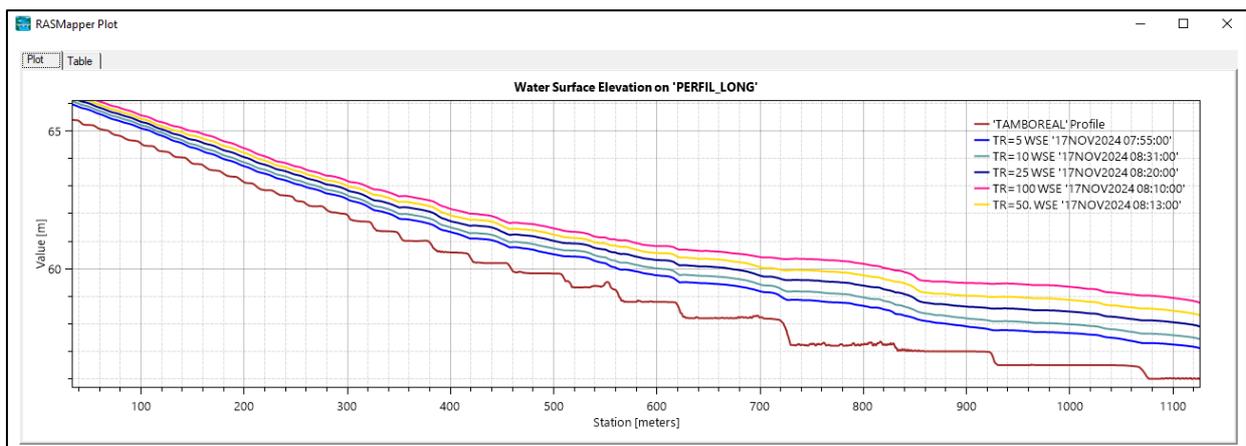
### Anexo 22.1.

Esquema de secciones transversales y longitudinales.



### Anexo 22.2.

Perfil longitudinal

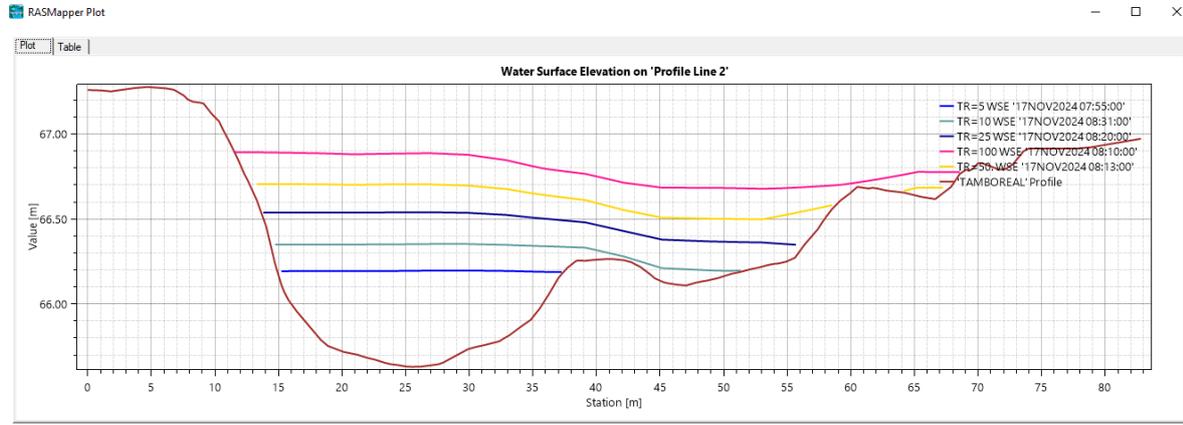


**Fuente:** Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

## Anexo 23. SECCIÓN TRANSVERSAL

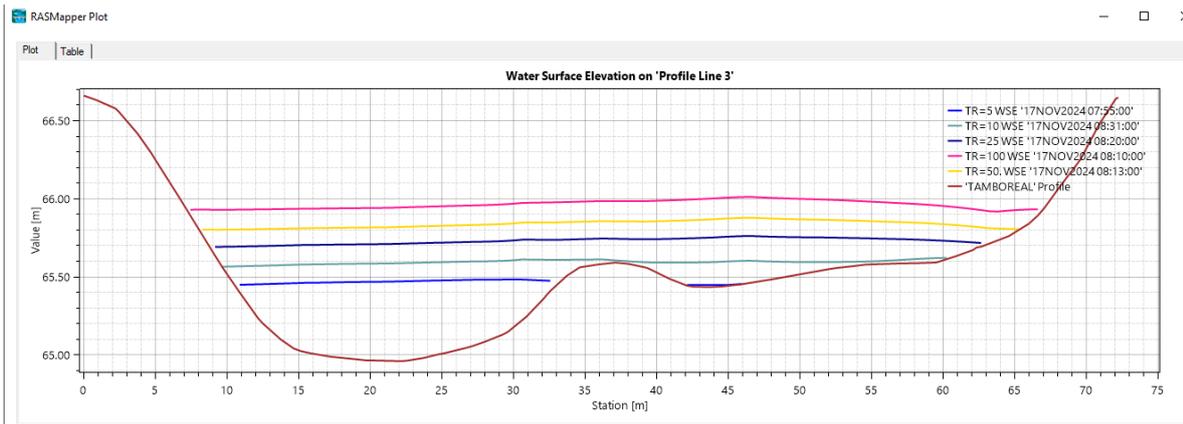
### Anexo 23.1.

Progresiva +020m



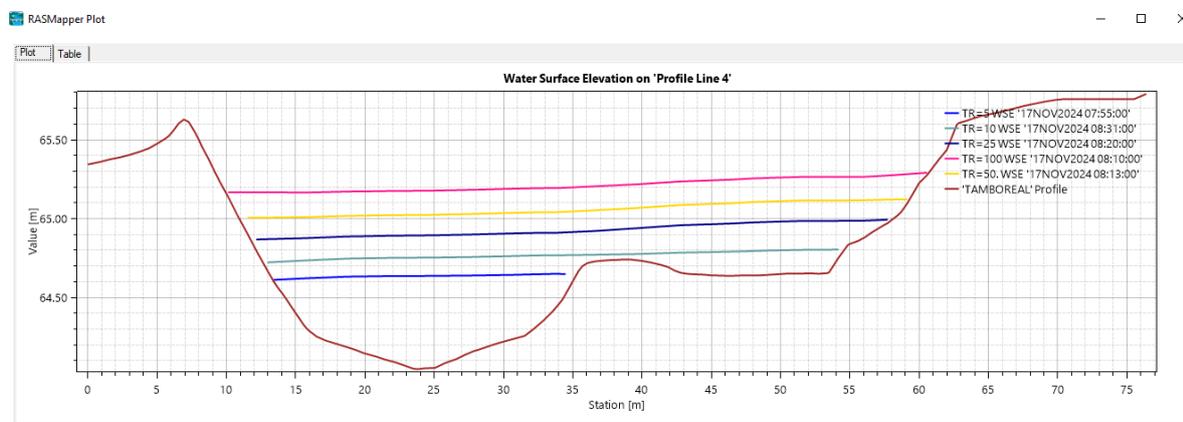
### Anexo 23.2.

Progresiva +070m



### Anexo 23.3.

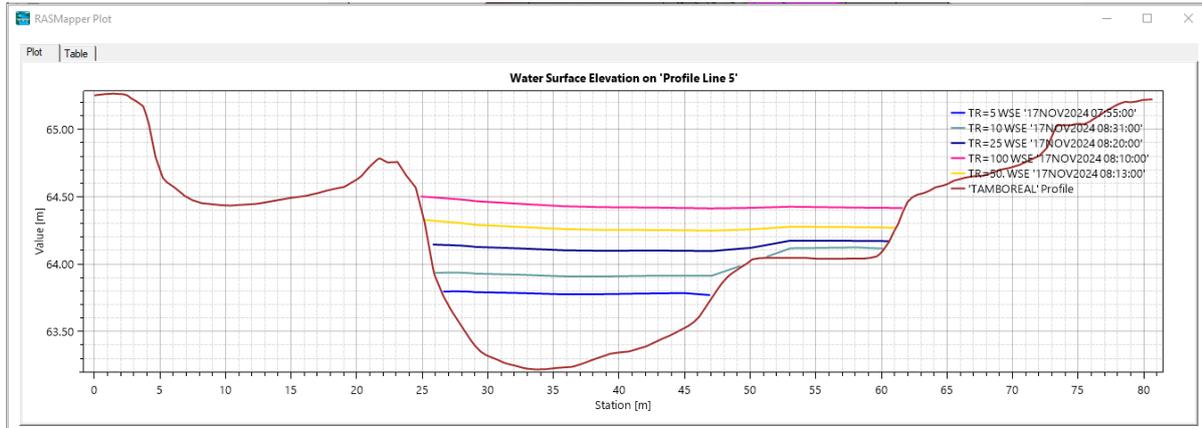
Progresiva +135m



Fuente: Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

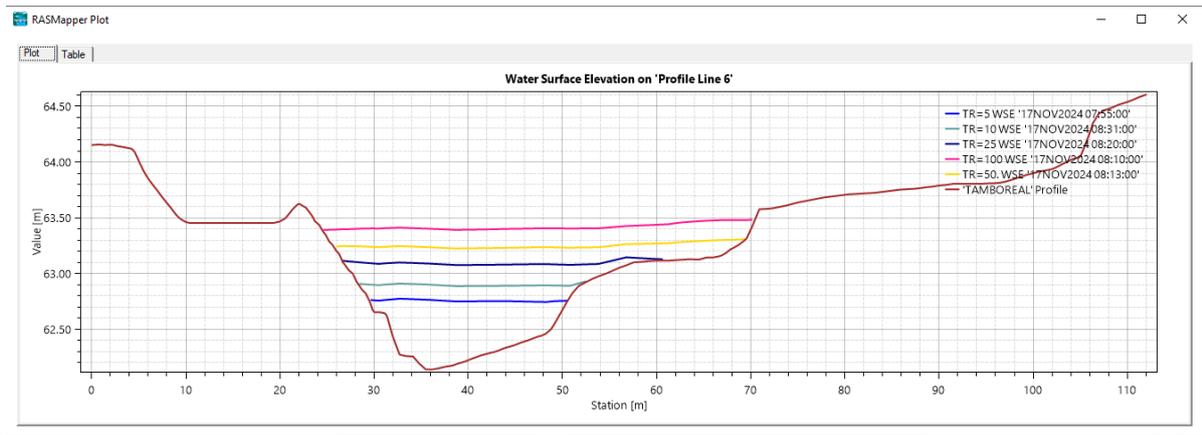
**Anexo 23.4.**

*Progresiva +195m*



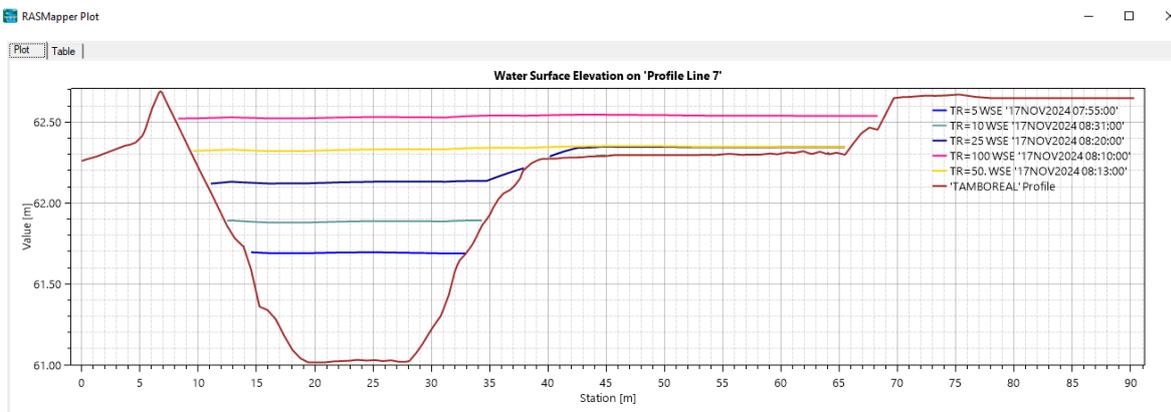
**Anexo 23.5.**

*Progresiva +280m*



**Anexo 23.6.**

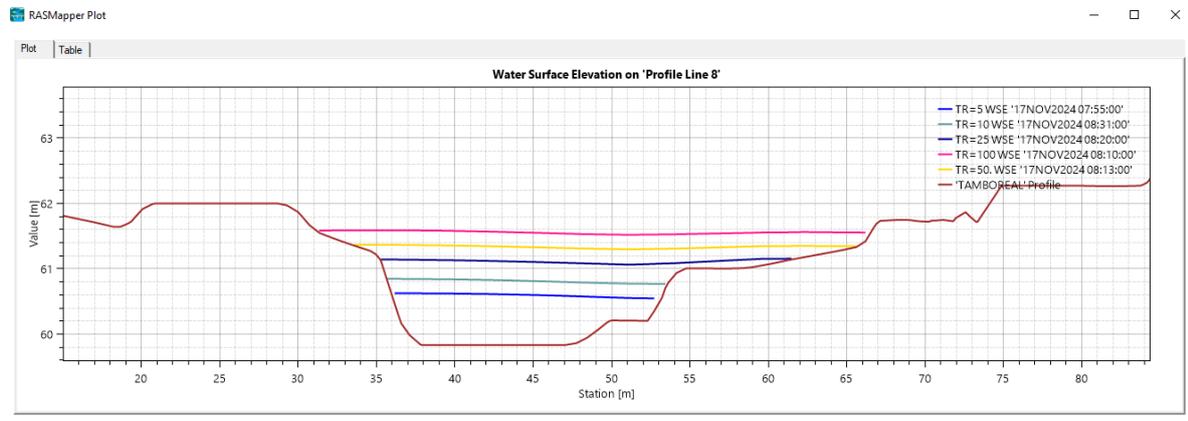
*Progresiva +375m*



**Fuente:** Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

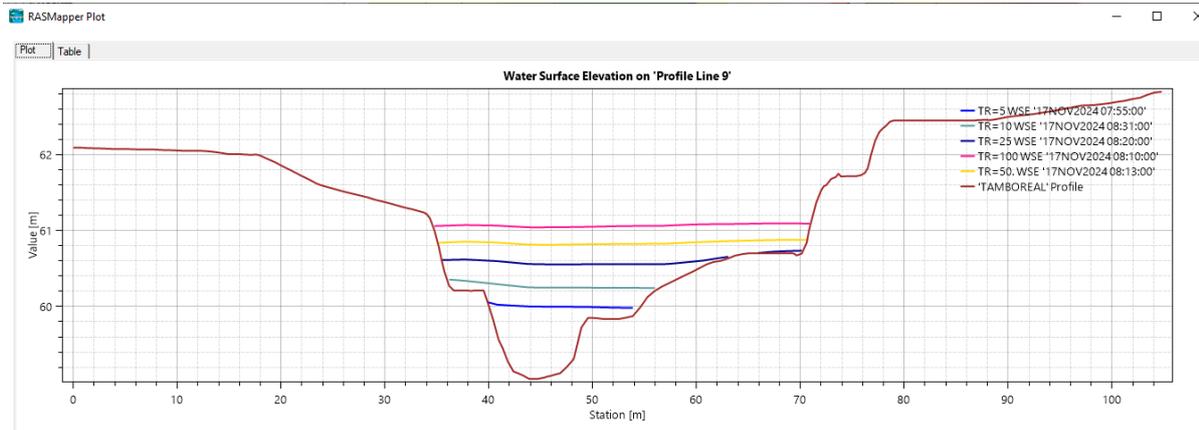
**Anexo 23.7.**

*Progresiva +480m*



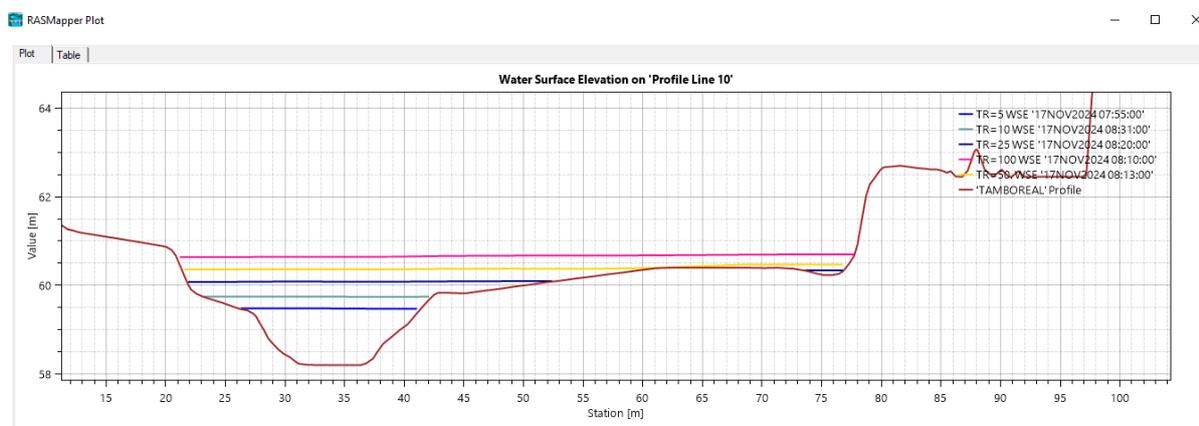
**Anexo 23.8.**

*Progresiva +565m*



**Anexo 23.9.**

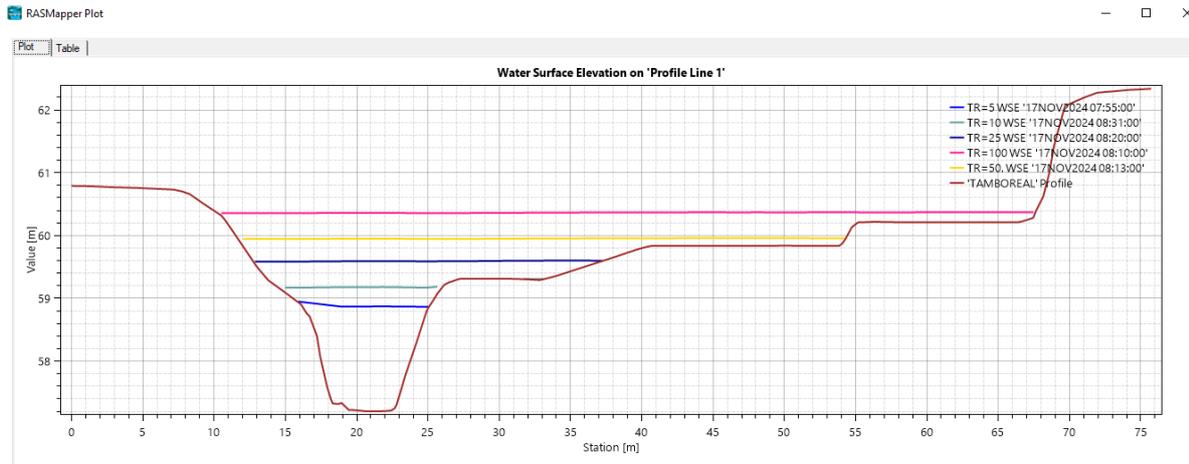
*Progresiva +640m*



**Fuente:** Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

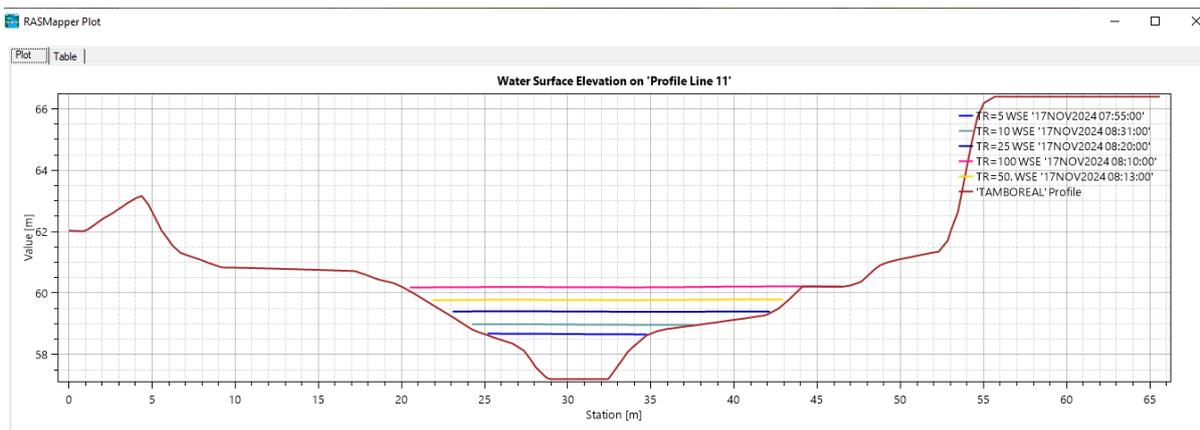
**Anexo 23.10.**

*Progresiva +730m*



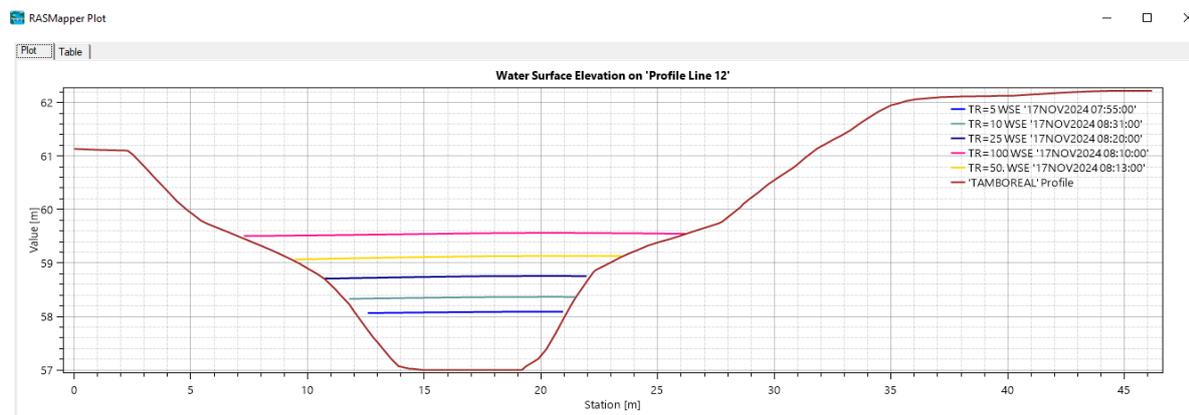
**Anexo 23.11.**

*Progresiva +798m*



**Anexo 23.12.**

*Progresiva +865m*



**Fuente:** Elaboración propia en el programa HEC-RAS 6.5

**Anexo 24. FORMATO DE ENCUESTA**



“Evaluación del riesgo y vulnerabilidad ante un posible desborde de la Quebrada Cascajal en el sector Tambo Real, Ancash-2024”

---

**“Evaluación del riesgo y vulnerabilidad ante un posible desborde de la Quebrada Cascajal en el sector Tambo Real, Ancash-2024”**

**UBICACIÓN DE VIVIENDA:**

**MANZANA** \_\_\_\_\_ **Nº DE LOTE** \_\_\_\_\_ **CENTRO POBLADO:** Tambo Real  
**DISTRITO:** Chimbote **PROVINCIA:** Santa **DEPARTAMENTO:** Ancash

<p style="text-align: center;"><b>1. Grupo etario</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">De 0 a 5 años y mayor a 65 años</td><td style="width: 50px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">De 5 a 12 años y de 60 a 65 años</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">De 12 a 15 años y de 50 a 60 años</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">De 15 a 30 años</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">De 30 a 50 años</td><td></td></tr> </table>	De 0 a 5 años y mayor a 65 años		De 5 a 12 años y de 60 a 65 años		De 12 a 15 años y de 50 a 60 años		De 15 a 30 años		De 30 a 50 años		<p style="text-align: center;"><b>6. Antigüedad de la construcción de la edificación</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">De 40 a 50 años</td><td style="width: 50px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">De 30 a 40 años</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">De 20 a 30 años</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">De 10 a 20 años</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">De 5 a 10 años</td><td></td></tr> </table>	De 40 a 50 años		De 30 a 40 años		De 20 a 30 años		De 10 a 20 años		De 5 a 10 años	
De 0 a 5 años y mayor a 65 años																					
De 5 a 12 años y de 60 a 65 años																					
De 12 a 15 años y de 50 a 60 años																					
De 15 a 30 años																					
De 30 a 50 años																					
De 40 a 50 años																					
De 30 a 40 años																					
De 20 a 30 años																					
De 10 a 20 años																					
De 5 a 10 años																					
<p style="text-align: center;"><b>2. Material de construcción de las edificaciones</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Estera / Cartón</td><td style="width: 50px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Madera</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Quincha (Caña con Barro)</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Adobe o Tapia</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Ladrillo o bloque de cemento</td><td></td></tr> </table>	Estera / Cartón		Madera		Quincha (Caña con Barro)		Adobe o Tapia		Ladrillo o bloque de cemento		<p style="text-align: center;"><b>7. Estado de conservación de las edificaciones</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">MUY MALO</td><td style="width: 50px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">MALO</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">REGULAR</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">BUENO</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">MUY BUENO</td><td></td></tr> </table>	MUY MALO		MALO		REGULAR		BUENO		MUY BUENO	
Estera / Cartón																					
Madera																					
Quincha (Caña con Barro)																					
Adobe o Tapia																					
Ladrillo o bloque de cemento																					
MUY MALO																					
MALO																					
REGULAR																					
BUENO																					
MUY BUENO																					
<p style="text-align: center;"><b>3. Actitud frente al riesgo</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población</td><td style="width: 50px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Actitud escasamente previsoras de la mayoría de la población.</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Actitud parcialmente previsoras de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir el riesgo.</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Actitud previsoras de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo.</td><td></td></tr> </table>	Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población		Actitud escasamente previsoras de la mayoría de la población.		Actitud parcialmente previsoras de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir el riesgo.		Actitud previsoras de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo.		<p style="text-align: center;"><b>8. Capacitación en temas de gestión del riesgo</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">No cuentan ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión del riesgo.</td><td style="width: 50px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Escasamente capacitados en temas concernientes a Gestión de Riesgos.</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgos.</td><td></td></tr> </table>	No cuentan ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión del riesgo.		Escasamente capacitados en temas concernientes a Gestión de Riesgos.		Se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgos.							
Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población																					
Actitud escasamente previsoras de la mayoría de la población.																					
Actitud parcialmente previsoras de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir el riesgo.																					
Actitud previsoras de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo.																					
No cuentan ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión del riesgo.																					
Escasamente capacitados en temas concernientes a Gestión de Riesgos.																					
Se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgos.																					
<p style="text-align: center;"><b>4. Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiente</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en tema de conservación ambiental.</td><td style="width: 50px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Sólo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conversación ambiental. No cumpliéndolas.</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación, cumpliéndola parcialmente.</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental cumpliéndola mayormente.</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Respetándola y cumpliéndola totalmente.</td><td></td></tr> </table>	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en tema de conservación ambiental.		Sólo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conversación ambiental. No cumpliéndolas.		Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación, cumpliéndola parcialmente.		Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental cumpliéndola mayormente.		Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Respetándola y cumpliéndola totalmente.		<p style="text-align: center;"><b>9. Población económicamente activa desocupada</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Escasa demanda de mano de obra para las actividades económicas.</td><td style="width: 50px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo. Poca demanda de mano de obra para las actividades económicas.</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para las actividades económicas.</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para las actividades económicas.</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Alto acceso y permanencia a un puesto de trabajo.</td><td></td></tr> </table>	Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Escasa demanda de mano de obra para las actividades económicas.		Bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo. Poca demanda de mano de obra para las actividades económicas.		Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para las actividades económicas.		Acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para las actividades económicas.		Alto acceso y permanencia a un puesto de trabajo.	
Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en tema de conservación ambiental.																					
Sólo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conversación ambiental. No cumpliéndolas.																					
Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación, cumpliéndola parcialmente.																					
Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental cumpliéndola mayormente.																					
Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Respetándola y cumpliéndola totalmente.																					
Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Escasa demanda de mano de obra para las actividades económicas.																					
Bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo. Poca demanda de mano de obra para las actividades económicas.																					
Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para las actividades económicas.																					
Acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para las actividades económicas.																					
Alto acceso y permanencia a un puesto de trabajo.																					
<p style="text-align: center;"><b>5. Ingreso familiar promedio mensual (nuevos soles)</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">&gt; 3000</td><td style="width: 50px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">&gt; 1200 ≤ 3000</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">&gt; 264 ≤ 1200</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">&gt; 149 ≤ 264</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">≤ 149</td><td></td></tr> </table>	> 3000		> 1200 ≤ 3000		> 264 ≤ 1200		> 149 ≤ 264		≤ 149		<p style="text-align: center;"><b>10. Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="text-align: center;">Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.</td><td style="width: 50px;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Existe un regular conocimiento de la población, sobre las causas y consecuencias de los desastres.</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres.</td><td></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">Toda la población tiene conocimiento, sobre las causas y consecuencias de los desastres.</td><td></td></tr> </table>	Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.		Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.		Existe un regular conocimiento de la población, sobre las causas y consecuencias de los desastres.		La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres.		Toda la población tiene conocimiento, sobre las causas y consecuencias de los desastres.	
> 3000																					
> 1200 ≤ 3000																					
> 264 ≤ 1200																					
> 149 ≤ 264																					
≤ 149																					
Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.																					
Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.																					
Existe un regular conocimiento de la población, sobre las causas y consecuencias de los desastres.																					
La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres.																					
Toda la población tiene conocimiento, sobre las causas y consecuencias de los desastres.																					

11. Configuración de elevación de las edificaciones	
1	
2	
3	
4	
5	

12. Periodo de difusión	
No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo para la población local.	
Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población.	
Difusión masiva y poco frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento de un gran sector de la población.	
Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento total de la población.	
Actitud previsor de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo.	

13. Capacitación ambiental	
La totalidad de la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	
La población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	
La población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	
La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	
La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total.	

14. Conocimiento ancestral para explotación sostenible de sus recursos naturales	
La población en su totalidad ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	
Algunos pobladores poseen y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	
Parte de la población posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	
La población mayoritariamente posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	
La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	

## Anexo 25. VALIDACIÓN DE ENCUESTA

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**NOMBRE DEL INSTRUMENTO:**

Encuesta de riesgo y vulnerabilidad en el centro poblado de tambo real. (Encuesta basada en el “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales” de CENEPRED).

**OBJETIVO:** Recolección de información social, económica y ambiental para ser utilizada en la evaluación de riesgo y vulnerabilidad ante un posible desborde de la quebrada cascajal en el centro poblado de Tambo Real.

**DIRIGIDO A:**

Pobladores de Tambo Real

**APELLIDOS Y NOMBRES DEL EVALUADOR:**

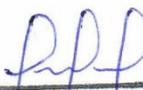
Julca Bermudez Jesús Paulino

**GRADO ACADEMICO DEL EVALUADOR:**

Ing. civil

**VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:**

Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
				X

  
JESÚS PAULINO JULCA BERMUDEZ  
ING. CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros N° 129156

**NOMBRE DE LA TESIS:**

“evaluación del riesgo y vulnerabilidad ante un posible desborde de la Quebrada Cascajal en el sector Tambo Real, Ancash-2024”

**NOMBRE DE INSTRUMENTO**

Encuesta de riesgo y vulnerabilidad en el centro poblado de Tambo Real.

VARIABLE	DIMENSION	ITEMS	CRITERIOS DE EVALUACION							
			Relación Variable dimensión		Relación Variable dimensión indicador		Relación Variable dimensión indicador ítems		Relación Variable dimensión indicador ítems respuesta	
			SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CENTRO POBLADO TAMBO REAL	SOCIAL	1. Grupo etareo	X		X		X		X	
		2. Actitud frente al riesgo	X		X		X		X	
		3. Capacitación en temas de gestión de riesgos	X		X		X		X	
		4. Conocimiento local sobre la ocurrencia pasada de desastres	X		X		X		X	
		5. Configuración de elevación de las edificaciones	X		X		X		X	
		6. Periodo de difusión	X		X		X		X	
	ECONOMICA	7. Material de construcciones la edificación	X		X		X		X	
		8. Estado de conservación de la edificación	X		X		X		X	
		9. Antigüedad de construcción de la edificación	X		X		X		X	
		10. Población económicamente activa desocupada	X		X		X		X	
		11. Ingreso familiar promedio mensual (nuevos soles)	X		X		X		X	
	AMBIENTAL	12. Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental	X		X		X		X	
		13. Capacitación ambiental	X		X		X		X	
		14. Conocimiento ancestral para explotación sostenible de sus recursos naturales	X		X		X		X	

**JESÚS PAULINO JALCA BERMUDEZ**  
 ING. CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros N° 129156

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**NOMBRE DEL INSTRUMENTO:**

Encuesta de riesgo y vulnerabilidad en el centro poblado de tambo real. (Encuesta basada en el “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales” de CENEPRED).

**OBJETIVO:** Recolección de información social, económica y ambiental para ser utilizada en la evaluación de riesgo y vulnerabilidad ante un posible desborde de la quebrada cascajal en el centro poblado de Tambo Real.

**DIRIGIDO A:**

Pobladores de Tambo Real

**APELLIDOS Y NOMBRES DEL EVALUADOR:**

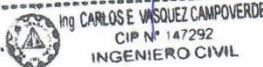
Vasquez Campoverde Carlos Enrique

**GRADO ACADEMICO DEL EVALUADOR:**

Ing. civil

**VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:**

Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
				X

  
  
Ing. CARLOS E. VASQUEZ CAMPOVERDE  
CIP N° 147292  
INGENIERO CIVIL

**NOMBRE DE LA TESIS:**

“evaluación del riesgo y vulnerabilidad ante un posible desborde de la Quebrada Cascajal en el sector Tambo Real, Ancash-2024”

**NOMBRE DE INSTRUMENTO**

Encuesta de riesgo y vulnerabilidad en el centro poblado de Tambo Real.

VARIABLE	DIMENSION	ITEMS	CRITERIOS DE EVALUACION							
			Relación Variable dimensión		Relación Variable dimensión indicador		Relación Variable dimensión indicador ítems		Relación Variable dimensión indicador ítems respuesta	
			SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CENTRO POBLADO TAMBO REAL	SOCIAL	1. Grupo etareo	X		X		X		X	
		2. Actitud frente al riesgo	X		X		X		X	
		3. Capacitación en temas de gestión de riesgos	X		X		X		X	
		4. Conocimiento local sobre la ocurrencia pasada de desastres	X		X		X		X	
		5. Configuración de elevación de las edificaciones	X		X		X		X	
		6. Periodo de difusión	X		X		X		X	
	ECONOMICA	7. Material de construcciones la edificación	X		X		X		X	
		8. Estado de conservación de la edificación	X		X		X		X	
		9. Antigüedad de construcción de la edificación	X		X		X		X	
		10. Población económicamente activa desocupada	X		X		X		X	
		11. Ingreso familiar promedio mensual (nuevos soles)	X		X		X		X	
	AMBIENTAL	12. Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental	X		X		X		X	
		13. Capacitación ambiental	X		X		X		X	
		14. Conocimiento ancestral para explotación sostenible de sus recursos naturales	X		X		X		X	

*[Signature]*  
 Ing CARLOS E. VASQUEZ CAMPOVERDE  
 CIP N° 147292  
 INGENIERO CIVIL

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**NOMBRE DEL INSTRUMENTO:**

Encuesta de riesgo y vulnerabilidad en el centro poblado de tambo real. (Encuesta basada en el “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales” de CENEPRED).

**OBJETIVO:** Recolección de información social, económica y ambiental para ser utilizada en la evaluación de riesgo y vulnerabilidad ante un posible desborde de la quebrada cascajal en el centro poblado de Tambo Real.

**DIRIGIDO A:**

Pobladores de Tambo Real

**APELLIDOS Y NOMBRES DEL EVALUADOR:**

Miñano Mendoza David Alexander

**GRADO ACADEMICO DEL EVALUADOR:**

Ingeniero Civil

**VALORACIÓN DEL INSTRUMENTO:**

Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente
				X



Ing. MIÑANO MENDOZA DAVID ALEXANDER  
ING. CIVIL  
Reg. Colegio de Ingenieros CIP. N° 155432

**NOMBRE DE LA TESIS:**

“evaluación del riesgo y vulnerabilidad ante un posible desborde de la Quebrada Cascajal en el sector Tambo Real, Ancash-2024”

**NOMBRE DE INSTRUMENTO**

Encuesta de riesgo y vulnerabilidad en el centro poblado de Tambo Real.

VARIABLE	DIMENSION	ITEMS	CRITERIOS DE EVALUACION							
			Relación Variable dimensión		Relación Variable dimensión indicador		Relación Variable dimensión indicador ítems		Relación Variable dimensión indicador ítems respuesta	
			SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
CENTRO POBLADO TAMBO REAL	SOCIAL	1. Grupo etareo	X		X		X		X	
		2. Actitud frente al riesgo	X		X		X		X	
		3. Capacitación en temas de gestión de riesgos	X		X		X		X	
		4. Conocimiento local sobre la ocurrencia pasada de desastres	X		X		X		X	
		5. Configuración de elevación de las edificaciones	X		X		X		X	
		6. Periodo de difusión	X		X		X		X	
	ECONOMICA	7. Material de construcciones la edificación	X		X		X		X	
		8. Estado de conservación de la edificación	X		X		X		X	
		9. Antigüedad de construcción de la edificación	X		X		X		X	
		10. Población económicamente activa desocupada	X		X		X		X	
		11. Ingreso familiar promedio mensual (nuevos soles)	X		X		X		X	
	AMBIENTAL	12. Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental	X		X		X		X	
		13. Capacitación ambiental	X		X		X		X	
		14. Conocimiento ancestral para explotación sostenible de sus recursos naturales	X		X		X		X	

  
**Ing. MIÑANO MENDOZA DAVID ALEXANDER**  
**ING. CIVIL**  
 Reg. Colegio de Ingenieros CIP. N° 155432

**Anexo 26. RESULTADOS DE LA ENCUESTA**

	<b>PARAMETRO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>GRUPO ETARIO</b>	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	99
	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	136
	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	153
	De 15 a 30 años	73
	De 30 a 50 años	198
<b>MATERIAL DE CONSTRUCCION DE LAS EDIFICACIONES</b>	Estera / Cartón	7
	Madera	1
	Quincha (Casa con Barro)	1
	Adobe o Tapia	55
	Ladrillo o bloque de cemento	82
<b>ACTITUD FRENTE AL RIESGO</b>	Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población	0
	Actitud escasamente previsor de la mayoría de la población.	5
	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir el riesgo.	77
	Actitud previsor de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo.	63
<b>CONICIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL</b>	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en tema de conservación ambiental.	12
	Sólo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. No cumpliéndolas.	116
	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación, cumpliéndola parcialmente.	18
	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental cumpliéndola mayormente.	0
	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Respetándola y cumpliéndola totalmente.	0

	PARAMETRO	TOTAL
<b>CAPACITACIONES EN TEMAS DE GESTION DE RIEGOS</b>	No cuentan ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión del riesgo.	140
	Escasamente capacitados en temas concernientes a Gestión de Riesgos.	6
	Se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgos.	0
<b>POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA</b>	Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Escasa demanda de mano de obra para las actividades económicas.	10
	Bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo. Poca demanda de mano de obra para las actividades económicas.	45
	Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para las actividades económicas.	67
	Acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para las actividades económicas.	25
	Alto acceso y permanencia a un puesto de trabajo.	0
<b>CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES</b>	Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0
	Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0
	Existe un regular conocimiento de la población, sobre las causas y consecuencias de los desastres.	0
	La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres.	25
<b>CONFIGURACION DE ELEVACION DE LAS EDIFICACIONES</b>	Toda la población tiene conocimiento, sobre las causas y consecuencias de los desastres.	121
	1	118
	2	28
	3	0
	4	0
	5	0

	<b>PARAMETRO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>PERIODO DE DIFUSION</b>	No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo para la población local.	119
	Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población.	27
	Difusión masiva y poco frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento de un gran sector de la población.	0
	Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento total de la población.	0
	Actitud previsoras de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo.	0
<b>CAPACITACION AMBIENTAL</b>	La totalidad de la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	133
	La población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	13
	La población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	0
	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	0
	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total.	0

	<b>PARAMETRO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>CONOCIMIENTO ANCESTRAL PARA EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE DE SUS RECURSOS NATURALES</b>	La población en su totalidad ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	65
	Algunos pobladores poseen y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	74
	Parte de la población posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	7
	La población mayoritariamente posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	0
	La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	0

## Anexo 27. ANALISIS DE VULNERABILIDAD

Se muestran los parámetros y Descriptores considerados para la Calificación del Fenómeno de Inundación., para la selección de los parámetros y descriptores, se realizó la recopilación de datos de precipitaciones y pluviometría, de la página web del SENAMHI.

### Anexo 27.1 Análisis de la Dimensión Social

#### Anexo 27.1.1 Exposición Social

PARÁMETRO	GRUPO ETARIO	PESO	PONDERADO:	
		0.260		
DESCRIPTORES	ES1	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	PES1	0.503
	ES2	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	PES2	0.260
	ES3	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	PES3	0.134
	ES4	De 15 a 30 años	PES4	0.068
	ES5	De 30 a 50 años	PES5	0.035

**Fuente: CENEPRE 2014**

PARÁMETRO	SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS	PESO	PONDERADO:	
			0.160	
DESCRIPTORES	ES6	> 75% del servicio educativo expuesto	PES6	0.503
	ES7	≤ 75% y > 50% del servicio educativo expuesto	PES7	0.260
	ES8	≤ 50% y > 25% del servicio educativo expuesto	PES8	0.134
	ES9	≤ 25% y > 10% del servicio educativo expuesto	PES9	0.068
	ES10	≤ y > 10% del servicio educativo expuesto	PES10	0.035

**Fuente: CENEPRE 2014**

PARÁMETRO	SERVICIOS DE SALUD TERCARIOS	PESO PONDERADO: 0.633
D E S C R I P T O R E S	ES11 > 60% del servicio educativo expuesto	PES11 0.503
	ES12 $\leq 60\%$ y $> 35\%$ del servicio educativo expuesto	PES12 0.260
	ES13 $\leq 35\%$ y $> 20\%$ del servicio educativo expuesto	PES13 0.134
	ES14 $\leq 20\%$ y $> 10\%$ del servicio educativo expuesto	PES14 0.068
	ES15 $\leq y > 10\%$ del servicio educativo expuesto	PES15 0.035

**Fuente: CENEPREP 2014**

### Anexo 27.1.2 Fragilidad Social

PARÁMETRO	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO: 0.430
D E S C R I P T O R E S	FS1 Estera / cartón	PFS1 0.503
	FS2 Madera	PFS2 0.260
	FS3 Quincha (Caña con barro)	PFS3 0.134
	FS4 Quincha (caña con barro)	PFS4 0.068
	FS5 Ladrillo o bloque de cemento	PFS5 0.035

**Fuente: CENEPREP 2014**

PARÁMETRO	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO: : 0.317
D E S C R I P T O R E S	FS6 Muy malo: Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso.	PFS6 0.503
	FS7 Malo: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura tiene deterioros que la comprometen, aunque sin peligro de desplome y los acabados e instalaciones, tienen visibles desperfectos.	PFS7 0.260
	FS8 Regular: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo comprometen y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioros visibles debido al mal uso.	PFS8 0.134
	FS9 Bueno: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	PFS9 0.068

FS10	Muy bueno: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno.	PFS10	0.035
------	--	-------	-------

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO	ANTIGÜEDAD DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO: 0.042	
D E S C R I P T O R E S	FS11	De 40 a 50 años	PFS11 0.503
	FS12	De 30 a 40 años	PFS12 0.260
	FS13	De 20 a 30 años	PFS13 0.134
	FS14	De 10 a 20 años	PFS14 0.068
	FS15	De 5 a 10 años	PFS15 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO	CONFIGURACION DE ELEVACION DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.078	
D E S C R I P T O R E S	FS16	5 Pisos	PFS16 0.503
	FS17	4 Pisos	PFS17 0.260
	FS18	3 pisos	PFS18 0.134
	FS19	2 pisos	PFS19 0.068
	FS20	1 pisos	PFS20 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

**Anexo 27.1.3 Resiliencia Social**

PARÁMETRO		CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES	PESO PONDERADO:
			0.285
DESCRIPCIÓN	FS21	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema concernientes a gestión de riesgo	PFS21 0.503
	FS22	La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura escasa.	PFS22 0.260
	FS23	La población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	PFS23 0.134
	FS24	La población se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura total	PFS24 0.068
	FS25	La población se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, actualizándose participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total	PFS25 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO		CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES	PESO PONDERADO:
			0.152
DESCRIPCIÓN	RS6	Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS6 0.503
	RS7	Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS7 0.260
	RS8	Existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS8 0.134
	RS9	La mayoría de población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PFS9 0.068
	RS10	Toda la población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PFS10 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO	EXISTENCIA DE NORMATIVIDAD POLÍTICA Y LOCAL	PESO PONDERADO: 0.096
RS11	El soporte legal que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio genera efectos negativos a su desarrollo. No existen instrumentos legales locales que apoyen en la reducción del riesgo (ejemplo: ordenanzas municipales).	PRS11 0.503
RS12	El soporte legal del territorio que ayude a la reducción de riesgos del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se presenta en casi todo el territorio.	PRS12 0.260
RS13	El soporte legal del territorio que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple ocasionalmente. Existe un interés tenue en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra el área en estudio. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido o están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo, pero nunca se implementarán.	PRS13 0.134
RS14	El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple regularmente. Existe un interés en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra puntualmente. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido o están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo, pero nunca se implementarán.	PFS14 0.068
RS15	El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se llega a cumplir de manera estricta. El desarrollo planificado del territorio, es un eje estratégico de desarrollo. Se aplican acciones de ordenamiento o reordenamiento territorial. Siempre las acciones de prevención y/o mitigación de desastres están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo (o se vienen implementando).	PFS15 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO ACTITUD FRENTE AL RIESGO		PESO PONDERADO: 0.421	
D E S C R I P T O R E S	RS16	Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población.	PRS16 0.503
	RS17	Actitud escasamente previsoras de la mayoría de la población.	PRS17 0.260
	RS18	Actitud parcialmente previsoras de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir riesgo.	PRS18 0.134
	RS19	Actitud parcialmente previsoras de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo e implementando escasas medidas para prevenir riesgo.	PFS19 0.068
	RS20	Actitud previsoras de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo.	PFS20 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO CAMPAÑA DE DIFUSIÓN		PESO PONDERADO: 0.046	
D E S C R I P T O R E S	RS21	No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo para la población local.	PRS21 0.503
	RS22	Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población.	PRS22 0.260
	RS23	Difusión masiva y poco frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento de un gran sector de la población.	PRS23 0.134
	RS24	Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento total de la población.	PFS24 0.068
	RS25	Actitud previsoras de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo.	PFS25 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

**Anexo 27.2 Análisis de la Dimensión Económica - Exposición Económica**

PARÁMETRO	LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO: 0.318	
D E S C R I P T O R E S	EE1	Muy cercana 0 km – 0.2 km	PEE1 0.503
	EE2	Cercana 0.2 km – 1 km	PEE2 0.260
	EE3	Medianamente cerca 1 – 3 km	PEE3 0.134
	EE4	Alejada 3 – 5 km	PEE4 0.068
	EE5	Muy alejada > 5 km	PEE5 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO	SERVICIO BÁSICO DE AGUA POTABLE Y SANEMAIENTO	PESO PONDERADO: 0.219	
D E S C R I P T O R E S	EE6	> 75% del servicio expuesto	PEE6 0.503
	EE7	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE7 0.260
	EE8	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE8 0.134
	EE9	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE9 0.068
	EE10	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE10 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO	SERVICIO DE LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS EXPUESTAS	PESO PONDERADO: 0.140
D E S C R I P T O R E S	EE11 > 75% del servicio expuesto	PEE11 0.503
	EE12 > 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE12 0.260
	EE12 > 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE13 0.134
	EE14 > 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE14 0.068
	EE15 > y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE15 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO	SERVICIO DE LAS EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE Y GAS	PESO PONDERADO: 0.063
D E S C R I P T O R E S	EE16 > 75% del servicio expuesto	PEE16 0.503
	EE17 > 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE17 0.260
	EE18 > 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE18 0.134
	EE19 > 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE19 0.068
	EE20 > y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE20 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO	SERVICIO DE EMPRESAS DE TRANSPORTE EXPUESTO	PESO PONDERADO: 0.089
D E S C R I P T O R E S	EE21 > 75% del servicio expuesto	PEE21 0.503
	EE22 > 50% y $\leq$ 75% del servicio expuesto	PEE22 0.260
	EE23 > 25% y $\leq$ 50% del servicio expuesto	PEE23 0.134
	EE24 > 10% y $\leq$ 25% del servicio expuesto	PEE24 0.068
	EE25 > y $\leq$ 10% del servicio expuesto	PEE25 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO	ÁREA AGRÍCOLA	PESO PONDERADO: 0.121
D E S C R I P T O R E S	EE26 > 75% del servicio expuesto	PEE26 0.503
	EE27 > 50% y $\leq$ 75% del servicio expuesto	PEE27 0.260
	EE28 > 25% y $\leq$ 50% del servicio expuesto	PEE28 0.134
	EE29 > 10% y $\leq$ 25% del servicio expuesto	PEE29 0.068
	EE30 > y $\leq$ 10% del servicio expuesto	PEE30 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO	SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES	PESO PONDERADO: 0.050	
D E S C R I P T O R E S	EE31	> 75% del servicio expuesto	PEE31 0.503
	EE32	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE32 0.260
	EE33	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE33 0.134
	EE34	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE34 0.068
	EE35	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE35 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

### Anexo 27.3 Fragilidad Económica

PARÁMETRO	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO: 0.386	
D E S C R I P T O R E S	FE1	Estera / cartón	PFE1 0.503
	FE2	Madera	PFE2 0.260
	FE3	Quincha (caña con barro)	PFE3 0.134
	FE4	Adobe o Tapia	PFE4 0.068
	FE5	Ladrillo o bloque de cemento	PFE5 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO	ESTADO DE CONSERVACION DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO:
		0.386
D E S C R I P T O R E	FE6 MUY MALO: Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso.	PFE6 0.503
	FE7 MALO: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen, aunque sin peligro de desplome y los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	PFE7 0.260
	FE8 REGULAR: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo comprometen y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioros visibles debido al mal uso.	PFE8 0.134
	FE9 BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	PFE9 0.068
	FE10 MUY BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno.	PFE10 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO	ANTIGÜEDAD DE LA CONSTRUCCION DE LA EDIFICACION	PESO PONDERADO:
		0.111
D E S C R I P T O R E	FE11 De 40 a 50 años	PFE11 0.503
	FE12 De 30 a 40 años	PFE12 0.260
	FE13 De 20 a 30 años	PFE13 0.134
	FE14 De 10 a 20 años	PFE14 0.068
	FE15 De 5 a 10 años	PFE15 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO	INCUMPLIMIENTO DE PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS DE ACUERDO A NORMATIVIDAD VIGENTE	PESO PONDERADO: 0.156
D E S C R I P T O R E S	FE16	80 - 100%
	FE17	60 - 80%
	FE18	40 - 60%
	FE19	20 - 40%
	FE20	0 - 20%

**Fuente: CENEPRED 2014**

**Anexo 27.3.4 Incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente**

PARÁMETRO	TOPOGRAFÍA DEL TERRENO (P=PENDIENTE)	PESO PONDERADO: 0.044
D E S C R I P T O R E S	FE21	$50\% < P \leq 80\%$
	FE22	$30\% < P \leq 50\%$
	FE23	$20\% < P \leq 30\%$
	FE24	$10\% < P \leq 20\%$
	FE25	$P \leq 10\%$

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO	CONFIGURACION DE ELEVACION DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.068
D E S C R I P T O R E S	FE26	5 Pisos PFE26 0.503
	FE27	4 Pisos PFE27 0.260
	FE28	3 Pisos PFE28 0.134
	FE29	2 Pisos PFE29 0.068
	FE30	1 Pisos PFE30 0.035

#### Anexo 27.4 Resiliencia Económica

PARÁMETRO	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA	PESO PONDERADO: 0.159
D E S C R I P T O R E S	RE1	Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Escasa demanda de mano de obra para las actividades económicas. Escaso nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con serias limitaciones socioeconómicas. PRE1 0.503
	RE2	Bajo acceso y poca permanencia a un puesto de trabajo. Poca demanda de mano de obra para las actividades económicas. Bajo nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con limitaciones socioeconómicas. PRE2 0.260
	RE3	Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para actividades económicas. Regular nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con regulares posibilidades socioeconómicas. PRE3 0.134
	RE4	Acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para las actividades económicas. Regular nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con posibilidades socioeconómicas. PRE4 0.068
	RE5	Alto acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Alta demanda de mano de obra para las actividades económicas. Alto nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con altas posibilidades socioeconómicas. PRE5 0.035

PARÁMETRO	INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL (Nuevos soles)		PESO PONDERADO: 0.501	
D E S C R I P T O R E S	RE6	> 3000	PRE6	0.503
	RE7	> 1200 - <= 3000	PRE7	0.260
	RE8	> 264 <= 1200	PRE8	0.134
	RE9	> 149 - <= 264	PRE9	0.068
	RE10	<= 149	PRE10	0.035

PARÁMETRO	ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL	Y	CAPACITACIÓN	PESO PONDERADO: 0.077	
D E S C R I P T O R E S	RE11	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión. Cuentan con un gran desprestigio y desaprobación popular (puede existir el caso en el que la gestión sea poco eficiente, pero con apoyo popular basado en el asistencialismo o populismo). Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial	muestran	índices	PRE11 0.503
	RE12	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión. Empiezan a generar desprestigio y desaprobación popular. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia, pero en casos aislados. Existe cierta coordinación intersectorial. No existe madurez política. Las instituciones privadas generan conflictos aislados, muestran un relativo interés con la realidad local, algunas de ellas coadyuvan con la informalidad, se encuentran integradas al territorio en el que se encuentran. Existe un bajo apoyo e identificación institucional e interinstitucional.			PRE12 0.26

RE13	<p>Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan un nivel estándar de efectividad en su gestión. Tienen un apoyo popular que les permite gobernar con tranquilidad. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia. Existe cierta coordinación intersectorial. La madurez política es embrionaria.</p> <p>Las instituciones privadas normalmente no generan conflictos, muestran un interés con la realidad local, existe una minoría que coadyuvan con la informalidad, se encuentran integradas al territorio en el que se encuentran. Existe un bajo apoyo e identificación institucional e interinstitucional.</p>	PRE13	0.134
RE14	<p>Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan un nivel eficiente de efectividad en su gestión. Tienen un apoyo popular que les permite gobernar con tranquilidad. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices interesantes de gestión de eficiencia. Existe una progresiva coordinación intersectorial. Existe un proceso de madurez política. Las instituciones privadas normalmente no generan conflictos, muestran un interés con la realidad local, se encuentran integradas y comprometidas al territorio en el que se encuentran. Existe un interesante apoyo e identificación institucional e interinstitucional.</p>	PRE14	0.068
RE15	<p>Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales tienen un nivel eficiente de efectividad en su gestión.</p> <p>Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices altos de gestión de eficiencia. Existe un proceso de madurez política. Tienen apoyo total de la población y empresas privadas.</p>	PRE15	0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO	CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO	PESO PONDERADO: 0.263
D E S C R I P T O R E S	RE16	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a Gestión de Riesgo. PRE16 0.503
	RE17	La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa. PRE17 0.260
	RE18	La población se capacitada con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria PRE18 0.134
	RE19	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura total. PRE19 0.068
	RE20	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, actualizándose, participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total. PRE20 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

### **Anexo 27.3 Análisis de la Dimensión Ambiental - Exposición Ambiental**

PARÁMETRO	DEFORESTACIÓN	PESO PONDERADO: 0.501
D	EA1	Áreas sin vegetación. Terrenos eriazos y/o áreas donde se levanta diverso tipo de infraestructura. PEA1 0.503
	EA2	Áreas de cultivo. Tierras dedicadas a cultivos de pan llevar. PEA2 0.260
E S C R I P T O R E S	EA3	Pastos. Tierras dedicadas al cultivo de pastos para fines de alimentación de animales menores y ganado. PEA3 0.134
	EA4	Otras tierras con árboles. Tierras clasificadas como “otras tierras” que se extienden por más de 0.5 hectáreas con una cubierta de dosel al 10% de árboles capaces de alcanzar una altura de 5 m en la madurez. PEA4 0.068
	EA5	Bosques. Tierras que se extienden por más de 0.5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de dosel superior al 10 %, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano. PEA5 0.035

**Anexo 27.4.4 Deforestación**

PARÁMETRO		DEFORESTACIÓN	PESO PONDERADO: 0.077	
D E S C R I P T O R E S	EA6	75 – 100 % del total del ámbito de estudio	PEA6	0.503
		50 – 75 % del total del ámbito de estudio		
	EA7		PEA7	0.260
	EA8	25 – 50 % del total del ámbito de estudio	PEA8	0.134
	EA9	5 – 25 % del total del ámbito de estudio	PEA9	0.068
EA10	Menor a 5 % del total del ámbito de estudio	PEA10	0.035	

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO		PÉRDIDA DE SUELO	PESO PONDERADO: 0.263	
D E S C R I P T O R E S	EA11	Erosión provocada por las lluvias: pendientes pronunciadas y terrenos montañosos, lluvias estacionales y el fenómeno El Niño.	PEA11	0.503
	EA12	Deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana, sobrepastoreo.	PEA12	0.260
	EA13	Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos.	PEA13	0.134
	EA14	Longitud de la pendiente del suelo, relaciona las pérdidas de un campo de cultivo de pendiente y longitud conocida.	PEA14	0.068
	EA15	Factor cultivo y contenido en sale ocasiona pérdidas por desertificación.	PEA15	0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

**Anexo 27.4.6 Perdida de agua**

PARÁMETRO	PÉRDIDA DE AGUA	PESO PONDERADO: 0.159	
D E S C R I P T O R E S	EA16	Agricultura, demanda agrícola y pérdida por contaminación de aguas superficiales y subterráneas.	PEA16 0.503
	EA17	Prácticas de consumo poblacional/fugas en redes de distribución, uso indiscriminado en riego de suelos de cultivo.	PEA17 0.260
	EA18	Consumo industrial y minero, pérdidas por evaporación, fugas y otros.	PEA18 0.134
	EA19	Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío y canales de transporte en tierra.	PEA19 0.068
	EA20	Prácticas de uso del cauce y márgenes del rio en graves problemas de conservación y mantenimiento.	PEA20 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

**Anexo 27.5Fragilidad Ambiental**

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL SUELO	PESO PONDERADO: 0.283	
D E S C R I P T O R E S	FA1	Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, capa freática alta turba, material inorgánico, etc.).	PFA1 0.503
	FA2	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante.	PFA2 0.260
	FA3	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante.	PFA3 0.134
	FA4	Zonal ligeramente fracturada, suelos de alta capacidad portante.	PFA4 0.068
	FA5	Zona sin fallas ni fracturas, suelos con buena característica geotécnica.	PFA5 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO		EXPLORACIÓN DE RECURSOS NATURALES	PESO PONDERADO: 0.047	
DESCRIPTORES	FA6	Prácticas negligentes e intensas de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/ uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales), entre otros considerados básicos propios del lugar de estudio.	PFA6	0.503
	FA7	Prácticas negligentes periódicas o estacionales de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales).	PFA7	0.260
	FA8	Prácticas de degradación del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales) sin asesoramiento técnico capacitado. Pero las actividades son de baja intensidad.	PFA8	0.134
	FA9	Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (suelo y recursos forestales) con asesoramiento técnico capacitado bajo criterios de sostenibilidad.	PFA9	0.068
	FA10	Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua con asesoramiento técnico permanente bajo criterios de sostenibilidad económica y ambiental.	PFA10	0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO		LOCALIZACIÓN DE CENTROS POBLADOS	PESO PONDERADO: 0.643	
DESCRIPTORES	FA11	Muy cercana 0 km – 0.2 km	PFA11	0.503
	FA12	Cercana 0.2 km – 1 km	PFA12	0.260
	FA13	Medianamente cerca 1km – 3 km	PFA13	0.134
	FA14	Alejada 3km – 5 km	PFA14	0.068
	FA15	Muy alejada > 5 km	PFA15	0.035

**Anexo 27.6 Resiliencia Ambiental**

PARÁMETRO	CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL	PESO PONDERADO: 0.633
D E S C R I P T O R E S	RA1 Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en tema de conservación ambiental.	PRA1 0.503
	RA2 Sólo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conversación ambiental. No cumpliéndolas.	PRA2 0.260
	RA3 Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación cumpliéndola parcialmente.	PRA3 0.134
	RA4 Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Cumpliéndola mayoritariamente.	PRA4 0.068
	RA5 Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Respetándola y cumpliéndola totalmente.	PRA5 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO	CONOCIMIENTO ANCESTRAL PARA LA PESO EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE DE SUS RECURSOS NATURALES	PESO PONDERADO: 0.106
D E S C R I P T O R E S	RA6 La población en su totalidad ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA6 0.503
	RA7 Algunos pobladores poseen y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA7 0.260
	RA8 Parte de la población posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA8 0.134
	RA9 La población mayoritariamente posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA9 0.068
	RA10 La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA10 0.035

**Fuente: CENEPRED 2014**

PARÁMETRO	CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL		PESO PONDERADO: 0.260	
D E S C R I P T O R E S	RA11	La totalidad de la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	PRA11	0.503
	RA12	La población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	PRA12	0.260
	RA13	La población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	PRA13	0.134
	RA14	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	PRA14	0.068
	RA15	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total.	PRA15	0.035

*Fuente: CENEPRED 2014*

## Anexo 28. ANALISIS DE PELIGROSIDAD

### Anexo 28.1. Análisis del fenómeno de inundación

PARÁMETRO	VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		PESO PONDERADO: 0.260	
D E S C R I P T O R E S	PAP1	Anomalía de precipitación mayor a 300 % con respecto al promedio mensual multianual	PPAP1	0.503
	PAP2	Anomalía de precipitación de 100 % a 300 % con respecto al promedio mensual multianual	PPAP2	0.260
	PAP3	Anomalía de precipitación 50 % a 100% con respecto al promedio mensual multianual	PPAP3	0.134
	PAP4	Anomalía de precipitación de 10 a 50% con respecto al promedio mensual multianual	PPAP4	0.068
	PAP5	Anomalía de precipitación menor al 10% con respecto al promedio mensual multianual	PPAP5	0.035

*Fuente: CENEPRED 2014*

PARÁMETRO	CERCANIA A UNA FUENTE DE AGUA	PESO PONDERADO: 0.106
D E S C R I P T O R E S	CA1	Menor a 20m PCA1 0.503
	CA2	Entre 20 y 100m PCA2 0.260
	CA3	Entre 100 y 500m PCA3 0.134
	CA4	Entre 500 y 1000m PCA4 0.068
	CA5	Mayor a 1000m PCA5 0.035

**Fuente: CENEPREP 2014**

PARÁMETRO	INTENSIDAD MEDIA EN UNA HORA	PESO PONDERADO: 0.633
D E S C R I P T O R E S	IM1	Torrenciales: mayor a 60 PIM1 0.503
	IM2	Muy fuertes: Mayor a 30 y Menor o igual a 60 PIM2 0.260
	IM3	Fuertes: Mayor a 15 y Menor o igual a 30 PIM3 0.134
	IM4	Moderadas: Mayor a 2 y Menor o igual a 15 PIM4 0.068
	IM5	Débiles: Menor o igual a 2 PIM5 0.035

**Fuente: CENEPREP 2014**

## Anexo 28.2. Parámetros y Descriptores que son susceptibles al fenómeno de estudio

### - Factores Condicionantes

PARÁMETRO	RELIEVE	PESO PONDERADO: 0.145		
D E S C R I P T O R E S	Y1	Abrupto y escarpado, rocoso; cubierto en grandes sectores por nieve y glaciares.	PY1	0.503
	Y2	El relieve de esta región es diverso conformado en su mayor parte por mesetas y abundantes lagunas, alimentadas con los deshielos, en cuya amplitud se localizan numerosos lagos y lagunas.	PY2	0.260
	Y3	Relieve rocoso, escarpado y empinado. El ámbito geográfico se identifica sobre ambos flancos andinos.	PY3	0.134
	Y4	Relieve muy accidentado con valles estrechos y quebradas profundas, numerosas estribaciones andinas. Zona de huaycos. Generalmente montañoso y complejo.	PY4	0.068
	Y5	Generalmente plano y ondulado, con partes montañosos en la parte sur. Presenta pampas, dunas, tablazos, vales; zona eminentemente árida y desértica	PY5	0.035

*Fuente:* CENEPREP 2014

PARÁMETRO	TIPO DE SUELO	PESO PONDERADO: 0.515		
D E S C R I P T O R E S	Y6	Rellenos sanitarios	PY6	0.503
	Y7	Arena Eólica y/o limo (con agua)	PY7	0.260
	Y8	Arena Eólica y/o limo (sin agua)	PY8	0.134
	Y9	Suelos granulares finos y suelos arcillosos sobre grava aluvial o coluvial	PY9	0.068
	Y10	Afloramiento rocoso y estratos de grava	PY10	0.035

*Fuente:* CENEPREP 2014

PARÁMETRO	COBERTURA VEGETAL	PESO PONDERADO: 0.058
D E S C R I P T O R E S	Y11	70 - 100 %
	Y12	40 - 70 %
	Y13	20 - 40 %
	Y14	5 - 20 %
	Y15	0 - 5 %

**Fuente: CENEPREP 2014**

PARÁMETRO	USO ACTUAL DE SUELOS	PESO PONDERADO: 0.282
D E S C R I P T O R E S	Y16	Áreas urbanas, intercomunicadas mediante sistemas de redes que sirven para su normal funcionamiento.
	Y17	Terrenos cultivados permanentes como frutales, cultivos diversos como productos alimenticios, industriales, de exportación, etc. Zonas cultivables que se encuentre en descanso como los barbechos que se encuentran improductivas por periodos determinados.
	Y18	Plantaciones forestales, establecimientos de árboles que conforman una masa boscosa, para cumplir objetivos como plantaciones productivas, fuente energética, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, etc.
	Y19	Pastos naturales, extensiones muy amplias que cubren laderas de los cerros, áreas utilizables para cierto tipo de ganado, su vigorosidad es dependiente del periodo del año y asociada a la presencia de lluvias.
	Y20	Sin uso / improductivos, no pueden ser aprovechadas para ningún tipo de actividad.

**Fuente: CENEPREP 2014**

- Factores Desencadenantes

PARÁMETRO		HIDROMETEREOLÓGICO	PESO PONDERADO: 0.106	
D E S C R I P T O R E S	SH1	Lluvias	PSH1	0.503
	SH2	Temperatura	PSH2	0.260
	SH3	Viento	PSH3	0.134
	SH4	Humedad del aire	PSH4	0.068
	SH5	Brillo solar	PSH5	0.035

*Fuente:* CENEPREP 2014

PARÁMETRO		GEOLÓGICO	PESO PONDERADO: 0.260	
D E S C R I P T O R E S	SG1	Colisión de placas tectónicas	PSG1	0.503
	SG2	Zonas de actividad volcánica	PSG2	0.260
	SG3	Fallas geológicas	PSG3	0.134
	SG4	Movimientos en masas	PSG4	0.068
	SG5	Desprendimiento de grandes bloques (rocas, hielo, etc.)	PSG5	0.035

*Fuente:* CENEPREP 2014

PARÁMETRO		INDUCIDO POR EL SER HUMANO	PESO PONDERADO: 0.633	
D E S C R I P T O R E S	SI1	Actividades económicas	PSI1	0.503
	SI2	Sobre explotación de recursos naturales	PSI2	0.260
	SH3	Infraestructura	PSI3	0.134
	SH4	Asentamientos humanos	PSI4	0.068
	SH5	Crecimientos demográficos	PSI5	0.035

*Fuente:* CENEPREP 2014

## Anexo 29. PANEL FOTOGRAFICO

### Imagen N°01:

*Ubicación de las coordenadas de referencia para realizar el levantamiento topográfico*



### Imagen N°02:

*Operación del dron MAVIC 3 ENTERPRISE con control manual*



**Imagen N°03:**

*Ubicación del dron en el suelo para que pueda realizar el vuelo*



**Imagen N°04:**

*Elevación del dron para poder realizar el levantamiento*



**Imagen N°05:**

*Medición del ancho del dren*



**Imagen N°06:**

*Medición de tirantes de la quebrada en condiciones normales*



**Imagen N°07:**

*Ensayo para calcular la velocidad de la corriente del dren*



**Imagen N°07:**

*Quebrada Cascajal junto al centro poblado Tambo Real*



**Imagen N°08:**

*Identificación in situ del Quebrada Cascajal*



**Imagen N°09:**

*Identificación del desprendimiento de suelo ocasionado por desbordes*



**Imagen N°10:**

*Identificación de edificaciones cercanas a la quebrada Cascajal*



**Imagen N°11:**

*Identificación de estructuras dañadas*



**Imagen N°12:**

*Identificación de edificaciones dañadas por anteriores desbordes de la quebrada Cascajal*



**Imagen N°13:**

*Identificación de una zona crítica, debido a la socavación que afecta el pilar del puente de acceso principal al centro poblado Tambo Real.*



**Imagen N°14:**

*Entrevista realizada a los moradores del centro poblado Tambo Real*



**Imagen N°16:**

*Operación del dron*



Efectos de la activación de la quebrada Cascajal en el centro Poblado Tambo Real 2023



Margen izquierda afectación a la vivienda, molino de arroz



Margen izquierda, socavación afectación a la vivienda, molino de arroz

Margen derecha  
socavación  
afectación a la  
vivienda, molino  
de arroz



Margen  
izquierda  
socavación de  
estructura





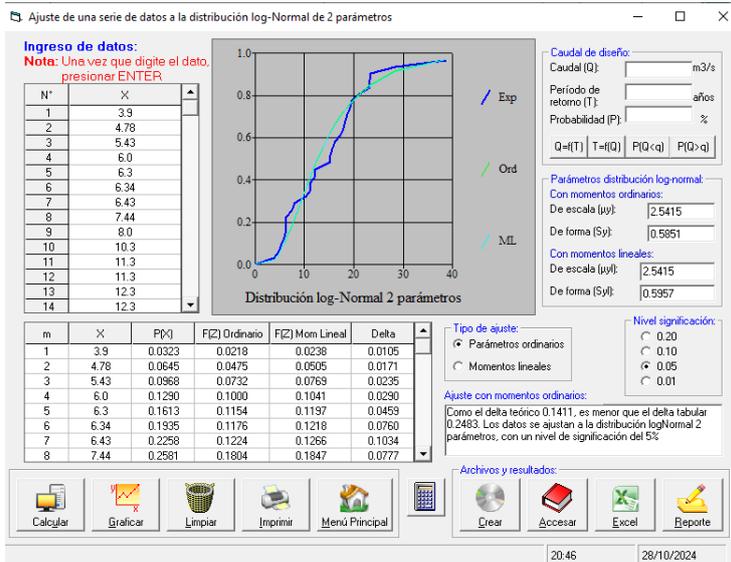
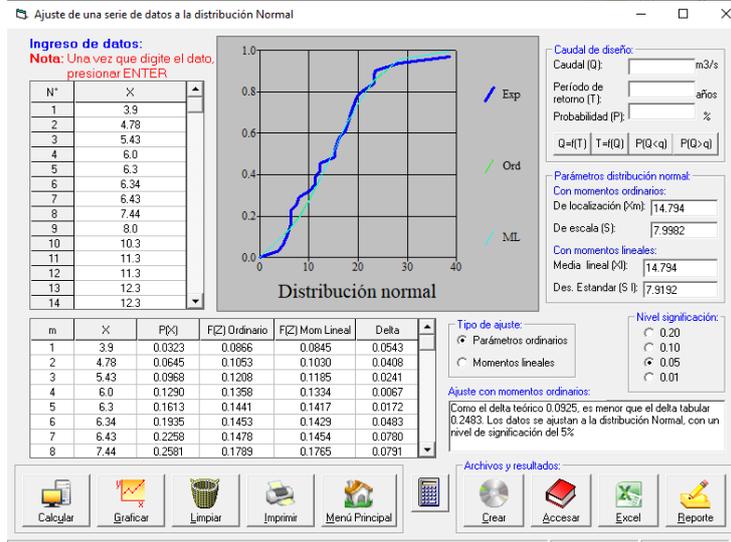
Margen izquierda  
derecha,  
socavación de  
estructura



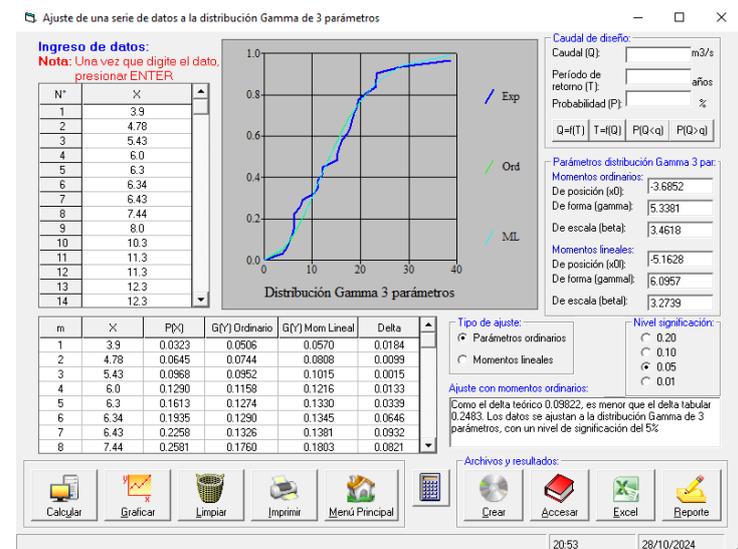
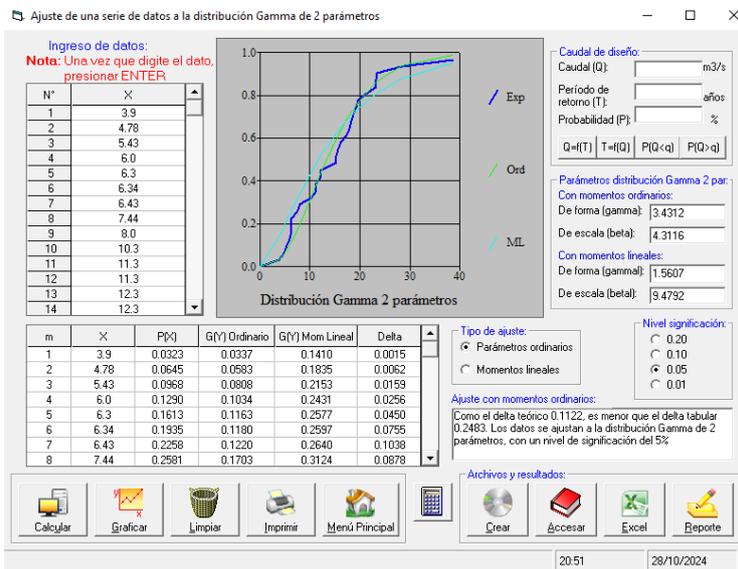
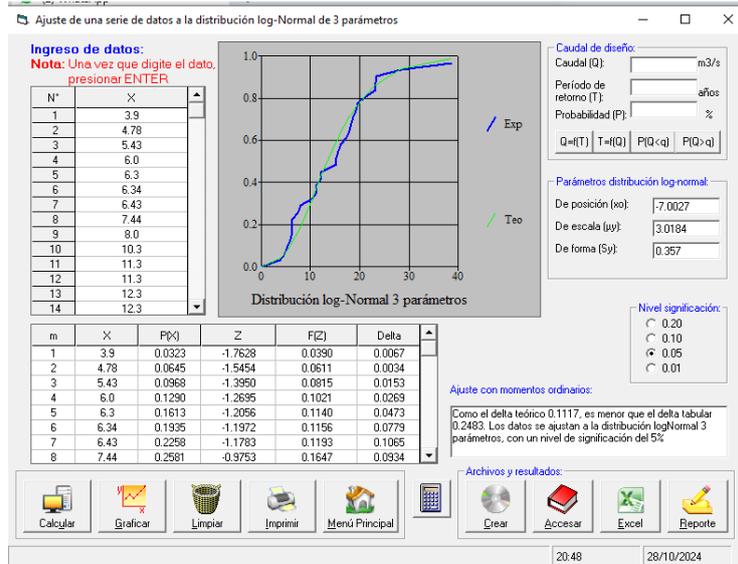
Afectación Margen  
derecha / restos de  
casa colisionada



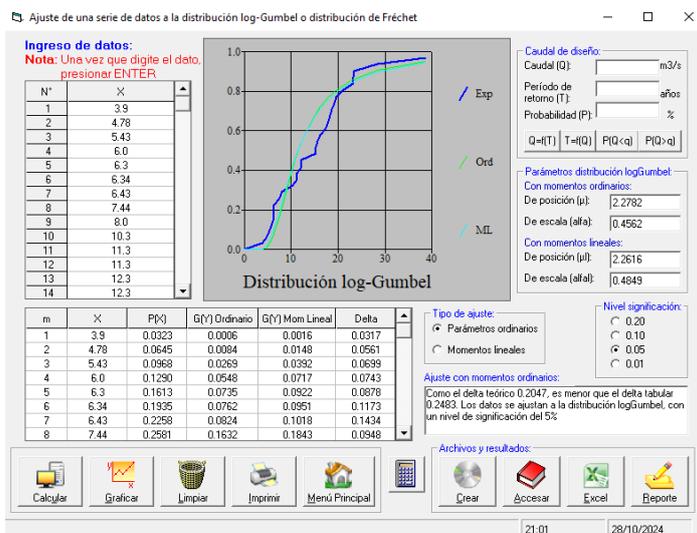
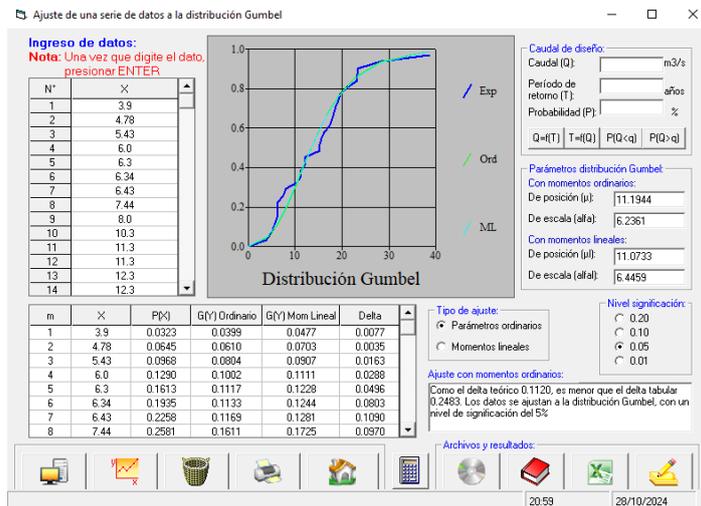
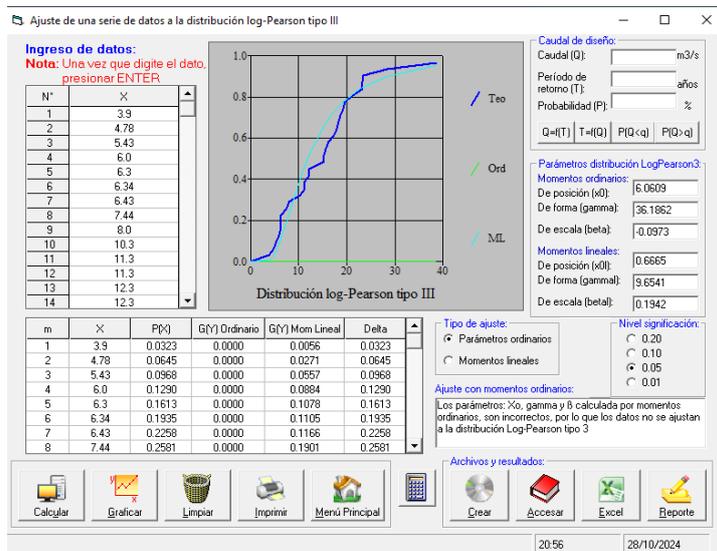
**Anexo 30. DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICAS - ESTACIÓN BUENA VISTA**



**Fuente:** Elaboración propia en el programa HIDROESTA 2

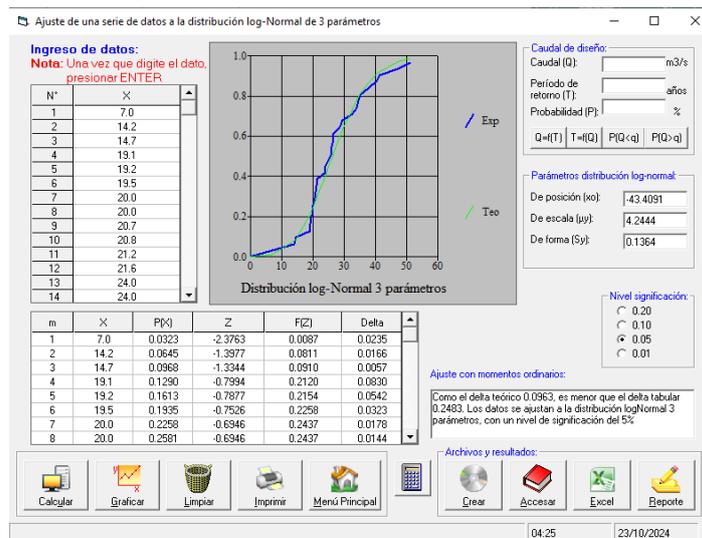
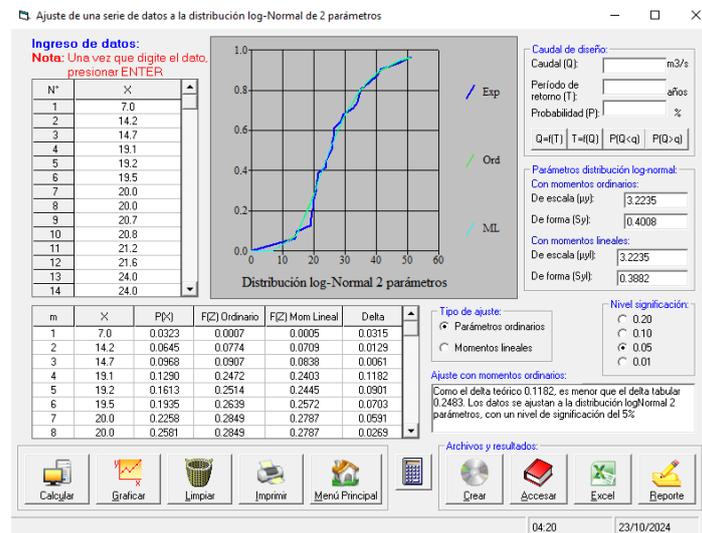
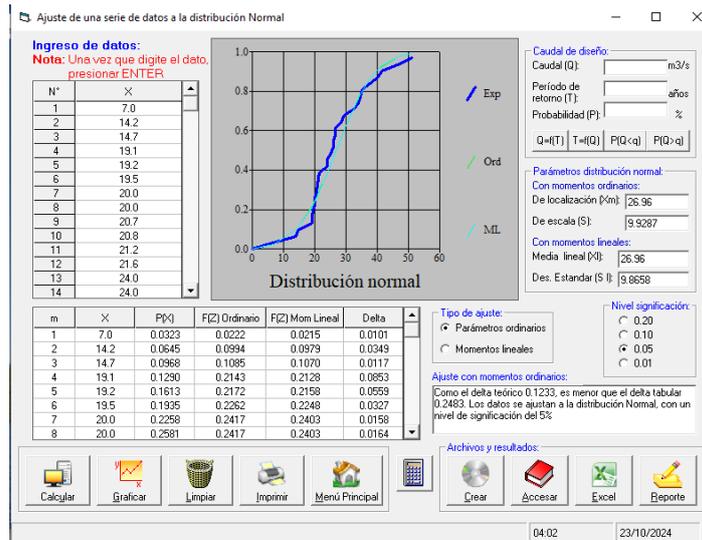


Fuente: Elaboración propia en el programa HIDROESTA 2

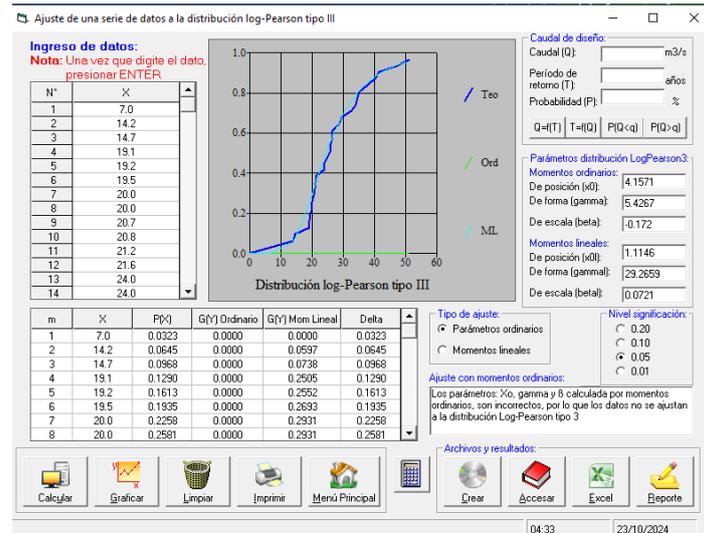
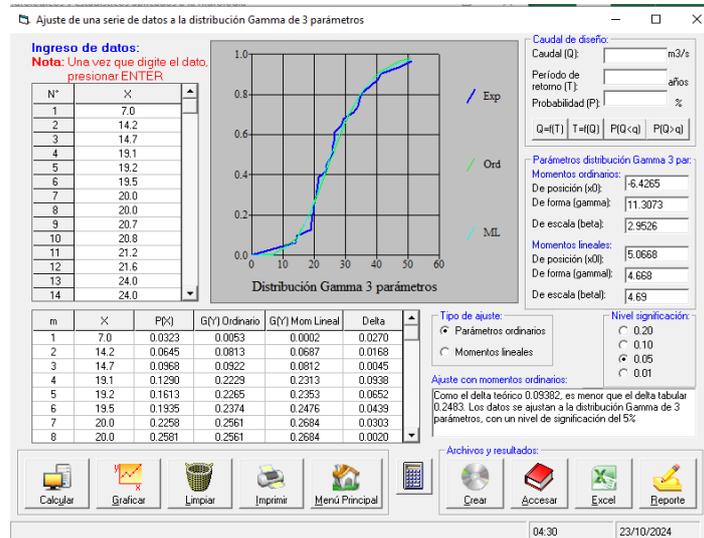
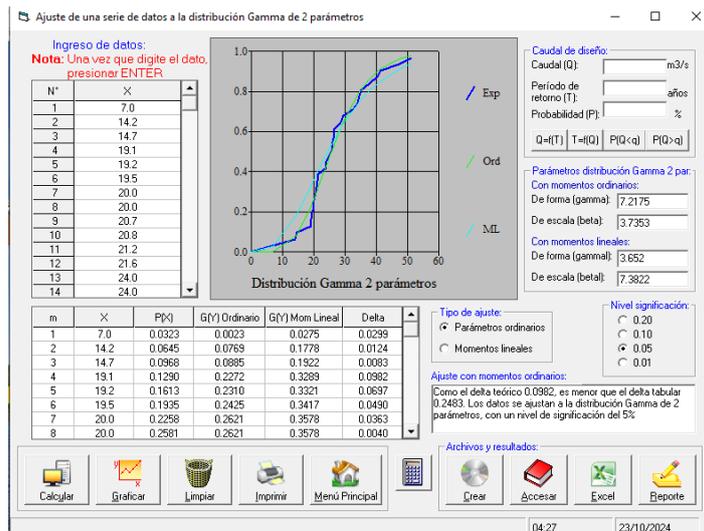


Fuente: Elaboración propia en el programa HIDROESTA 2

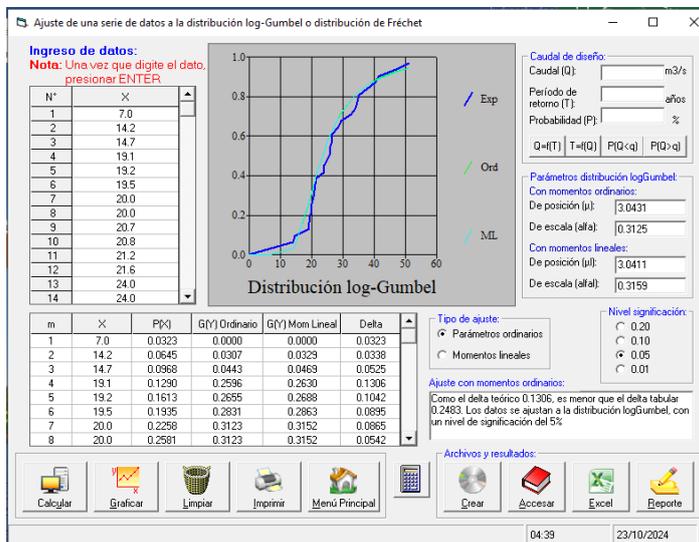
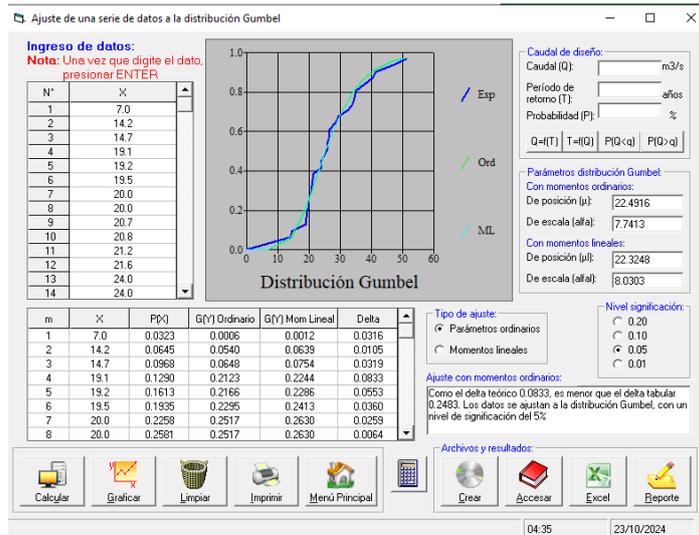
## Anexo 31. DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICAS - ESTACIÓN MOLLEPATA



**Fuente:** Elaboración propia en el programa HIDROESTA 2

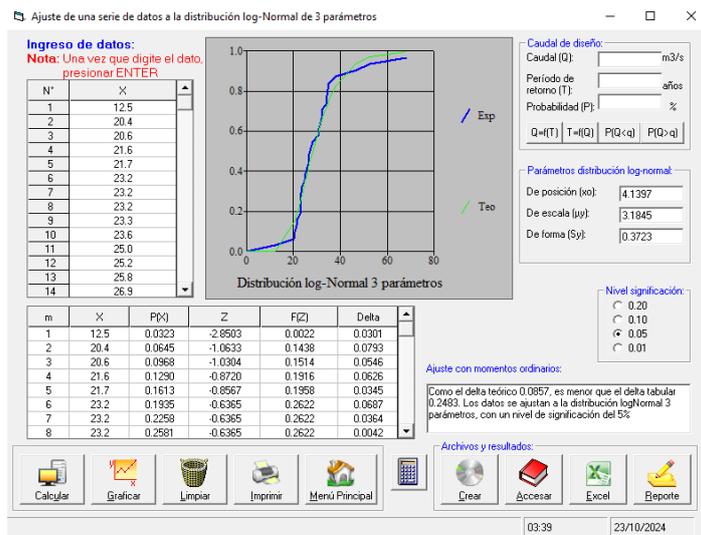
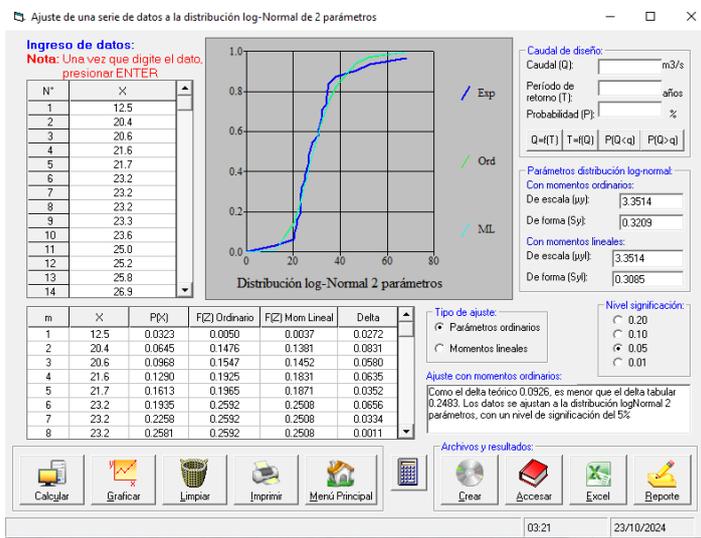
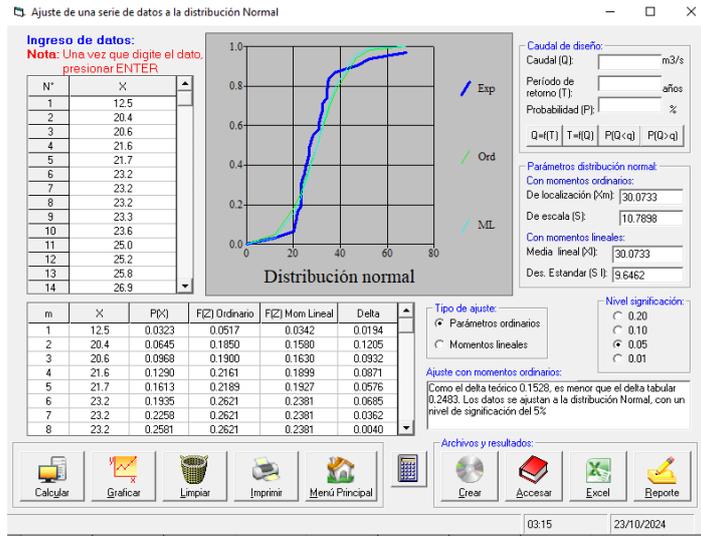


Fuente: Elaboración propia en el programa HIDROESTA 2

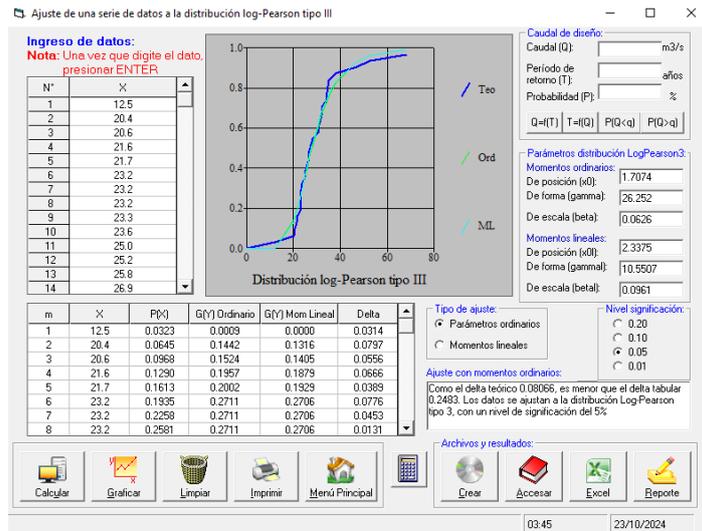
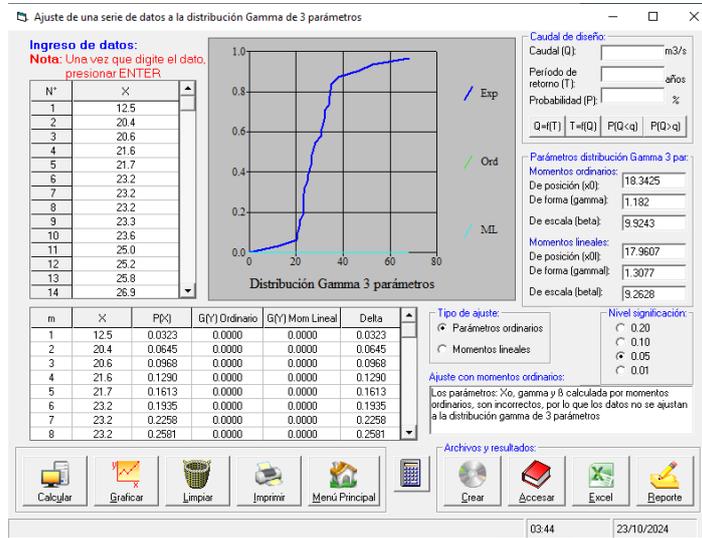
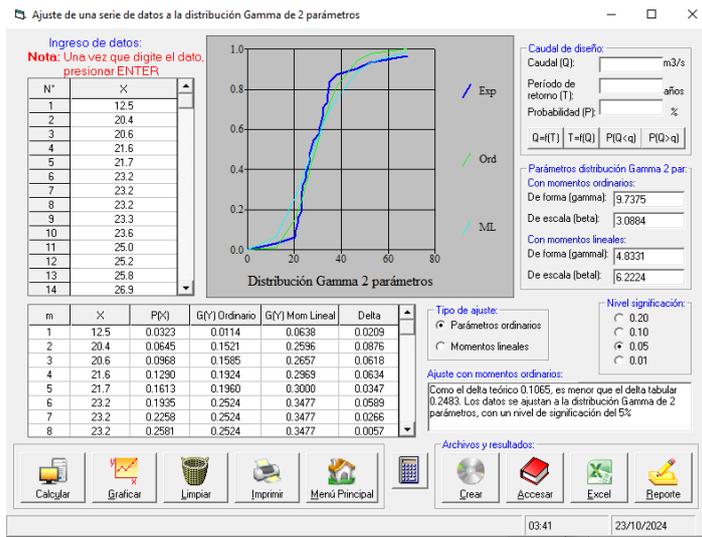


**Fuente:** Elaboración propia en el programa HIDROESTA 2

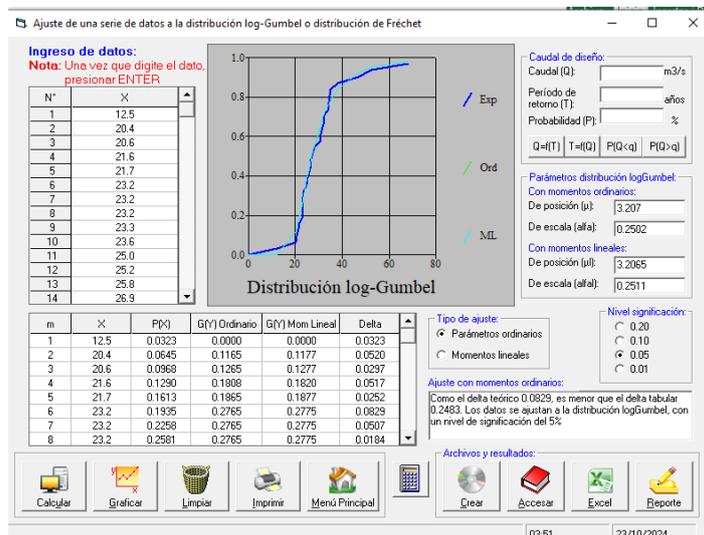
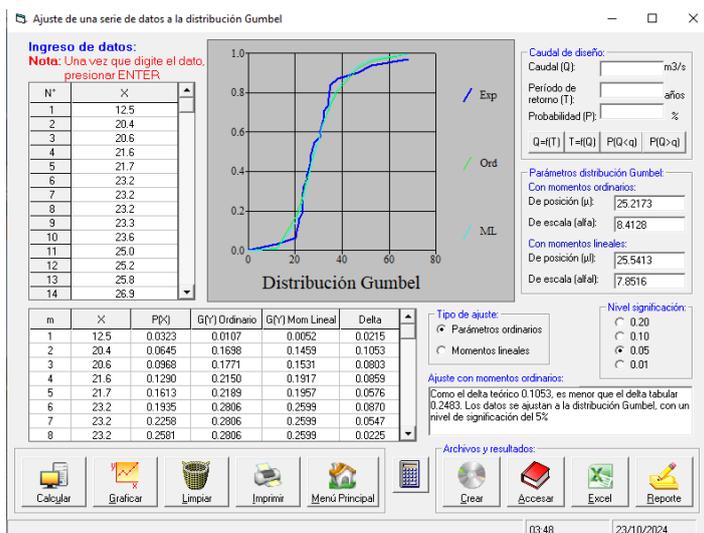
### Anexo 32. DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICAS - ESTACIÓN SIHUAS



Fuente: Elaboración propia en el programa HIDROESTA 2



Fuente: Elaboración propia en el programa HIDROESTA 2



Fuente: Elaboración propia en el programa HIDROESTA 2

### Anexo 33. CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD DEL DRON.



IMPLEMENTACION PROFESIONAL PARA DRONES DE INGENIERIA

#### CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

DATOS DEL EQUIPO		DATOS DEL CLIENTE	
Equipo:	DRONE	P. Natural o Jurídica:	INVERSIONES ODHALIZ SAC
Modelo:	MAVIC 3 ENTERPRISE	Dirección:	LIMA
N° de Serie:	1581F5FHD237J00DX26F	RUC/DNI:	20602550789

#### CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD:

N° : 874-98  
Fecha : 04/10/2023

#### La empresa AERODRONES CORPORATION SAC:

Certifica que el equipo arriba descrito, cumple con las especificaciones técnicas de la fábrica, y los estándares internacionales establecidos.

En las pruebas efectuadas en tiempo real, se determinó que el equipo se encuentra dentro de las tolerancias del fabricante.

#### FECHA DE MANTENIMIENTO:

Fecha:	04/10/2023
Mantenimiento:	x
Prueba de Operatividad:	x
Fecha de Vencimiento:	04/04/2024
Observación:	100 % Operativo

Responsable Técnico:

SERGIO GONZALEZ RIOS  
PILOTO ESPECIALIZADO RPAS

FERNANDO GONZALEZ RIOS  
TÉCNICO ELECTRÓNICO

TEL. / WS: 989 011 553 / 989 098 873  
Av. Arnaldo Márquez 2453 Of. 01 - Jesús María / Lima - Perú

VENTAS@AERODRONES.PE